



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO VIAL PARA LA RECTIFICACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA  
ARTERIAL SECUNDARIA, UBICADA ENTRE EL KM 0+800 Y KM 2+000, DE  
“SANTA ROSA ALTA DE UYUMBICHO”, EN LA PARROQUIA DE  
TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del  
título de Ingenieros Civiles

AUTORES: Adrián Marcelo Andrade Argudo  
Roger Alejandro Jumbo Santin

TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito – Ecuador

2023

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

Nosotros, Adrián Marcelo Andrade Argudo con documento de identificación N° 1750051334 y Roger Alejandro Jumbo Santin con documento de identificación N° 1727083725; 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, 18 de julio del 2023

Atentamente,



---

Adrián Marcelo Andrade Argudo  
1750051334



---

Roger Alejandro Jumbo Santin  
1727083725

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

Nosotros, Adrián Marcelo Andrade Argudo con documento de identificación N° 1750051334 y Roger Alejandro Jumbo Santin con documento de identificación N° 1727083725; 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: “ Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria ubicada entre el Km 0+800 y Km 2+000, de “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”, en la Parroquia de Tambillo, Cantón Mejía”, 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, 18 de julio del 2023

Atentamente,



Adrian Marcelo Andrade Argudo  
1750051334



Roger Alejandro Jumbo Santin  
1727083725

## **CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Hugo Patricio Carrión Latorre con documento de identificación N° 0603015728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO VIAL PARA LA RECTIFICACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA ARTERIAL SECUNDARIA, UBICADA ENTRE EL KM 0+800 Y KM 2+000, DE “SANTA ROSA ALTA DE UYUMBICHO”, EN LA PARROQUIA DE TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, realizado por Adrián Marcelo Andrade Argudo con documento de identificación N° 1750051334 y Roger Alejandro Jumbo Santin con documento de identificación N° 1727083725, 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, 18 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, Msc.

0603015728

## **DEDICATORIA**

En honor a ese proyecto, el principal agradecimiento es para Dios y a la Virgen del Cisne, quienes han estado siempre levantándome de todas mis caídas.

A mi familia, quien con su apoyo incondicional me apoyó en mis peores etapas de mi vida, a mis abuelos Cesar Andrade, Elvia Molina y Manuelina Verdugo (+), quienes fueron mi pilar, mi fortaleza en esta vida.

Y a todas las personas que conocí a lo largo de esta etapa: docentes, compañeros, quienes ayudaron a formar a la persona que soy hoy en día.

*Adrián Marcelo Andrade Argudo*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico primeramente a Dios por cada día darme las fuerzas y el espíritu para salir adelante cumpliendo mis metas y objetivos, a mis padres José y Gloria, que han sido pilar fundamental para este logro, por su sacrificio, amor, cariño y la perseverancia de enseñarme que, sí se puede alcanzar los objetivos que uno se propone, a mis hermanos Santy y Mauri, quienes igualmente me han enseñado que con responsabilidad y dedicación se puede llegar a cosas grandes, por su compañía, y comprensión en los momentos difíciles de mi vida, por enseñarme a que siempre debemos valorar cada sacrificio y dar valor a la unión en familia.

A mi cuñada y sobrinos, quienes me han apoyado siempre y se han mantenido en el constante apoyo en este proceso educativo y el gran cariño que me han dedicado a lo largo de mi vida.

A ti Andrea, quien has sido fuente de inspiración, de amor y cariño. Por llegar a mi vida y darme ese amor inalcanzable, por tu constante apoyo para no decaer en los momentos más difíciles de la vida, por ser mi compañera de vida y poder regalarme el amor más grande del mundo, a mi hija Mía, quien desde que llegó a mi vida hace mis días más felices y me da otra visión de la vida, ser esa gran fuente de inspiración para poder salir adelante cumpliendo los sueños y metas juntos, siempre voy a estar para ustedes dándoles todo el amor del mundo.

***Roger Alejandro Jumbo Santin***

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, José y Gloria por su constante sacrificio para apoyarme en este logro que tanto lo anhelábamos, por su amor, cariño y paciencia incondicional desde que llegué a sus vidas, han sido los mejores padres que la vida me regaló, por su apoyo a lo largo de mi vida, en momentos buenos y difusos, gracias por ser parte de mi vida y enseñarme a dar cada peldaño para llegar a ser una mejor persona y un excelente profesional.

A mis hermanos, Santy y Mauri, por ser tan importantes en este proceso, esto es para ustedes, les agradezco por siempre mantenernos unidos, dándome sus consejos y su constante apoyo para que pueda superarme cada día, no sé qué haría sin ustedes, gracias, hermanos.

A mi amor, Andrea, agradecerte por siempre darme tu constante apoyo moral para que culmine esta etapa importante de mi vida, dándome amor, felicidad y esa paciencia durante estos años.

A mi hija, Mía, por llegar a mi vida, ser esa luz que guíe y llene de amor mi corazón para poder salir adelante junto a ti.

A mis compañeros quienes han sido parte fundamental en este proceso, desde el primer día que empezamos en este gran sueño de ser Ingenieros, les agradezco por cada alegría, apoyo y dedicación en lo que nos propusimos.

Al Ingeniero Hugo Carrión, quien ha sido el mentor para que se culmine este proyecto de la mejor manera, manifestando sus conocimientos hacia nosotros, para poder llegar a ser excelentes profesionales.

***Roger Alejandro Jumbo Santin***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradeciendo a Dios por ayudarme en todos momentos y darme la oportunidad de seguir adelante día tras día, el cual fue un motor en todo mi proceso de estudiante para no rendirme nunca y ser perseverante ante cualquier obstáculo que me ponga la vida.

A mi familia por ayudarme a cumplir mis metas, a mis abuelitos que fueron y son todo para mí, a mi abuelita que está en el cielo, quien me ayudó para seguir estudiando y no quedarme en estancado.

A la Universidad Politécnica Salesiana quien me abrió las puertas para estudiar y convertirme en un profesional en la carrera que me apasiona.

A todos y cada uno de los ingenieros de la carrera de Ingeniería Civil por compartir sus conocimientos, al Ingeniero Hugo Patricio Carrión Latorre quien fue el responsable de mi pasión por el estudio de vías y por el apoyo en el desarrollo de este proyecto.

*Adrián Marcelo Andrade Argudo*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción.....	1
1.2. Problema de estudio.....	1
1.2.1. Antecedentes .....	1
1.2.2. Importancia y Alcance .....	2
1.2.3. Delimitación.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Grupo Objetivo .....	5
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	6
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. Definiciones.....	7
2.1.1. Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003).....	7
2.1.2. (AASHTO - 93) .....	7
2.1.3. Estudio de Tráfico.....	8
2.1.3.1. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) .....	8
2.1.4. Levantamiento Topográfico.....	8
2.1.5. Estudio Geotécnico – Geológico .....	8
2.1.6. Diseño Vial .....	9
2.2. Marco Conceptual.....	9
2.3. Marco Legal.....	10
2.4. Marco Ambiental.....	10

<b>CAPÍTULO III</b> .....	12
<b>METODOLOGÍA</b> .....	12
3.1. Tipo de Investigación .....	12
3.2. Método de Investigación .....	13
3.3. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Información .....	13
3.3.1. Estación Total .....	13
3.3.2. Herramientas de Laboratorio .....	13
3.3.3. Estudios Preliminares.....	14
3.3.3.1. Cartas Topográficas.....	14
3.3.3.2. Consumo de Combustible .....	14
3.3.3.3. Obras de Drenaje Vial .....	14
3.4. Proceso Técnico de Ingeniería Civil.....	14
3.4.1. Estudio Topográfico, Trazado y Diseño Vial .....	14
3.4.2. Estudio Geotécnico – Geológico .....	15
3.4.3. Estudio de Taludes.....	15
3.4.4. Estudio del Tráfico.....	15
3.4.5. Diseño del Pavimento .....	16
3.4.6. Estudio Hidráulico .....	16
3.4.7. Impacto Ambiental.....	16
3.4.8. Señalización Vial .....	17
3.4.9. Estudio Económico .....	17
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	18
<b>ESTUDIO TOPOGRÁFICO</b> .....	18
4.1. Antecedentes.....	18
4.2. Levantamiento Topográfico .....	19
4.3. Tipo de terreno.....	19
4.3.1. Terreno Plano.....	20

4.3.2.	Terreno Ondulado.....	20
4.3.3.	Terreno Montañoso.....	21
4.3.4.	Terreno Escarpado.....	21
4.4.	Sistema de Coordenadas.....	22
4.4.1.	Sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).....	22
4.5.	Ubicación del Proyecto.....	22
4.6.	Posicionamiento de puntos de control o BMs.....	24
4.7.	Trabajo en campo.....	25
4.7.1.	Equipo utilizado.....	25
4.7.2.	Levantamiento Topográfico.....	26
4.8.	Trabajo de Oficina.....	30
	<b>CAPÍTULO V</b> .....	31
	<b>ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO</b> .....	31
5.1.	Antecedentes.....	31
5.2.	Ubicación.....	31
5.3.	Geomorfología.....	32
5.4.	Estudio de Suelos.....	34
5.5.	Estudios en Campo.....	35
5.5.1.	Extracción de muestras.....	35
5.5.2.	Estudios de laboratorio.....	38
5.5.2.1.	Estudios Característicos.....	38
5.5.2.2.	Clasificación de suelos.....	38
5.5.2.2.1.	Clasificación de suelo SUCS.....	39
5.5.2.2.2.	Clasificación de suelo AASHTO.....	39
5.5.2.3.	Ensayo DCP.....	41
5.5.2.4.	Ensayo CBR.....	44
5.5.2.5.	Correlación entre Ensayo DCP y Ensayo CBR.....	47

5.6.	Fuente de Materiales.....	49
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>54</b>
<b>ESTUDIO DEL TRÁFICO.....</b>		<b>54</b>
6.1.	Importancia y Alcance.....	54
6.2.	Metodología.....	54
6.3.	Estaciones de conteo.....	55
6.4.	Conteos volumétricos de tráfico .....	59
6.4.1.	Caracterización del tráfico .....	59
6.4.2.	Tabla Nacional de pesos y dimensiones .....	60
6.4.3.	Resumen del conteo vehicular manual .....	60
6.5.	Determinación del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual).....	62
6.5.1.	Tráfico Promedio Diario Horario.....	62
6.5.2.	Tráfico Promedio Diario Semanal .....	63
6.5.3.	Tráfico Promedio Diario Mensual .....	63
6.5.4.	Tráfico Promedio Diario Anual .....	64
6.6.	Proyección actual del tráfico .....	66
6.6.1.	Tráfico generado (Tg).....	67
6.6.2.	Tráfico desarrollado (TD).....	68
6.6.3.	Tráfico desviado (Td).....	68
6.7.	Asignación del tráfico.....	68
6.8.	Clasificación del tipo de vía .....	70
6.9.	Clase de Carretera según la Norma – Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003)	71
6.10.	Ejes Equivalentes, método AASHTO.....	72
6.11.	Factor de equivalencia .....	74
6.11.1.	Factor de daño por Vehículo Comercial .....	75
6.12.	Determinación de los ejes equivalentes de 8.2 T para un período de 20 años.	77

<b>CAPÍTULO VII</b> .....	81
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA</b> .....	81
7.1. Generalidades .....	81
7.2. Estado actual de la vía. ....	81
7.3. Normas de diseño geométrico. ....	82
7.3.1. Velocidad de diseño.....	82
7.3.2. Velocidad de circulación.....	84
7.3.3. Radio mínimo de la curva horizontal.....	86
7.3.3.1. Peraltes de curvas .....	88
7.3.4. Pendientes máximas y mínimas .....	91
7.3.5. Distancia de visibilidad.....	91
7.3.5.1. Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo. ....	92
7.3.5.2. Distancia de Visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	94
7.3.6. Secciones y elementos típicos.....	96
7.3.6.1. Ancho del pavimento .....	96
7.3.6.2. Espaldones.....	97
7.3.6.3. Pendiente Transversal .....	99
7.4. Alineamiento Horizontal .....	100
7.4.1. Tangentes .....	100
7.4.2. Curvas Circulares.....	101
7.4.2.1. Curva Simple.....	101
7.4.2.2. Transición de peralte .....	104
7.4.2.3. Sobre Anchos en las Curvas.....	105
7.4.3. Curvas Espirales.....	107
7.4.4. Diseño de curvas horizontales dentro del Proyecto .....	109
7.5. Alineamiento Vertical.....	110
7.5.1. Curvas Verticales .....	110

7.5.1.1.	Curvas convexas.....	111
7.5.1.2.	Curvas Cóncavas.....	113
7.5.2.	Diseño de curvas verticales dentro del proyecto.....	114
7.6.	Movimiento de tierras.....	115
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>		<b>116</b>
<b>DISEÑO DE PAVIMENTO .....</b>		<b>119</b>
8.1.	Introducción.....	119
8.2.	Tipos de pavimentos.....	119
8.2.1.	Pavimento semiflexible o articulado.....	119
8.2.1.1.	Capas del pavimento articulado .....	120
8.2.1.1.1.	Capa de rodadura.....	120
8.2.1.1.2.	Cama de arena .....	121
8.2.1.1.3.	Base .....	122
8.2.1.1.4.	Subbase.....	122
8.2.1.1.5.	Subrasante .....	122
8.3.	Provisiones para el diseño de pavimentos flexibles .....	122
8.3.1.	Subrasante.....	122
8.3.2.	Subbase .....	123
8.3.3.	Base.....	127
8.3.4.	Carpeta Asfáltica.....	129
8.3.5.	Mejoramiento.....	131
8.4.	Diseño de pavimentos por el método AASHTO 93 .....	133
8.4.1.	Pavimentos Flexibles.....	133
8.4.1.1.	Periodo de diseño .....	133
8.4.1.2.	Tránsito equivalente .....	133
8.4.1.3.	Nivel de confiabilidad (R).....	134
8.4.1.4.	Desviación Estándar Total .....	135

8.4.1.5.	Pérdida de serviciabilidad .....	135
8.4.1.6.	Consideraciones de drenaje para el diseño de pavimentos .....	136
8.4.1.7.	Determinación del número estructural .....	139
8.4.1.8.	Espesores mínimos en relación del número estructural .....	140
8.4.2.	Pavimentos Semiflexibles o Articulados .....	147
8.4.2.1.	Adoquinado .....	147
<b>CAPÍTULO IX.....</b>		<b>151</b>
<b>DISEÑO HIDRÁULICO .....</b>		<b>151</b>
9.1.	Información preliminar .....	151
9.1.1.	Información Cartográfica.....	151
9.1.2.	Información Meteorológica .....	151
9.1.3.	Precipitaciones .....	153
9.1.4.	Áreas de Aportación .....	154
9.2.	Dimensionamiento de las obras de drenaje .....	155
9.2.1.	Periodo de Retorno .....	155
9.2.2.	Tiempo de Concentración:.....	156
9.2.3.	Intensidad de precipitación .....	157
9.2.4.	Coefficiente de Escorrentía .....	160
9.2.5.	Caudal de Diseño .....	162
9.2.5.1.	Método Racional .....	162
9.2.5.2.	Velocidad de Flujo .....	162
9.2.5.2.1.	Velocidad Máxima .....	164
9.2.5.2.2.	Velocidad Mínima.....	165
9.3.	Diseño de Obras de drenaje .....	165
9.3.1.	Diseño de Cunetas.....	165
9.3.1.1.	Diseño Hidráulico .....	166
9.3.1.2.	Sección Típica de la Cuneta .....	169

9.3.2.	Diseño de Alcantarillas .....	170
9.3.2.1.	Localización .....	170
9.3.2.2.	Velocidad .....	171
9.3.3.	Diseño hidráulico y Profundidad de la tubería .....	171
9.3.3.1.	Corrección de caudal de diseño para alcantarilla .....	173
9.3.3.2.	Secciones e implantación de Alcantarillas .....	174
<b>CAPÍTULO X .....</b>		<b>176</b>
<b>EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>		<b>176</b>
10.1.	Diagnóstico de la problemática.....	176
10.2.	Área de influencia socio económica .....	177
10.3.	Ubicación de escombrera.....	177
10.4.	Caracterización ambiental.....	177
10.4.1.	Sistemas abióticos.....	178
10.4.1.1.	Recurso del agua .....	178
10.4.1.2.	Recurso del Suelo.....	179
10.4.2.	Factores Bióticos.....	181
10.4.2.1.	Flora .....	181
10.4.2.2.	Fauna .....	181
10.5.	Evaluación de Impactos Ambientales.....	181
10.6.	Plan de manejo ambiental .....	182
10.6.1.	Plan de prevención, mitigación ambiental .....	182
10.6.2.	Programa de seguridad industrial y salud ocupacional.....	188
10.6.3.	Plan de manejo de desechos.....	192
10.6.4.	Plan de capacitación ambiental .....	195
10.6.5.	Programa de participación ciudadana y relaciones comunitarias .....	196
10.6.6.	Programa de monitoreo, control y seguimiento.....	197
10.6.6.1.	Programa de la rehabilitación del área del trabajo .....	200



10.6.7.	Plan de contingencias.....	201
10.6.8.	Plan de retiro .....	203
<b>CAPÍTULO XI.....</b>		<b>205</b>
<b>SEÑALIZACIÓN VIAL .....</b>		<b>205</b>
11.1.	Normativa vigente.....	205
11.2.	Señalización vertical .....	205
11.2.1.	Señales Regulatorias (R).....	206
11.2.2.	Señales preventivas (P) .....	209
11.2.3.	Señales Informativas (I).....	211
11.2.4.	Alineamientos horizontales (D6-2I – D6-2D) .....	211
11.2.5.	Ubicación de las señales en la vía del proyecto .....	214
11.2.5.1.	Ubicación de las señales a lo largo de la vía del proyecto. ....	214
11.2.5.1.1.	Señales preventivas (P).....	214
11.2.6.	Vallas de defensa .....	215
11.3.	Señalización horizontal.....	216
11.3.1.	Líneas de borde de calzada .....	217
11.3.2.	Líneas de separación de flujos opuestos .....	218
11.3.2.1.	Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta .....	219
<b>CAPÍTULO XII .....</b>		<b>220</b>
<b>PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTO.....</b>		<b>220</b>
12.1.	Costos (Egresos) .....	220
12.1.1.	Costos directos .....	220
12.1.1.1.	Materia prima .....	220
12.1.1.2.	Mano de obra.....	221
12.1.1.3.	Equipo y Herramientas.....	221
12.1.1.4.	Transporte.....	221
12.1.2.	Costos Indirectos.....	221

12.2.	Rubro.....	221
12.3.	Cantidad de obra .....	222
12.4.	Análisis de Precios Unitarios (APUs).....	223
12.5.	Cronograma valorado.....	225
12.5.1.	Curva de inversión (curva S) .....	225
12.6.	Beneficios valorados.....	227
12.6.1.	Cálculo de beneficios valorado.....	227
12.7.	Evaluación Económica – Financiera.....	240
12.7.1.	Mantenimiento vial .....	240
12.7.1.1.	Costo de mantenimiento vial.....	241
12.7.2.	Valor actual neto (VAN).....	242
12.7.3.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	243
12.7.4.	Relación Beneficio – Costo (RBC).....	244
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	247
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	249
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	250
	<b>GLOSARIO</b> .....	254
	<b>ANEXOS</b> .....	255

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Tipo de terreno del proyecto vial, con sus respectivas pendientes longitudinales y transversales.....	21
<b>Tabla 2</b> Coordenadas del Proyecto .....	23
<b>Tabla 3</b> Coordenadas del punto GPS .....	24
<b>Tabla 4</b> Coordenadas del proyecto .....	32
<b>Tabla 5</b> Espaciamientos aproximados entre perforaciones.....	36
<b>Tabla 6</b> Clasificación SUCS Y AASHTO .....	41
<b>Tabla 7</b> Características del Instrumento .....	41
<b>Tabla 8</b> Resumen DCP muestra 1 .....	43
<b>Tabla 9</b> Resumen DCP muestra 2.....	44
<b>Tabla 10</b> Resumen DCP muestra 3.....	44
<b>Tabla 11</b> Clasificación de la Subrasante con relación a la clasificación del suelo y CBR .....	45
<b>Tabla 12</b> CBR del proyecto vial "Santa Rosa Alta de Uyumbicho".....	46
<b>Tabla 13</b> Determinación del CBR al percentil 85.....	46
<b>Tabla 14</b> Resumen CBR muestra 1.....	48
<b>Tabla 15</b> Resumen CBR muestra 2.....	48
<b>Tabla 16</b> Resumen CBR muestra 3.....	48
<b>Tabla 17</b> Ensayo de Abrasión - Base Clase II .....	52
<b>Tabla 18</b> Ensayo de Abrasión - Sub-Base Clase III M-1.....	53
<b>Tabla 19</b> Coordenadas de la Estación de conteo "El Mirador".....	55
<b>Tabla 20</b> Resumen del Conteo Vehicular "Santa Rosa Alta" de Uyumbicho .....	61
<b>Tabla 21</b> Factor de incidencia mensual .....	65
<b>Tabla 22</b> Factores de Incidencia Noche / Semanal.....	65
<b>Tabla 23</b> Tasas de crecimiento vehicular de la provincia de Pichincha .....	67
<b>Tabla 24</b> Valores proyectados del TPDA para 20 años.....	69
<b>Tabla 25</b> Tráfico Proyectado hasta el año 2043.....	70
<b>Tabla 26</b> Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.....	71
<b>Tabla 27</b> Clasificación de carretera en función del nivel de importancia y el TPDA ...	72
<b>Tabla 28</b> Factor de dirección por la norma AASHTO 93.....	73
<b>Tabla 29</b> Factor Carril por la norma AASHTO 1993 .....	74
<b>Tabla 30</b> Cálculo del Número de ESALS.....	77
<b>Tabla 31</b> Cálculo de los ejes equivalentes para un período de 20 años.....	78
<b>Tabla 32</b> Número de repeticiones del total de ejes equivalentes de la carga de diseño a los 20 años .....	80
<b>Tabla 33</b> Velocidad de diseño del proyecto vial.....	83
<b>Tabla 34</b> Volúmenes de tráfico.....	84
<b>Tabla 35</b> Velocidades establecidas de la vía, con relación a la norma MOP 2003 y AASHTO-93.....	85
<b>Tabla 36</b> Radios mínimos de curvas en función del peralte y del coeficiente de fricción lateral .....	87

<b>Tabla 37</b>	Valores para el diseño geométrico vial.....	91
<b>Tabla 38</b>	Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo .....	93
<b>Tabla 39</b>	Distancias mínimas de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo .....	95
<b>Tabla 40</b>	Ancho de Calzada.....	97
<b>Tabla 41</b>	Valores de la sección transversal.....	99
<b>Tabla 42</b>	Longitud mínima de transición en función del peralte máximo "e" .....	105
<b>Tabla 43</b>	Sobreanchos de curva .....	106
<b>Tabla 44</b>	Diseño de Curvas horizontales .....	109
<b>Tabla 45</b>	Pendientes de diseño longitudinales .....	110
<b>Tabla 46</b>	Curvas verticales convexas mínimas .....	112
<b>Tabla 47</b>	Curvas verticales cóncavas mínimas .....	113
<b>Tabla 48</b>	Elementos de las Curvas Verticales.....	114
<b>Tabla 49</b>	Cálculo de volúmenes (corte y relleno) del proyecto vial .....	117
<b>Tabla 50</b>	Subbases construidas con agregados .....	124
<b>Tabla 51</b>	Porcentajes de pesos, en función de los tamices de malla cuadrada para Sub-Base .....	124
<b>Tabla 52</b>	Coefficientes Estructurales .....	126
<b>Tabla 53</b>	Particularidades de la Sub-Base .....	127
<b>Tabla 54</b>	Porcentajes de pesos, en función de los tamices de malla cuadrada para Base Granulares.....	127
<b>Tabla 55</b>	Porcentaje en peso a través de los tamices de malla cuadrada .....	128
<b>Tabla 56</b>	Particularidades de la Base .....	129
<b>Tabla 57</b>	Características de la mezcla asfáltica .....	130
<b>Tabla 58</b>	Particularidades de la Base .....	131
<b>Tabla 59</b>	Porcentaje en peso a través de los tamices de malla cuadrada para mejoramiento .....	132
<b>Tabla 60</b>	Particularidades del Mejoramiento .....	132
<b>Tabla 61</b>	Niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO 93 .....	134
<b>Tabla 62</b>	Valores de Desviación Estándar Normal (Zr) .....	134
<b>Tabla 63</b>	Precipitaciones de la Estación IZOBAMBA .....	137
<b>Tabla 64</b>	Coefficiente de drenaje en función del % de tiempo que se expone la estructura a niveles de humedad.....	138
<b>Tabla 65</b>	Valores estructurales de drenaje .....	139
<b>Tabla 66</b>	Valores de los espesores mínimos .....	145
<b>Tabla 67</b>	Espesores de Diseño Calculados (pulgadas) .....	146
<b>Tabla 68</b>	Espesores de Diseño para la Proyección de 20 años .....	146
<b>Tabla 69</b>	Parámetros de diseño para pavimento articulado .....	148
<b>Tabla 70</b>	Espesores del pavimento articulado .....	149
<b>Tabla 71</b>	Espesores de diseño del pavimento articulado para la Proyección de 20 años .....	149
<b>Tabla 72</b>	Estaciones Meteorológicas cerca de la zona del proyecto.....	152
<b>Tabla 73</b>	Cuadro de Precipitaciones-Estación IZOBAMBA.....	153
<b>Tabla 74</b>	Áreas de aportación de la vía.....	155
<b>Tabla 75</b>	Período de retorno del proyecto vial para cunetas.....	156

<b>Tabla 76</b>	Tiempo de concentración de cada área de aportación de la vía.....	157
<b>Tabla 77</b>	Ecuaciones IDF para la estación M003 .....	158
<b>Tabla 78</b>	Períodos de retorno según el tipo de carretera para Alcantarillas .....	158
<b>Tabla 79</b>	Períodos de retorno para cunetas y alcantarillas del proyecto.....	159
<b>Tabla 80</b>	Velocidades mínimas del flujo de agua.....	165
<b>Tabla 81</b>	Cunetas triangulares .....	166
<b>Tabla 82</b>	Profundidad de la tubería y ancho de las alcantarillas.....	172
<b>Tabla 83</b>	Caudales de aportación de las abscisas 0+000 - 1+800.....	174
<b>Tabla 84</b>	Alcantarillas con sus respectivas características .....	175
<b>Tabla 85</b>	Recursos renovables de la parroquia Tambillo.....	181
<b>Tabla 86</b>	Causas de daños ambientales en la zona del proyecto.....	181
<b>Tabla 87</b>	Plan de prevención y control del aire .....	183
<b>Tabla 88</b>	Plan del control del agua .....	185
<b>Tabla 89</b>	Plan de prevención del agua .....	186
<b>Tabla 90</b>	Plan para prevenir la contaminación del suelo del proyecto .....	187
<b>Tabla 91</b>	Plan de seguridad y salud para los trabajadores de la vía del proyecto.....	188
<b>Tabla 92</b>	Plan de un adecuado manejo de desechos no peligrosos, reciclables.....	192
<b>Tabla 93</b>	Plan de manejo de residuos sólidos peligrosos.....	194
<b>Tabla 94</b>	Programa de capacitación ambiental .....	195
<b>Tabla 95</b>	Plan de participación y relaciones comunitarias.....	196
<b>Tabla 96</b>	Plan de monitoreo y control.....	197
<b>Tabla 97</b>	Programa de seguimiento .....	199
<b>Tabla 98</b>	Plan de rehabilitación de la zona del proyecto .....	200
<b>Tabla 99</b>	Programa de contingencias.....	201
<b>Tabla 100</b>	Programa de retiro de la zona del proyecto .....	203
<b>Tabla 101</b>	Tabla de la clasificación de las señales con su código respectivo.....	206
<b>Tabla 102</b>	Dimensiones de las señales preventivas .....	209
<b>Tabla 103</b>	Espaciamiento máximo de delineadores de curva horizontal, en función al radio de la curva .....	213
<b>Tabla 104</b>	Ubicación de chevrones en la vía del proyecto .....	214
<b>Tabla 105</b>	Intervalo de señales preventivas .....	215
<b>Tabla 106</b>	Recomendaciones para la colocación de las señales informativas .....	215
<b>Tabla 107</b>	Espesores mínimos de la señalización horizontal.....	216
<b>Tabla 108</b>	Separación de circulación opuesta segmentada.....	219
<b>Tabla 109</b>	Cantidades de obra.....	222
<b>Tabla 110</b>	Presupuesto Referencial .....	224
<b>Tabla 111</b>	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	227
<b>Tabla 112</b>	Comparación entre vías .....	228
<b>Tabla 113</b>	Costo de operación en función del combustible en un año .....	229
<b>Tabla 114</b>	Ahorro en los neumáticos al año .....	231
<b>Tabla 115</b>	Comparativa de los costos del cambio de aceite .....	232
<b>Tabla 116</b>	Costo anual del cambio de amortiguadores.....	234
<b>Tabla 117</b>	Costo total anual de cambio de frenos.....	236
<b>Tabla 118</b>	Costos de Transporte .....	238

<b>Tabla 119</b> Ahorros anuales de los pobladores de la zona del proyecto .....	239
<b>Tabla 120</b> Ahorro a los 20 años .....	239
<b>Tabla 121</b> Presupuesto del mantenimiento vial (adoquinado).....	241
<b>Tabla 122</b> Valor Actual Neto.....	243
<b>Tabla 123</b> Presentación de cálculos obtenidos del VAN y el TIR .....	244
<b>Tabla 124</b> Relación de Beneficios - Costos .....	246

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Localización Geográfica de la vía.....	4
<b>Figura 2</b> Posicionamiento Geográfico del Comienzo y Fin del Proyecto .....	23
<b>Figura 3</b> Colocación e Implantación del Punto GPS .....	25
<b>Figura 4</b> Particularidades del equipo topográfico.....	26
<b>Figura 5</b> Recolección de datos topográficos mediante el TRIMBLE GPS RTK .....	27
<b>Figura 6</b> Toma de puntos de la faja topográfica .....	28
<b>Figura 7</b> Calibración del Trimble GPS RTK.....	28
<b>Figura 8</b> Recolección de datos topográficos con su respectiva descripción.....	29
<b>Figura 9</b> Relieve significativo de la vía.....	29
<b>Figura 10</b> Perfil longitudinal del terreno .....	33
<b>Figura 11</b> Perfil longitudinal del terreno .....	34
<b>Figura 12</b> Perforación de la Calicata 1 en la abscisa 0+000.....	36
<b>Figura 13</b> Perforación de la Calicata 2 en la abscisa 0+500.....	37
<b>Figura 14</b> Perforación de la Calicata 3 en la abscisa 1+000.....	37
<b>Figura 15</b> Estratigrafía de la vía .....	40
<b>Figura 16</b> Ensayo DCP en la abscisa 0+000 .....	42
<b>Figura 17</b> Ensayo DCP en la abscisa 0+500.....	42
<b>Figura 18</b> Ensayo DCP en la abscisa 1+000.....	43
<b>Figura 19</b> Ubicación de la mina "RANCHO LA PAZ" .....	50
<b>Figura 20</b> Granulometría BASE CLASE II.....	51
<b>Figura 21</b> Curva Granulométrica BASE CLASE II .....	51
<b>Figura 22</b> Granulometría SUB-BASE CLASE III M-1 .....	52
<b>Figura 23</b> Curva Granulométrica SUB-BASE CLASE III M-1 .....	53
<b>Figura 24</b> Localización Geográfica de la estación de conteo " El Mirador" .....	56
<b>Figura 25</b> Formato del Conteo Vehicular Manual.....	57
<b>Figura 26</b> Estación de conteo "El Mirador", sentido Norte - Sur .....	58

<b>Figura 27</b>	Estación de conteo "El Mirador", sentido Sur - Norte .....	58
<b>Figura 28</b>	Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones .....	60
<b>Figura 29</b>	Gráfico de Distribución del Tráfico "Santa Rosa Alta" de Uyumbicho .....	61
<b>Figura 30</b>	Factores de equivalencia de carga.....	75
<b>Figura 31</b>	Camión 2DA según la Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003).....	76
<b>Figura 32</b>	Gráfica de las relaciones de velocidades.....	85
<b>Figura 33</b>	Estabilidad del vehículo en las curvas .....	88
<b>Figura 34</b>	Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción .....	90
<b>Figura 35</b>	Anchos de espaldones en función de la clase de carretera.....	98
<b>Figura 36</b>	Gradiente Transversal .....	98
<b>Figura 37</b>	Elementos de la curva simple.....	102
<b>Figura 38</b>	Elementos de una curva espiral.....	108
<b>Figura 39</b>	Sección Típica A1 .....	116
<b>Figura 40</b>	Sección Típica A2.....	116
<b>Figura 41</b>	Estructura de un pavimento articulado (adoquinado) .....	120
<b>Figura 42</b>	Clasificación de tránsito y tipo de adoquín.....	121
<b>Figura 43</b>	Curva Granulométrica SUB-BASE CLASE III M-1 .....	125
<b>Figura 44</b>	Determinación del coeficiente $a_3$ .....	126
<b>Figura 45</b>	Curva Granulométrica BASE CLASE II .....	128
<b>Figura 46</b>	Determinación del coeficiente $a_2$ .....	129
<b>Figura 47</b>	Determinación del coeficiente $a_1$ .....	131
<b>Figura 48</b>	Programa "CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993" .....	139
<b>Figura 49</b>	Cálculo del número estructural .....	140
<b>Figura 50</b>	Multicapas del pavimento .....	141
<b>Figura 51</b>	Determinación del número estructural de la carpeta asfáltica .....	141
<b>Figura 52</b>	Determinación del número estructural de la Base .....	142
<b>Figura 53</b>	Determinación del número estructural de la Sub-Base.....	142
<b>Figura 54</b>	Determinación del número estructural del Mejoramiento .....	143
<b>Figura 55</b>	Espesores del Pavimento Flexible para la Proyección de 20 años.....	147
<b>Figura 56</b>	Espesores del Diseño de Pavimento Articulado para la Proyección de 20 años.....	150
<b>Figura 57</b>	Estaciones Pluviográficas del Ecuador .....	152
<b>Figura 58</b>	Áreas de Aportación de la vía .....	154
<b>Figura 59</b>	Intensidades máximas de la estación M003 IZOBAMBA.....	159
<b>Figura 60</b>	Coefficiente de Escorrentía "C" .....	161
<b>Figura 61</b>	Coefficiente de Escorrentía "C" para el proyecto.....	161
<b>Figura 62</b>	Coefficiente de Manning "n" para las cunetas .....	163
<b>Figura 63</b>	Coefficiente de Manning "n" para las alcantarillas .....	164
<b>Figura 64</b>	Velocidad del agua para cunetas .....	164
<b>Figura 65</b>	Velocidad máxima para alcantarillas en función del material de tubería ..	165
<b>Figura 66</b>	Secciones Típicas de las cunetas.....	166
<b>Figura 67</b>	Sección Típica de la Cuneta Triangular .....	167

<b>Figura 68</b>	Características de la Sección Triangular.....	167
<b>Figura 69</b>	Sección de la cuneta Izquierda.....	169
<b>Figura 70</b>	Sección de la Cuneta Derecha.....	170
<b>Figura 71</b>	Diseño de Alcantarilla.....	172
<b>Figura 72</b>	Mapa Hidrológico de la Parroquia de Tambillo.....	178
<b>Figura 73</b>	Mapa de los tipos de suelos de la Parroquia de Tambillo.....	179
<b>Figura 74</b>	Zonificación del suelo de la Parroquia de Tambillo .....	180
<b>Figura 75</b>	Señal Regulatoria Pare .....	207
<b>Figura 76</b>	Señal Reglamentaria Doble Vía.....	207
<b>Figura 77</b>	Señal Regulatoria del límite de velocidad permitida .....	208
<b>Figura 78</b>	Señal Regulatoria de No Estacionar.....	208
<b>Figura 79</b>	Señales Regulatorias para Curvas Abiertas .....	209
<b>Figura 80</b>	Señales Regulatorias de Curva Tipo U .....	210
<b>Figura 81</b>	Señal Regulatoria de un Resalto .....	210
<b>Figura 82</b>	Escudo Identificativo de Ruta Provincial.....	211
<b>Figura 83</b>	Señal Horizontal D6-2 (I o D).....	212
<b>Figura 84</b>	Ubicaciones laterales en curvas horizontales.....	212
<b>Figura 85</b>	Ubicación Longitudinal de los delineadores en Curvas Horizontales .....	213
<b>Figura 86</b>	Baranda doble sin separador .....	216
<b>Figura 87</b>	Representación de las líneas de borde.....	218
<b>Figura 88</b>	Representación de líneas segmentadas con circulación opuesta.....	219
<b>Figura 89</b>	Análisis del precio unitario - Excavación a máquina del terreno .....	223
<b>Figura 90</b>	Cronograma Valorado.....	226
<b>Figura 91</b>	Vía Habilitada para la movilización entre la Avenida Maldonado - Colectora Quito - Tambillo .....	228



## RESUMEN

El proyecto desarrollado a continuación se ha realizado con el fin de obtener el diseño vial óptimo para la rectificación y mejoramiento de la vía arterial secundaria, ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”, Parroquia Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, alternativa que implica todo el avance socio – económico del sector, por consiguiente, el desarrollo de las actividades de movilidad, turísticas, socio culturales, agrícolas, florícolas y ganaderas, como también la conexión directa con la Avenida Principal “Colectora Quito – Tambillo” que permite el descongestionamiento del flujo vehicular y por ende la vía del problema de estudio es de gran ayuda para disminuir la congestión vehicular. El presente proyecto de rectificación y mejoramiento implicó estudios previos en campo y laboratorio. Primeramente, se realizó estudios en campo como son el levantamiento topográfico, el estudio de suelos, entre los cuales están: la extracción de muestras inalteradas de la subrasante para su respectiva clasificación SUCS y AASHTO, ensayos de comportamiento (DCP y CBR) y el conteo vehicular para realizar la proyección de la vida útil de la vía. Posteriormente se realizó el diseño geométrico por medio de las fajas topográficas de los estudios previos del levantamiento topográfico, como también los parámetros y expresiones que nos proporciona la normativa MOP 2003, igualmente la determinación del número de ejes equivalentes por medio de la normativa AASHTO 93, que permite realizar la mejor alternativa de diseño del pavimento, en donde se detalla los espesores estructurales de cada capa del pavimento, además se realizó el análisis hidrológico, donde se ha considerado el diseño de estructuras hidráulicas que permitan el drenaje vial por medio de cunetas y alcantarillas, asimismo la respectiva investigación de la señalización vial por medio de la Normativas INEN que proporcionan seguridad vial, el control y regulación de peatones y vehículos. El estudio de la evaluación ambiental que se basa en mitigar y prevenir los daños ocasionados al medio ambiente. Y por último la determinación de presupuesto y costos, en donde se determina el análisis de precios unitarios y el cronograma valorado del proyecto, estudios que permiten reconocer la viabilidad del proyecto para ver si es aceptable o no, mediante el mantenimiento rutinario o periodo de la vía.

**Palabras Clave:** Ingeniería Civil, Ingeniería de Carreteras, Levantamiento Topográfico, Diseño vial, Carreteras Rurales - Mejoramiento, Desarrollo Rural.

## ABSTRACT

The project developed below has been carried out in order to obtain the optimal road design for the rectification and improvement of the secondary arterial road, located between km 0+800 and km 2+000, of "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", Tambillo Parish, Mejía Canton, Pichincha Province, an alternative that implies all the socio-economic progress of the sector, therefore, the development of mobility, tourist, socio-cultural, agricultural, floricultural and livestock activities, as well as the direct connection with The Main Avenue "Colectora Quito - Tambillo" that allows the decongestion of the vehicular flow and therefore the road of the study problem is of great help to reduce the vehicular congestion. This rectification and improvement project implied previous field and laboratory studies. Firstly, field studies were carried out such as topographic survey, soil study, among which are: the extraction of undisturbed samples from the subgrade for their respective SUCS and AASHTO classification, behavior tests (DCP and CBR) and counting vehicle to carry out the projection of the useful life of the road. Subsequently, the geometric design was carried out by means of the topographic strips of the previous studies of the topographic survey, as well as the parameters and expressions provided by the MOP 2003 regulation, likewise the determination of the number of equivalent axes by means of the AASHTO 93 regulation, that allows to carry out the best alternative of pavement design, where the structural thicknesses of each layer of the pavement are detailed, in addition, the hydrological analysis was carried out, where the design of hydraulic structures that allow road drainage through ditches and sewers, as well as the respective investigation of road signs through the INEN Regulations that provide road safety, control and regulation of pedestrians and vehicles. The study of environmental assessment that is based on mitigating and preventing damage to the environment. And finally the determination of budget and costs, where the analysis of unit prices and the valued schedule of the project are determined, studies that allow recognizing the feasibility of the project to see if it is acceptable or not, through routine maintenance or period of via.

**Keywords:** Civil Engineering, Highway Engineering, Topographic Survey, Road Design, Rural Highways - Improvement, Rural Development

## **CAPÍTULO I**

### **ANTECEDENTES Y GENERALIDADES**

#### **1.1. Introducción**

La Parroquia Rural Tambillo perteneciente al Cantón Mejía (Machachi), se encuentra en el sur de la Provincia de Pichincha en la República del Ecuador, también conocida como “El descanso del Chasqui”. La Parroquia de Tambillo comprende 22 barrios en los que se encuentra “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” que se ubica en la categoría de área rural, la misma que es zona de aprovechamiento agrícola, florícola y ganadera del sector.

El presente proyecto vial considera la conectividad y movilidad entre la Avenida Pedro Vicente Maldonado y la Colectora Quito – Tambillo, mediante la propuesta de Rectificación y Mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el Km 0+800 y Km 2+000, lo que permitirá el avance socio – económico del sector, por consiguiente, el desarrollo de las actividades de movilidad, turísticas, socio culturales, agrícolas, florícolas y ganaderas.

#### **1.2. Problema de estudio**

##### **1.2.1. Antecedentes**

La vía arterial secundaria se encuentra ubicada en el barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía, en la parte sur de la provincia de Pichincha, coloquialmente conocido como “Camino Viejo”. Posee una longitud de red vial de 2.0 km, en estado regular, con una capa de rodadura del 68.81% de adoquinado y del 31.39% de empedrado.

El barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” consta de aproximadamente 250 habitantes, la mayoría trabajan en actividades de cultivo animal y vegetal, siendo este sector parte fundamental de la provisión de productos de primera necesidad al mercado central de “Machachi”, cantón Mejía.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía, tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida de los habitantes, elaborando proyectos de Ingeniería Civil, como la elaboración de levantamientos topográficos, acondicionamientos y mejoras de las redes viales. Desde la fundación del barrio hasta la actualidad, no ha existido la implementación de la vía por parte del Departamento de Obras Públicas, con el propósito de que exista un mejor transporte de los productos agrícolas hacia las diferentes localidades de la parroquia de Tambillo.

El problema principal se basa en que, dicha vía arterial secundaria, no posee los parámetros necesarios en la norma vigente de la construcción de carreteras del Ecuador, el cual existe un retroceso vial, lo que impide el desarrollo social y económico de la urbanización.

### **1.2.2. Importancia y Alcance**

Las malas condiciones de una red vial, implica problemas de acceso, lo cual dificulta la implementación de los servicios básicos, consecuentemente riesgos para la salud de los pobladores.

La circulación de los vehículos en una vía en mal estado incrementa la quema de combustible, por lo cual aumenta las emisiones de gases contaminantes, como son el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), etc. En consecuencia, una vía en mal estado causa un deterioro en la carrocería, como también provocando deformaciones en los neumáticos.

El diseño vial en la zona del proyecto tendrá una operatividad de aproximadamente 20 años de vida útil. La ejecución de este proyecto permitirá disminuir los problemas de inseguridad, comunicación, educación, movilidad y comercio. El cual permitirá de esta manera el crecimiento económico, social, tecnológico, agrícola y ganadero de los habitantes del sector.

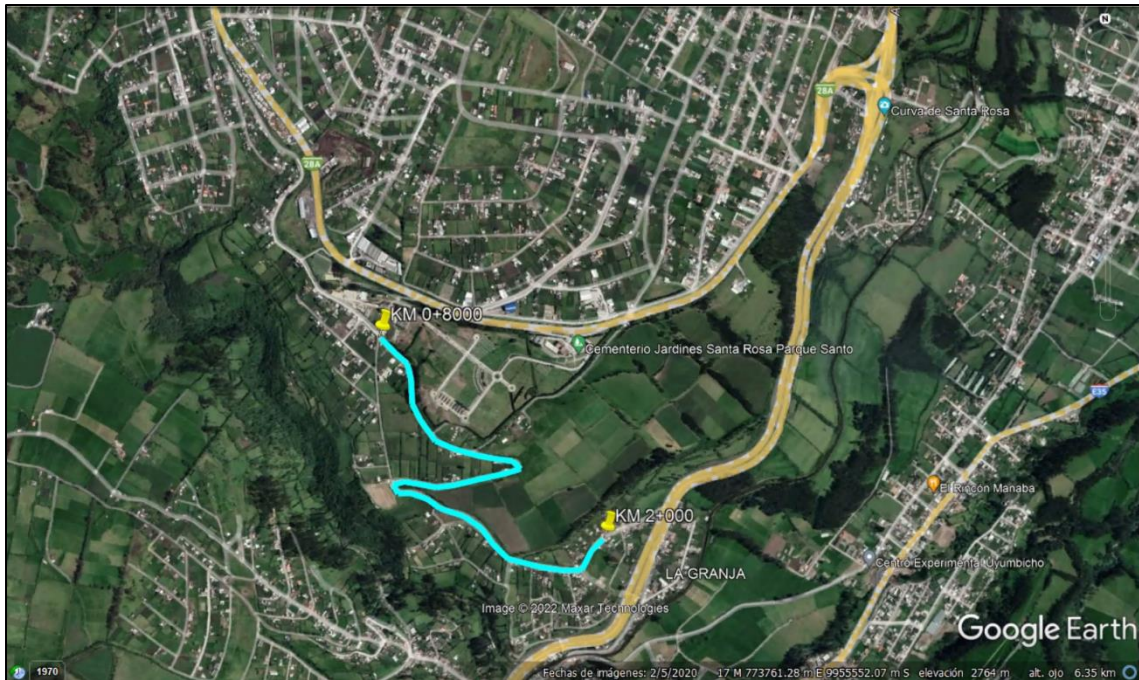
La relevancia de este proyecto se basa en un diseño vial óptimo de la vía arterial secundaria “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”, para el descongestionamiento vehicular de la Avenida “Panamericana Sur km 0+000”, con el fin de reducir el tiempo de desplazamiento de los vehículos hacia las diferentes provincias del Ecuador y disminuyendo la tasa de siniestros de tránsito en la curva de “Santa Rosa de Tambillo”.

### **1.2.3. Delimitación**

La vía arterial secundaria del barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” se encuentra ubicada en la parroquia de Tambillo, Cantón Mejía, provincia Pichincha, la misma que inicia aproximadamente a 800 metros de la Avenida “Pedro Vicente Maldonado” situada en la Zona 17M Sur, Coordenada Este = 772901.00m, Coordenada Norte = 9956757.00m, Elevación = 3010 msnm con una Longitud de 2km.

## Figura 1

### Localización Geográfica de la vía



*Nota.* Se presenta en color celeste la zona del proyecto de estudio, en el barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”. *Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro, 2022.*

### 1.3. Justificación

En el inicio de la Avenida “Panamericana Sur” (Ecuador), en los días de feriado se produce una gran cantidad de vehículos, movilizándose a diferentes localidades del Ecuador, por lo que las personas deciden tomar una ruta alterna que conecta la Avenida “Colectora Quito – Tambillo” y la vía del problema de estudio es de gran ayuda para disminuir la congestión vehicular.

Los habitantes del sector de “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” perteneciente a la zona rural, serán beneficiados de poder tener una vía de acorde a sus necesidades, la cual les permitirá tener una mejor movilidad de vehículos y comercio de productos, en consecuencia, reduciendo costos de operación y una mejora de tiempos.

Para el desarrollo de la vía, se cuenta con conocimientos previos en levantamientos topográficos. Además, de la normativa de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003) y de la utilización del Software “AUTODESK CIVIL 3D” adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica Salesiana (Campus Sur).

El diseño vial tendrá una funcionalidad operacional de aproximadamente 20 años de vida útil, esto dependerá de factores externos como puede ser el clima o la vegetación y la severidad de la vía de acuerdo con las normativas vigentes que establece la República del Ecuador.

#### **1.4. Grupo Objetivo**

Este proyecto de investigación está destinado a los pobladores del barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” además de estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Civil y profesiones a fines, con la finalidad de beneficiarse del estudio y conocimientos de este proyecto para futuras investigaciones.

A futuro, la ejecución e implementación de este diseño, permitirá incrementar la plusvalía de las propiedades, beneficiando a los moradores de este sector.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General**

Elaborar el diseño vial de la vía arterial secundaria del barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”, utilizando las normas viales de construcción de carreteras vigente, MOP y AASHTO – 93, para encontrar la mejor alternativa de vía de acorde a las necesidades de los habitantes del sector.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

Ejecutar un levantamiento topográfico en el área del proyecto de investigación, por medio de los equipos topográficos, para obtener las características geográficas del terreno que permitan un óptimo diseño de la vía.

Diseñar el diseño horizontal, vertical, ensamblaje y reporte de volúmenes, mediante el manejo del Software AUTODESK CIVIL 3D, para generar secciones transversales y diagrama de masas.

Realizar un estudio del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), aplicando el método de conteo manual, para una clasificación de vehículos según sus características según la normativa MOP 2003.

Efectuar un estudio geotécnico, a través de una muestra inalterada del suelo, con el fin de determinar las propiedades del terreno.

Establecer el tipo de material que se utilizará en la vía de diseño, mediante los valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción (MOP), con el fin de proyectar la vía de 15 – 20 años.

Plantear una indagación técnica económica, aplicando los parámetros financieros y costos de operación del proyecto, con el fin de que la vía sea viable a su futura construcción con este diseño.



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Definiciones**

##### **2.1.1. Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003)**

Reglamento utilizado para el diseño geométrico de carreteras establecido por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, en las que constan los parámetros, para un correcto modelamiento topográfico, tráfico, velocidad de diseño, alineamientos horizontales y verticales, distancias de visibilidad, secciones transversales y drenaje. Según la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (2003):

En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño. (p. 4).

Esto indica la relevancia que tiene la topografía en el trazado de la vía, en el que intervienen los detalles geométricos, los volúmenes de corte relleno y las pendientes de diseño.

##### **2.1.2. (AASHTO - 93)**

Metodología aplicada al diseño y comportamientos de los pavimentos flexibles y rígidos para la determinación de los espesores de las capas de rodadura, base granular, subbase granular y mejoramiento.

En un pavimento rígido, debido a la rigidez de la losa de hormigón se produce una buena distribución de las cargas de las ruedas de los vehículos, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. En un pavimento flexible, el concreto asfáltico, al tener menor rigidez, se deforma y transmite tensiones mayores en la subrasante. (AASHTO, 1993, p. 1).

Esto indica que permite reconocer el diseño y la gestión de los procedimientos de la construcción o mejoramientos de los pavimentos flexibles y rígidos.

### **2.1.3. Estudio de Tráfico**

#### **2.1.3.1. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

Recopilación de la información del promedio diario anual del flujo vehicular, que circulan en una determinada vía, por medio de un conteo manual clasificado, conteo automático, conteo mediante video cámaras, para la clasificación según su función.

El estudio de tráfico es otro parámetro fundamental en cuanto a obras viales ya que en base a un estudio fiable se podrá realizar una proyección de TPDA y tráfico futuro lo más próximo a la realidad y para ello deberá establecerse estaciones de conteo, contar con la tabla de clasificación de vehículos por su tipo y peso y saberlos diferenciar para evitar confusión en la recolección de datos. (Córdoba, 2022. p. 51).

En este sentido, el TPDA corresponde al conteo de vehículos durante un año, el cual debe estar proyectado para 15 o 20 años, mediante la siguiente fórmula:

$$T.P.D.A = \frac{\# \text{ de vehículos en un año } [veh]}{365 \text{ días del año } [día]}$$

#### **2.1.4. Levantamiento Topográfico**

Determinación de las propiedades del terreno, mediante equipos topográficos, en donde se determina las características geológicas y geográficas de la superficie terrestre. “En un levantamiento topográfico se toman los datos necesarios para la representación o elaboración del mapa del área en estudio.” (Toaquiza, 2013, p. 4). Por lo tanto, los datos necesarios para identificar las características del terreno son: altimetría, planimetría, batimetría y perfiles longitudinales del terreno.

#### **2.1.5. Estudio Geotécnico – Geológico**

Proceso realizado en la superficie terrestre, de la cual se toma muestras representativas del suelo. Existen dos tipos: alteradas e inalteradas, para su respectivo análisis de mecánica de suelos y geotecnia, con el fin de determinar las características del tipo del suelo.

Según Karl Terzaghi, la mecánica de suelos es la aplicación de la teoría y leyes de la mecánica e hidráulica, para resolver problemas ingenieriles relacionados con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, formadas a partir de meteorización química o física. (Crespo, 2010, p. 17).

Por consiguiente, mediante el estudio del suelo se puede determinar el comportamiento de este, mediante cargas aplicadas para un correcto modelamiento estructural.

#### **2.1.6. Diseño Vial**

Proceso en el cual se elabora un modelamiento a base de estudios topográficos, tanto el diseño horizontal como vertical, mediante el análisis estructural, funcional y operacional. “Un diseño horizontal es aquel que es parte del Diseño Geométrico de Carreteras donde las principales características a tomarse en cuenta son el tránsito, la topografía y las velocidades de diseño.” (Maygua y Nagua, 2018, p. 64). Por ende, todas estas características permiten tener un diseño óptimo, mediante la metodología del TPDA. Con el fin de tener un descongestionamiento vehicular, como también el aumento del grado de confort de los conductores y la reducción de la tasa de siniestros de tránsito en el país.

#### **2.2. Marco Conceptual**

El plan vial para la rectificación y mejoramiento de la vía arterial secundaria, ubicada en Santa Rosa Alta de Uyumbicho, tiene como propósito un diseño óptimo para la modificación vial que conecta la Av. Pedro Vicente Maldonado con la Av. Colectora Quito – Tambillo. Por ende, esto tendrá un impacto indudable a los habitantes del barrio ya que esto beneficiará en el ámbito social, salud, económico, agrícola, ganadero y turístico.

### **2.3. Marco Legal**

El proyecto “DISEÑO VIAL PARA LA RECTIFICACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VIA ARTERIAL SECUNDARIA, UBICADA ENTRE EL KM 0+800 Y KM 2+00, DE “SANTA ROSA ALTA DE UYUMBICHO”, EN LA PARROQUIA DE TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, el cual debe regirse a las normativas vigentes en el Ecuador (MTOPI. AASHTO), las cuales establecen los parámetros para el diseño estructural y geométrico vial. Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12-MTOPI) (2013):

En esta normativa se establecen las políticas, criterios, procedimientos y metodologías que se deben cumplir en los proyectos viales para factibilizar los estudios de planificación, diseño y evaluación de los proyectos viales, así como para asegurar la calidad y durabilidad de las vías, mitigar el impacto ambiental y optimizar el mantenimiento del tráfico en las fases de contratación, construcción y puesta en servicio. (p. 6).

Consecuentemente, estos parámetros son fundamentales en la realización del proceso del diseño vial en las carreteras de la República del Ecuador.

### **2.4. Marco Ambiental**

Los efectos producidos por el impacto ambiental en la construcción de carreteras son la disgregación de ecosistemas, la reducción de flora y fauna nativa, como también la modificación del paisaje, por consiguiente, se considerará los impactos ambientales que se pueden ocasionar en la vida útil del proyecto vial. Consecuentemente se analizará las leyes regulatorias ambientales del país (MTOPI-001-F-2002).

Un manejo racional de la vegetación y fauna nativas que se encuentren en la zona de la obra dará como resultado la conservación del patrimonio natural; además, el disponer de una educación y conciencia ambiental por parte de cada uno de los obreros que laboran en la obra, permitirá lograr los objetivos que se pretende alcanzar con la aplicación de lo descrito en esta sección. (MTOPI-001-F-2002, p. 35).

Esto indica que permite reconocer la prevención ambiental en la construcción de las carreteras para la mitigación de daños ambientales en el sector de la elaboración del proyecto vial.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

El proyecto se desarrollará de forma descriptiva y analítica. La descriptiva busca explicar a detalle del por qué se va a realizar el diseño de la vía.

La investigación descriptiva es una forma de estudio para saber quién, dónde, cuándo, cómo y por qué del sujeto del estudio. En otras palabras, la información obtenida en un estudio descriptivo explica perfectamente a una organización el consumidor, objetos, conceptos y cuentas. Se usa un diseño descriptivo para hacer una investigación. (Naghi, 2005, p. 91).

De modo que el proyecto de investigación se realiza con el estudio de cada área a profundidad, mediante su clasificación y caracterización. Los mismos que están estipulados en las normas vigentes, en donde intervienen los parámetros correlacionados que están presentes en el diseño vial.

La analítica es donde se descompone por partes los estudios técnicos preliminares para indagarlos de una forma específica.

Este método, también conocido como de análisis, es la operación mental que separa los elementos de una unidad para conocer cada una de sus partes y establecer su relación. Como puede advertirse, el análisis está virtualmente vinculado con el método inductivo, pues cuando se examinan partes de un universo (análisis), es posible inferir las características del mismo (inducción). (Elizondo, 2002, p. 8).

Consecuentemente, es el proceso en el cual se va a incluir una investigación argumentada, como los resultados de los ensayos del laboratorio, mismos que se hondarán e incluirán en los datos de un estudio geotécnico, que serán de ayuda en el proyecto.

## **3.2. Método de Investigación**

El proyecto cuenta con un método mixto (Cuantitativo y Cualitativo). El cualitativo se presenta con una indagación basada en la recolección, observación y el estudio de información. Según Báez y Tudela (2009), “El método cualitativo se adhiere a la corriente de pensamiento fenomenológica y tiene como principal objetivo conocer los porqués, las razones por las que sucede lo que sucede” (p. 83). En ese sentido, el análisis de la información recolectada va ligada al proceso del diseño vial, por consiguiente, se procederá a tener diferentes alternativas de viabilidad del proyecto.

En el cuantitativo debido a que existe un planteamiento del problema, visualización del alcance del estudio y la generalización de resultados.

El diseño de la investigación cuantitativa es un programa que especifica el proceso de realizar y controlar un proyecto de investigación, es decir, es el arreglo escrito y formal de las condiciones para recopilar y analizar la información, de manera que combine la importancia del propósito de la investigación y la economía del procedimiento. (Naghi, 2005, p. 85).

Esto denota la mejora de los costos de operación y el planteamiento adecuado de la indagación técnica – económica en el proyecto.

## **3.3. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Información**

### **3.3.1. Estación Total**

Las herramientas por utilizar para acumular información del proyecto, está contemplada la utilización de la estación total, para el levantamiento topográfico de la vía.

### **3.3.2. Herramientas de Laboratorio**

Mediante la muestra de suelo inalterada, se utilizará los laboratorios con todos sus equipos disponibles como: moldes, aparato de compresión, balanzas, horno, recipientes

de secado, cazuela de casa grande, espátula, etc, para los ensayos requeridos de límite plástico, límite líquido, contenido de humedad y tipo de suelo.

### **3.3.3. Estudios Preliminares**

#### **3.3.3.1. Cartas Topográficas**

Visibilizar el relieve del terreno, las curvas de nivel, vías de comunicación y datos hidrográficos, mediante las cartas topográficas del portal del Instituto Geográfico Militar (IGM).

#### **3.3.3.2. Consumo de Combustible**

Establecer la cantidad de gasto de combustible de los vehículos que transitan por la vía de tercer orden, mediante la comparación del consumo de combustible de una vía de primer orden, con la misma distancia recorrida y condiciones climáticas similares.

#### **3.3.3.3. Obras de Drenaje Vial**

Evidenciar elementos de desagüe, redes de alcantarillado y evacuación del drenaje mixto (pluvial y domiciliario) presentes en la vía, mediante los planos hidráulicos existentes en el GAD Municipal del Cantón Mejía.

### **3.4. Proceso Técnico de Ingeniería Civil**

El proyecto está estructurado de la siguiente manera para su respectivo desenvolvimiento:

#### **3.4.1. Estudio Topográfico, Trazado y Diseño Vial**



Realizar el levantamiento topográfico con la ayuda de un equipo topográfico como es la estación total, observando las características del terreno para la obtención de los datos necesarios del diseño, los cuales son: Altimétricos y Planimétricos.

Posteriormente se procederá al procesamiento de los datos en el software Autodesk Civil 3D, para el diseño horizontal, vertical, ensamblaje y reporte de volúmenes, con el fin de generar secciones transversales y el diagrama de masas.

#### **3.4.2. Estudio Geotécnico – Geológico**

Efectuar un estudio geotécnico, a través de la extracción de varias muestras inalteradas del suelo, con el fin de determinar las características del terreno, las cuales permitirá analizar el límite plástico, límite líquido, contenido de humedad y tipo de suelo en el cual se va a diseñar la vía.

Estos ensayos se llevarán a cabo en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Sur.

#### **3.4.3. Estudio de Taludes**

Realizar un análisis de estabilidad de taludes, mediante el diseño topográfico, geotécnico, las resistencias de los materiales y las cargas que están presentes en los taludes.

#### **3.4.4. Estudio del Tráfico**

Desarrollar mediante un conteo manual el estudio de tráfico mediante la metodología TPDA. El cual tendrá una duración de 15 días consecutivos. “Para determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA), es necesario realizar los ajustes por medio de los siguientes factores: Tráfico promedio observado ( $T_o$ ), Factor Diario ( $F_d$ ), Factor Semanal ( $F_s$ ), Factor mensual ( $F_m$ )” (MOP 2003, p. 16). El que ayudará a realizar una proyección del tráfico promedio futuro del barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”.

### **3.4.5. Diseño del Pavimento**

Generar un estudio y diseño de la estructura del pavimento de acorde a las necesidades de los usuarios del sector. Estableciendo y definiendo los diferentes tipos de pavimento.

El pavimento es una estructura formada por un conjunto de capas de varios materiales para facilitar el tránsito de personas, animales o vehículos, en la vía en cualquier época del año y bajo cualquier condición, por lo que su diseño debe cumplir con las normas exigidas siendo su resultado un pavimento de calidad que genere seguridad, rapidez y comodidad. (Bravo y Guevara, 2022, p. 132).

Por manera que, el pavimento debe contener las diferentes capas: cada de rodadura, base, subbase y subrasante que soporten la fatiga de tránsito de acuerdo con la metodología TPDA.

### **3.4.6. Estudio Hidráulico**

Llevar a cabo el diseño hidráulico con la finalidad de minimizar el caudal presente en la vía para reprimir el paso del agua y tener su respectiva evacuación, mediante la información meteorológica, precipitaciones, temperatura, viento, drenajes longitudinal y transversal, intensidad de precipitación, etc.

### **3.4.7. Impacto Ambiental**

Efectuar un plan ambiental para reducir las alteraciones negativas en el medio ambiente, como son la flora y fauna presente en el sector. Las emisiones de gases contaminantes, el monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), etc., producidas por los vehículos que circulan en dicha vía de tercer orden.

#### **3.4.8. Señalización Vial**

Elaborar un plan de señaléticas informativas, preventivas, regulatorias, reglamentarias, delineadores horizontales, etc. Mediante el diseño efectuado, en donde intervienen los parámetros como: velocidades de circulación, ancho de calzada, pesos de la vía y altura máxima de vehículos para una mejor seguridad y confort de los usuarios para su movilización. Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), “Los dispositivos de control de tránsito informan a los usuarios de las regulaciones y dan prevención y guías necesarias para la operación segura, uniforme y eficiente de todos los elementos del flujo de tránsito” (p. 3). En este sentido, todos estos elementos promuevan la eficiencia en la vía para reducir la tasa de siniestros de tránsito.

#### **3.4.9. Estudio Económico**

Elaborar un análisis técnico – económico, detallando los costos de todas las actividades a realizar como son: la mano de obra, el costo de los materiales, alquiler de equipos y maquinaria, con el fin de elaborar un presupuesto para determinar la viabilidad del proyecto para su futura construcción.

## CAPÍTULO IV

### ESTUDIO TOPOGRÁFICO

#### 4.1. Antecedentes

En el ámbito de la Ingeniería Civil, es primordial el levantamiento del terreno en lo que implica el estudio topográfico, en el cual se pretende recrear la topografía del terreno, las condiciones y las características en el que se encuentra el proyecto.

En donde, el levantamiento topográfico es fundamental para la elaboración de un proyecto de rectificación y rehabilitación vial, más adelante se procura establecer las condiciones de altimetrías y planimetrías del terreno, cuyas condiciones del terreno acabaran después de su construcción. “Al establecer las características geométricas de un camino se lo hace en función de las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso, este que su la vez puede ser suave o escarpado.” (MOP, 2003, p.4). Por lo tanto, se debe tomar en cuenta las pendientes transversales y longitudinales dependiendo del terreno para el proyecto.

La Planimetría y la Altimetría, llegan a tener mucha relevancia en nuestro proyecto a estudiar. “Planimetría: Puede entenderse como una parte de la topografía dedicada al estudio de los métodos que se ponen en marcha para lograr representar una escala y detalles de un terreno sobre una superficie plana” (ARCUX, 2012, p.1). En tanto, la Altimetría es la rama que se encarga de estudiar los procedimientos para llegar a una altura o cota de los puntos con relación a un plano de referencia.

En función de estas consideraciones se ha logrado establecer que los estudios viales son de suma importancia, ya que el diseño vial va ligado con la topografía del proyecto. Cuyo propósito fundamental es lograr un diseño óptimo y duradero de la vía, la cual deberá cumplir con todas las especificaciones técnicas establecidas requeridas por la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003.

## 4.2. Levantamiento Topográfico

Es el resultado final de todo un estudio topográfico, el cual se ha realizado en el sitio del proyecto y plasmadas sobre un plano. Según Torres y Villate señala que:

Se entiende por levantamiento Topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno levantado, el área y volúmenes de tierra cuando así lo requiera. (p.17).

Por consiguiente, lo que se pretende en el proyecto es la realización de la ubicación del proyecto mediante las coordenadas, las elevaciones y su descripción.

**Levantamiento Topográfico:** Estudio de la superficie donde se abarca la amplitud del terreno en donde se va a realizar el proyecto (debe ser menor a 30 km)

**Levantamiento Geodésico:** Conjunto de operaciones de campo, en donde se abarca una extensión extensa del terreno, considerando la encorvadura del planeta Tierra. (debe ser mayor a 30 km)

Para este proyecto se ha realizado un levantamiento tipo topográfico cuya área de extensión es menor a 30 km, con la utilización de un equipo de precisión (Trimble GPS RTK Base Rover).

## 4.3. Tipo de terreno

En función de sus características geométricas, se establece el tipo de terreno a estudiar, los cuales son: ondulado, llano y montañoso. La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

Un terreno es de topografía llana cuando en el trazado del camino no gobiernan las pendientes. Es de topografía ondulada cuando la pendiente del terreno se identifica, sin excederse, con las pendientes longitudinales que se pueden dar al trazado. Y finalmente, un terreno es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpada cuando dicha pendiente es mayor al referido valor. (p. 4)

A través de las características y condiciones, se establece el tipo de terreno del proyecto, con la ayuda de estudios topográficos realizados en el mismo.

#### **4.3.1. Terreno Plano**

Tipo de terreno en donde su pendiente transversal oscila entre el 0 – 5%, el cual es el terreno más apto para la construcción. El Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013) señala que:

De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3% (p. 49).

Cuyos alineamientos horizontales deben cumplir todos los parámetros establecidos de sus pendientes, ya que es de gran ayuda para normalizar una velocidad estándar de los vehículos que circularán en la vía del proyecto.

#### **4.3.2. Terreno Ondulado.**

Clase de terreno, cuyas pendientes transversales oscila entre el 6 – 25%, las cuales presentan pequeñas colinas o cerros, por lo general sirven como una red fluvial. “Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%.” (NEVI-12, 2013, p. 49). De modo que, en este tipo de terreno obliga a los usuarios que tienen vehículos pesados conducir con velocidades menores a lo que transitan los vehículos livianos.

### 4.3.3. Terreno Montañoso

Tipo de terreno en el que las pendientes transversales oscilan entre el 25% al 75%, son de suma importancia las elevaciones y depresiones que existe en este tipo de terreno, sus declives son de manera brusca. Para poder realizar cualquier tipo de proyecto en este tipo de terreno es costoso por el movimiento de tierras. “Un terreno es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpado cuando dicha pendiente es mayor al referido valor” (MOP, 2003, p. 4). Por lo tanto, en este tipo de terreno posee laderas, cordilleras sierra o volcanes por su tipo de pendientes.

### 4.3.4. Terreno Escarpado

Tipo de terreno con pendientes transversales mayores al 75% y posee pendientes longitudinales mayores al 7%, al igual que el terreno montañoso tiene un costo elevado de movimiento de tierras por la dificultad que se produce en el proyecto. “Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendientes que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes.” (Grisales, I. J., 2013, p. 5). Por consiguiente, este tipo de terreno tiene mucha inclinación, es de mucha dificultad y peligrosidad para que los vehículos puedan transitar.

**Tabla 1**

*Tipo de terreno del proyecto vial, con sus respectivas pendientes longitudinales y transversales*

<b>TIPOS DE TERRENO</b>	<b>PENDIENTE TRANSVERSAL</b>	<b>PENDIENTE LONGITUDINAL</b>
<b>PLANO (P)</b>	0 - 5 %	< 3 %
<b>ONDULADO (O)</b>	6 - 25 %	3 - 6 %
<b>MONTAÑOSO (M)</b>	25 - 75 %	6 - 8 %
<b>ESCARPADO (E)</b>	> 75%	> 8%

*Nota.* Características de cada tipo de terreno. Elaborado por: Los Autores.

#### **4.4. Sistema de Coordenadas**

Es la ubicación geográfica de un área determinada, además de que es un procedimiento para poder identificar sobre la superficie de la tierra el posicionamiento de un punto y de los planos o de los ejes que están vinculados a las coordenadas. Existe dos tipos de sistema de coordenadas que se mayormente se utiliza en la contemporaneidad.

- Sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator)
- Coordenadas Geográficas

##### **4.4.1. Sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator)**

El sistema UTM es un procedimiento por el cual se puede identificar o referenciar un punto en la superficie de la tierra mediante una proyección cilíndrica, tangente a una elipse, que nos permite representar o mostrar al planeta Tierra sobre el plano. Esta dividido por 20 zonas, manifestadas desde la letra C hasta la X.

El datum es un sistema de georreferenciación que permite representar la superficie de la tierra sin ninguna irregularidad, este genera un punto de referencia u origen.

El sistema de proyecciones Universal Transversal de Mercator (UTM), es una proyección de tipo cilíndrica, obtenida mediante la representación sobre una superficie cilíndrica, dicho cilindro coincide en un punto en específico con el eje ecuatorial. Los meridianos y paralelos se los representan mediante líneas horizontales y perpendiculares, formando cuadrículas, variando las coordenadas de esféricas a rectangulares. (Sánchez, 2014. p. 9).

Por lo tanto, en el presente proyecto vial se va a utilizar el sistema geodésico de coordenadas geográficas WGS-84 en el que se basa el sistema de posicionamiento global (GPS) utilizado comúnmente en la topografía, la vía se encuentra en la Zona 17S.

#### **4.5. Ubicación del Proyecto**

El proyecto de estudio se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Tambillo, barrio Santa Rosa Alta de Uyumbicho, en las siguientes coordenadas:



**Tabla 2**

*Coordenadas del Proyecto*

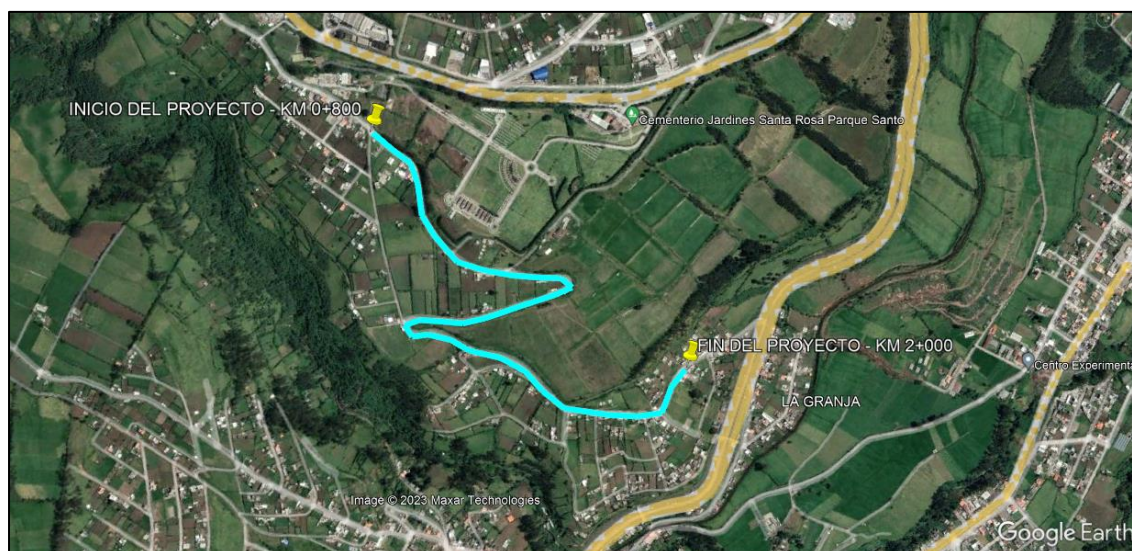
<b>SISTEMA</b>	<b>COORDENADAS</b>
<b>INICIO DEL PROYECTO</b>	
<b>UTM - WGS 84</b>	772891.34 E 9956775.60 N <b>17S</b>
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	0°23'26.0" S 78°32'53.8" O
<b>ALTITUD</b>	3017.20 (m)
<b>FIN DEL PROYECTO</b>	
<b>UTM - WGS 84</b>	773594.09 E 9955986.32 N <b>17S</b>
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	0°23'51.6" S 78°32'31.1" O
<b>ALTITUD</b>	2871.22 (m)

*Nota.* Las coordenadas se obtuvieron con los equipos topográficos. Elaborado por:

Los Autores

**Figura 2**

*Posicionamiento Geográfico del Comienzo y Fin del Proyecto*



*Nota.* Localización geográfica del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

#### 4.6. Posicionamiento de puntos de control o BMs

BMs (Bench Mark) Representan los puntos de inicio de los levantamientos topográficos en los que sus coordenadas norte, este y elevación, están determinadas de manera exacta. Sirven como puntos de apoyo que permiten de mejor manera realizar los cálculos previstos, se los consideran puntos de control.

Estos puntos de control deben estar con una marca correctamente identificada. Representan el punto de ajuste para iniciar con el trabajo de topografía. Estos pueden ser identificados ya sea mediante pintura, cal, lonas, etc.

Para el proyecto se realizó la implantación de un punto de control que se le denominó (GPS), el cual es el punto de inicio del proyecto, la toma de coordenadas se la realizó mediante la Estación Base, en colaboración con el GAD del Cantón Mejía.

A continuación, se presenta las coordenadas del punto de control (GPS):

**Tabla 3**

*Coordenadas del punto GPS*

<b>COORDENADAS DEL PUNTO GPS</b>	
<b>PUNTO</b>	<b>1</b>
<b>ESTE</b>	773118.6830
<b>NORTE</b>	9956333.5210
<b>ELEVACIÓN</b>	2975.6880 m
<b>DESCRIPCIÓN</b>	GPS

*Nota.* Se presenta las coordenadas del punto de control. Elaborado por: Los Autores.

### **Figura 3**

#### *Colocación e Implantación del Punto GPS*



*Nota.* Colocación del punto de control. Elaborado por: Los Autores

#### **4.7. Trabajo en campo**

##### **4.7.1. Equipo utilizado**

El levantamiento topográfico se realizó mediante un equipo de precisión electrónico (Trimble GPS RTK Base Rover) en colaboración con el GAD del Cantón Mejía el cual facilitó los equipos para la realización del levantamiento, el equipo se encontraba calibrado al momento de realizar el trabajo en campo.

**Figura 4**

*Particularidades del equipo topográfico*

<b>FICHA DEL EQUIPO TOPOGRÁFICO</b>	
	
<b>CATEGORÍA</b>	Trimble GPS RTK
<b>PRECISIÓN</b>	8 mm H / 15 mm V
<b>RECEPCIÓN Y TRANSMISIÓN</b>	Radio UHF
<b>ANTENA</b>	Integrada

*Nota.* Trimble GPS RTK Base Rover. Elaborado por: Los Autores

#### **4.7.2. Levantamiento Topográfico**

El levantamiento topográfico inicio con la colocación de un punto de control, el cual se denominó (GPS), mediante la colocación de un RTK, el cual necesita de una base y un Rover, el RTK nos proporciona los datos en tiempo real que permite la precisión de los datos por medio de los satélites por el receptor. Los beneficios de la base es que envía las tolerancias o correcciones al Rover durante la recolección de la información. El trabajo de campo se sostuvo con la colaboración del GAD del Cantón Mejía.

Se tomo un ancho de faja de 10 metros desde el eje de la vía del proyecto, los puntos se fueron tomando de manera gradual separados con una distancia no mayor a 20 metros, con las respectivas coordenadas (NORTE Y ESTE), como también la elevación (COTA) y la respectiva descripción de cada punto.

**Figura 5**

*Recolección de datos topográficos mediante el TRIMBLE GPS RTK*



*Nota.* Toma de puntos topográficos mediante TRIMBLE GPS RTK.

**Figura 6**

*Toma de puntos de la faja topográfica*



*Nota.* Nivelación del Timble GPS RTK

**Figura 7**

*Calibración del Trimble GPS RTK*



*Nota.* Calibración del equipo electrónico.

## **Figura 8**

*Recolección de datos topográficos con su respectiva descripción*



*Nota.* Descripción de cada punto.

## **Figura 9**

*Relieve significativo de la vía*



*Nota.* Relieve de la vía, terreno montañoso.

#### **4.8. Trabajo de Oficina**

Una vez que se culminó con el levantamiento topográfico se procedió a guardar los datos recopilados en la memoria de la controladora para poder exportar mediante un formato apropiado al software “CIVIL 3D”. Se visualiza de manera adecuada toda la información que se guardó para poderla analizar. La información nos permite ver tanto la planimetría como la altimetría del proyecto, consecuentemente poder realizar el diseño de la vía, ya sea sus secciones transversales, los alineamientos horizontal y vertical, etc.

Para el proyecto se realizó la toma de **666 puntos** en los que se detalla las características de cada uno de ellos como son las coordenadas norte, este y su respectiva elevación. La libreta de campo se encuentra en el ANEXO 1.



## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO**

#### **5.1. Antecedentes**

Es el análisis in situ y en laboratorio del suelo de la vía del proyecto “Santa Rosa Alta de Uyumbicho, entre el km 0+800 y el km 1+200, en el que se llega a determinar las características mecánicas del suelo como son la permeabilidad, resistencia y rigidez. Además, las propiedades físicas y geomorfologías donde se determina las propiedades del suelo por medio de su textura, porosidad, color y estructura ya sea en arena, arcilla o limo. Estos procedimientos o ensayos se los lleva a cabo por medio de la extracción de muestras de suelo alterados o inalterados lo que permite considerar todas las propiedades antes mencionadas para poder realizar un diseño óptimo de la estructura vial o a su vez el respectivo mejoramiento del suelo.

#### **5.2. Ubicación**

El proyecto vial se encuentra ubicado en el barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”, entre el km 0+800 y 1+200, se encuentra junto a la parroquia de Tambillo. Cantón Mejía, Provincia de Pichincha y el propósito de esta obra es el descongestionamiento vehicular de la Avenida “Panamericana Sur km 0+000”, con el fin de reducir el tiempo de desplazamiento de los vehículos hacia las diferentes provincias del Ecuador.

**Tabla 4**

*Coordenadas del proyecto*

<b>SISTEMA</b>	<b>COORDENADAS</b>
<b>INICIO DEL PROYECTO</b>	
<b>UTM - WGS 84</b>	772891.34 E 9956775.60 N 17S
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	0°23'26.0" S 78°32'53.8" O
<b>ALTITUD</b>	3017.20 (m)
<b>FIN DEL PROYECTO</b>	
<b>UTM - WGS 84</b>	773594.09 E 9955986.32 N 17S
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>	0°23'51.6" S 78°32'31.1" O
<b>ALTITUD</b>	2871.22 (m)

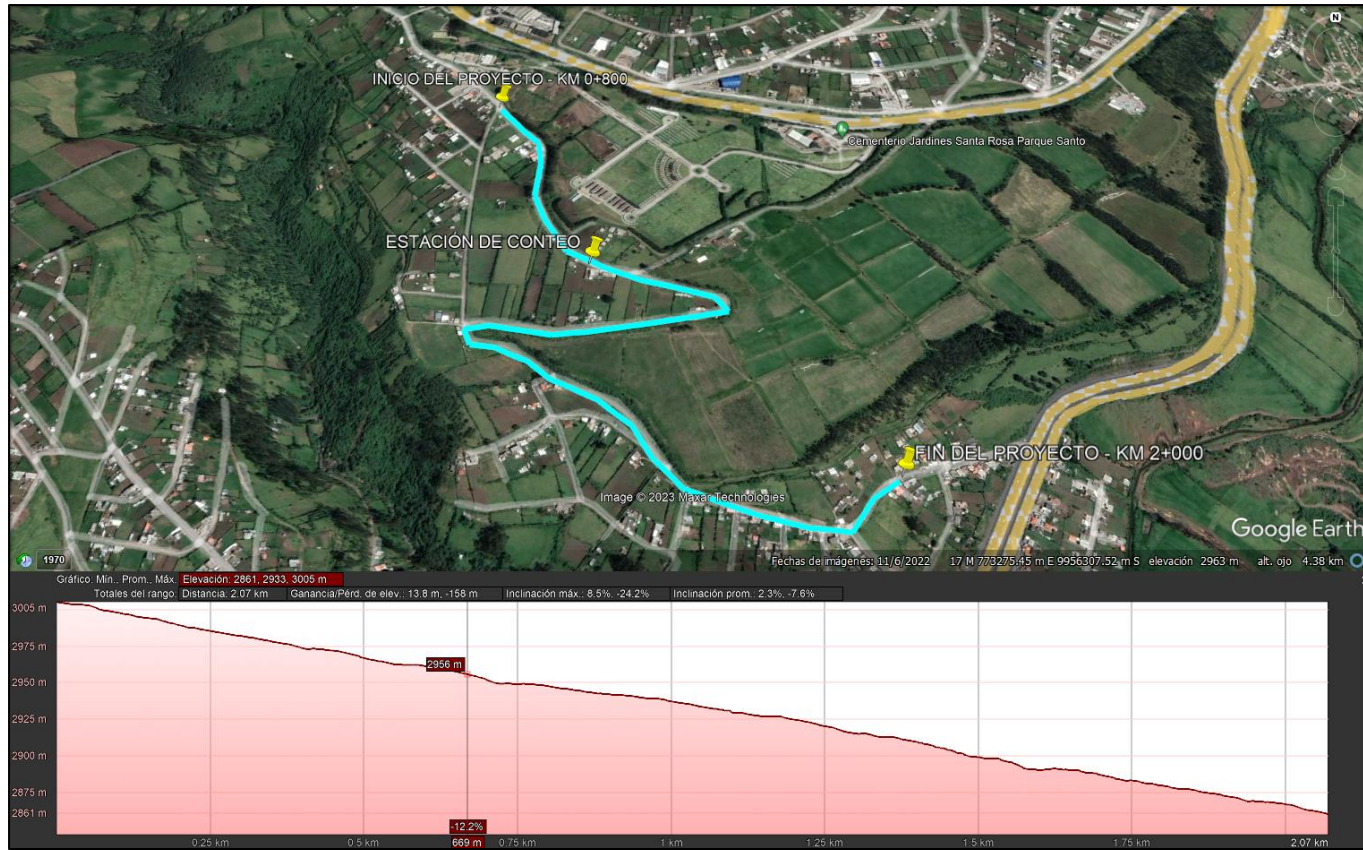
*Nota.* Las coordenadas se obtuvieron con los equipos topográficos. Elaborado por:  
Los Autores.

### **5.3. Geomorfología**

El barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” se encuentra ubicado a una altitud de 2938 m.s.n.m. La presenta vía tiene un punto inicial de altitud de 3005 m.s.n.m. y el punto final con una altitud de 2861 m.s.n.m. Se puede observar mediante los estudios previos que el presente proyecto se encuentra sobre un terreno montañoso.

**Figura 10**

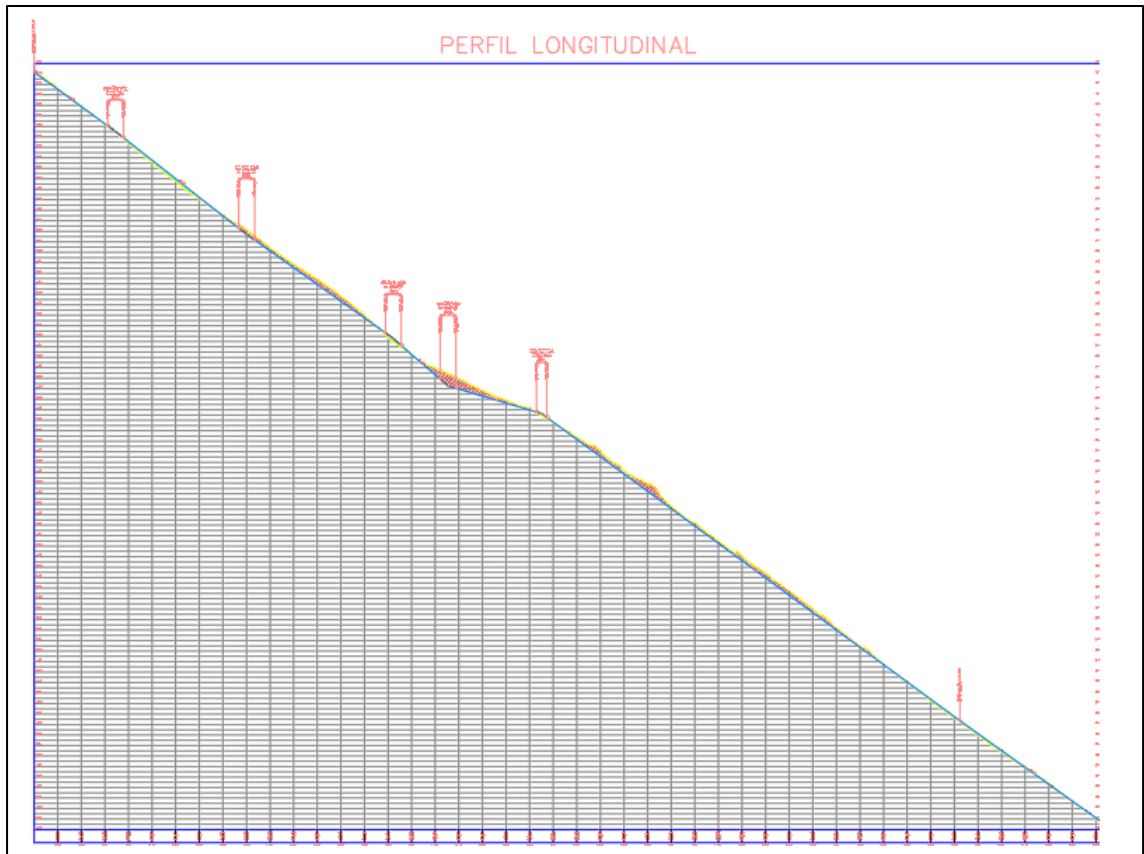
*Perfil longitudinal del terreno*



*Nota.* Relieve del terreno del proyecto, se puede visualizar un terreno montañoso. Elaborado por: Los Autores a través de Google Earth Pro, 2022.

**Figura 11**

*Perfil longitudinal del terreno*



*Nota.* Perfil Longitudinal del proyecto vial. Elaborado por: Los Autores a través del software CIVIL 3D.

#### **5.4. Estudio de Suelos**

Es el estudio que permite determinar las características físicas, mecánicas y geomorfológicas del terreno, esto proporciona la información adecuada para la elaboración correcto del diseño vial del proyecto. Además de que este análisis permite diseñar la estructura para que soporte las cargas que se le van a aplicar en sus diferentes capas: Base, Sub-Base, Capa de Rodadura.

Para la determinación de las propiedades del suelo se obtienen de la extracción de varias muestras de suelo ya sean alteradas o inalteradas en el área del proyecto para proceder con el ensayo de estas muestras en el laboratorio.

## **5.5. Estudios en Campo**

El estudio de los ensayos in situ se los realiza mediante la extracción de muestras en la zona de inserción para la respectiva clasificación y caracterización en los ensayos de laboratorio, para constatar tanto en el área de implantación del proyecto como en el laboratorio donde los especialistas proporcionan el respectivo informe donde se detalla la interpretación de los resultados. En el proyecto vial se procura desempeñar:

- Extracción de muestras inalteradas
  - Clasificación AASHTO
  - Clasificación SUCS
  - Ensayo DCP

### **5.5.1. Extracción de muestras**

Para el estudio de suelos se ha planificado la perforación de 3 calicatas en toda la vía, aproximadamente con separación de 500 metros, cada una de estas calicatas con una profundidad de 1 metro. Según Braja Das en su escrito Fundamentos de Ingeniería Geotécnica:

La fase de investigación del sitio del programa de exploración consiste en la planificación, el barrenado de prueba y la recolección de muestras de suelo a intervalos deseados para la observación posterior y pruebas de laboratorio. La profundidad mínima requerida aproximada de las perforaciones debe ser determinada; sin embargo, la profundidad se puede cambiar durante la operación de perforación, dependiendo del subsuelo encontrado

Por consiguiente, en el libro de Braja Das nos presenta los espaciamientos aproximados entre perforaciones para poder realizar los respectivos ensayos de laboratorio.

**Tabla 5**

*Espaciamientos aproximados entre perforaciones*

<b>ESPACIAMIENTO APROXIMADO ENTRE PERFORACIONES</b>	
<b>TIPO DE PROYECTO</b>	<b>SEPARACIÓN (m)</b>
<b>EDIFICIO DE VARIOS NIVELES</b>	10 - 30
<b>INSTALACIONES INDUSTRIALES DE UNA SOLA PLANTA</b>	20 - 60
<b>CARRETERAS</b>	250 - 500
<b>SUBDIVISIÓN RESIDENCIAL</b>	250 - 500
<b>PRESAS Y DIQUES</b>	40 - 80

*Nota.* Espaciamientos entre perforaciones que propone el autor Braja Das.  
Elaborado por: Los Autores.

A partir de esto, se ha establecido como se mencionó anteriormente la perforación de 3 calicatas, mediante la colaboración de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador para poder realizar los respectivos en los que se va a determinar las características del suelo, entre las que tenemos el contenido de humedad, límites de “Atterberg” y su respectiva clasificación.

**Figura 12**

*Perforación de la Calicata 1 en la abscisa 0+000*



*Nota.* Perforación de calicata a 1m de profundidad. Elaborado por: Los Autores.

**Figura 13**

*Perforación de la Calicata 2 en la abscisa 0+500*



*Nota.* Perforación de calicata a 1m de profundidad. Elaborado por: Los Autores.

**Figura 14**

*Perforación de la Calicata 3 en la abscisa 1+000*



*Nota.* Perforación de calicata a 1m de profundidad. Elaborado por: Los Autores.

### **5.5.2. Estudios de laboratorio**

Los ensayos de laboratorio permiten determinar las propiedades del suelo a través de muestras inalteradas conformadas in situ, dichos resultados del laboratorio permiten realizar un óptimo diseño estructural de la vía.

#### **5.5.2.1. Estudios Característicos**

En esta sección se visualiza todos los ensayos que se van a realizar para la determinación de las características del suelo.

##### **Ensayos de laboratorio:**

- Clasificación de suelo SUCS
- Clasificación de suelo AASHTO
- Ensayo DCP

#### **5.5.2.2. Clasificación de suelos**

Los suelos dependiendo de sus características mecánicas y su comportamiento en el ámbito de la ingeniería se puede clasificar en grupos y subgrupos. Esto permite que se clasifiquen detalladamente de acuerdo con su infinidad de variabilidad. El autor Braja Das en su obra Fundamentos de Ingeniería Geotécnica manifiesta que:

En la actualidad, dos elaborados sistemas de clasificación que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos son comúnmente utilizados para aplicaciones ingenieriles. Se trata del American Association of State Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de clasificación de Suelos.

Por consiguiente, se ha determinado realizar las dos clasificaciones de suelos para determinar las características del suelo del presente proyecto.



#### **5.5.2.2.1. Clasificación de suelo SUCS**

Por sus siglas, SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), es un sistema de clasificación de suelo que fue expuesto por Casagrande en 1948. El autor Braja Das en su obra Fundamentos de Ingeniería Geotécnica manifiesta que:

El Sistema Unificado de Clasificación clasifica los suelos en dos grandes categorías:

- Suelos de grano grueso que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso.
- Suelos de grano fino con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

Los símbolos que se utilizan para reconocer en la clasificación de suelos son:

**W:** Bien Clasificado

**P:** Mal Clasificado

**L:** Baja Plasticidad (Límite líquido menor de 50)

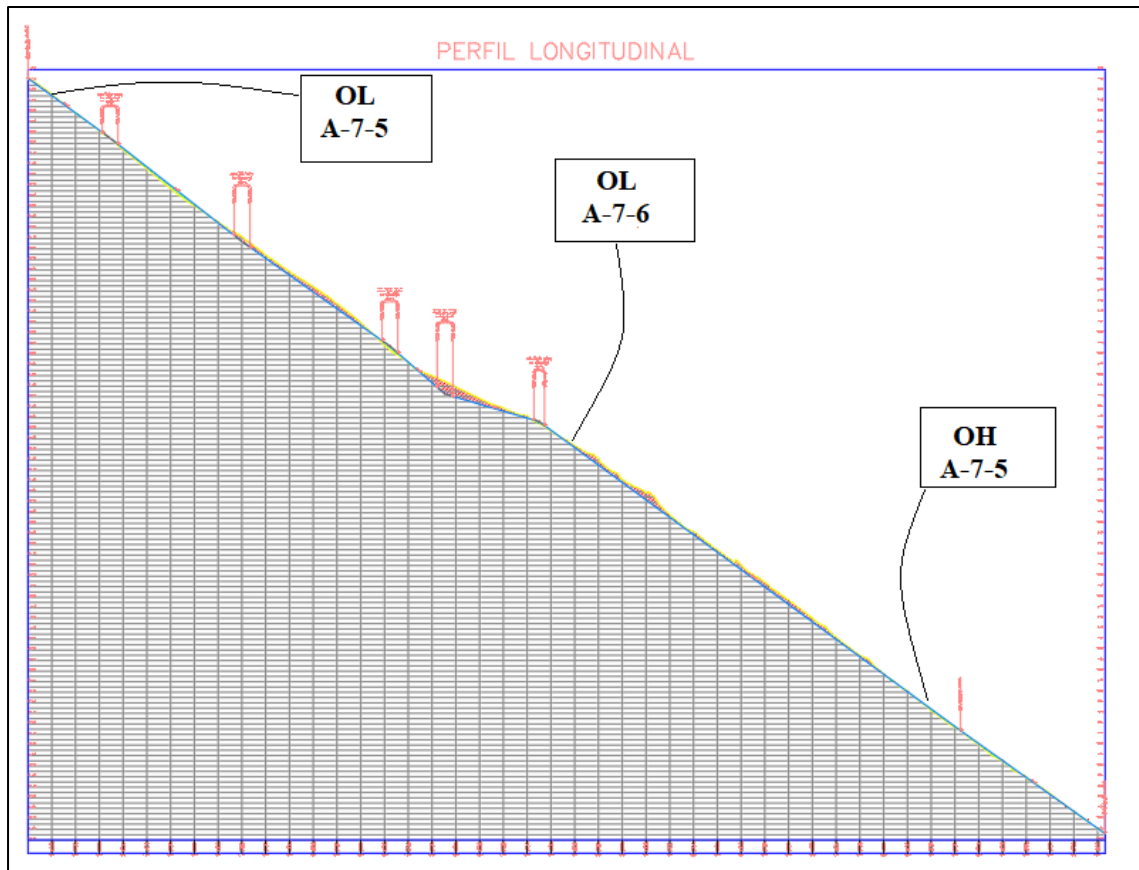
**H:** Alta Plasticidad (Límite líquido mayor de 50)

Este tipo de clasificación se encuentra normalizado en ASTM D - 2487

#### **5.5.2.2.2. Clasificación de suelo AASHTO**

Por sus siglas, AASHTO (American Association of State Highway Officials), es un sistema de clasificación de suelo que fue expuesto en 1929. Se encuentra normalizado en ASTM D – 3282. Esta clasificación permite dividir a los suelos inorgánicos en 7 grupos, en los que se encuentran subdivididos del A-1 al A-7. Se debe tomar en cuenta que en el subgrupo A-1 se tiene el suelo más conveniente para ser usado en la subrasante.

**Figura 15**  
*Estratigrafía de la vía*



*Nota.* Como se puede visualizar a lo largo de toda la vía se encuentra un tipo de suelo: **OL** (**limo orgánico arenosa**). Elaborado por: Los Autores a través del software CIVIL 3D.

Mediante los ensayos de laboratorio se ha determinado las siguientes clasificaciones, verificar en los **ANEXOS 3**.

**Tabla 6***Clasificación SUCS Y AASHTO*

<b>MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>ABSCISA</b>	0+000	0+500	1+000
<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>OL</b>	<b>OL</b>	<b>OH</b>
<b>NOMBRE TÍPICO</b>	Limo orgánico arenosa	Limo orgánico arenosa	Limo orgánico arenosa
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A-7-5 (9)</b>	<b>A-7-6 (9)</b>	<b>A-7-6 (9)</b>
<b>NOMBRE TÍPICO</b>	Suelo arcilloso	Suelo arcilloso	Suelo arcilloso

*Nota.* Clasificación SUCS y AASHTO de todo el trayecto vial. Elaborado por: Los Autores.

### 5.5.2.3. Ensayo DCP

Por sus siglas DCP (Penetrómetro Dinámico de Cono), es el ensayo que se realiza con la intención de determinar la capacidad resistente del suelo. Esto permite conocer las características de las capas del terreno. Los suelos en los que generalmente se realiza los ensayos son granulares y finos.

Para el proyecto vial se ha determinado realizar el ensayo con las siguientes características del Instrumento:

**Tabla 7***Características del Instrumento*

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CALIBRACIÓN</b>	<b>FACTOR MARTILLO</b>
<b>MARTILLO</b>	8KG (17.6 lb.)	1,0

*Nota.* Se presenta la calibración y el factor del martillo. Elaborado por: Los Autores.

En el proyecto se ha considerado la realización del Ensayo DCP en los siguientes tramos de la vía:

**Figura 16**

*Ensayo DCP en la abscisa 0+000*



*Nota.* Se presenta el ensayo DCP en la vía del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

**Figura 17**

*Ensayo DCP en la abscisa 0+500*



*Nota.* Se presenta el ensayo DCP en la vía del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

### Figura 18

Ensayo DCP en la abscisa 1+000



*Nota.* Se presenta el ensayo DCP en la vía del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

### Tabla 8

*Resumen DCP muestra 1*

<b>RESUMEN – ABSCISA 0+500</b>	
No de GOLPES	42
ÍNDICE DCP – PROMEDIO (mm/golpe)	24,5
ÍNDICE DCP – MÁXIMO (mm/golpe)	41,0
ÍNDICE DCP – MÍNIMO (mm/golpe)	8,5

*Nota.* Se presenta los resultados de laboratorio. Elaborado por: Los Autores.

**Tabla 9***Resumen DCP muestra 2*

<b>RESUMEN – ABSCISA 0+500</b>	
No, de GOLPES	42
ÍNDICE DCP – PROMEDIO (mm/golpe)	23,5
ÍNDICE – MÁXIMO (mm/golpe)	34,5
ÍNDICE – MÍNIMO (mm/golpe)	10,5

*Nota.* Se presenta los resultados de laboratorio. Elaborado por: Los Autores.

**Tabla 10***Resumen DCP muestra 3*

<b>RESUMEN – ABSCISA 1+000</b>	
No, de GOLPES	44
ÍNDICE DCP -PROMEDIO (mm/golpe)	22,1
ÍNDICE DCP - MÁXIMO (mm/golpe)	39,0
ÍNDICE DCP – MÍNIMO (mm/golpe)	3,5

*Nota.* Se presenta los resultados de laboratorio. Elaborado por: Los Autores

Se puede verificar la interpretación de los resultados en los **ANEXOS 4**.

#### **5.5.2.4. Ensayo CBR**

El ensayo CBR es un parámetro del suelo que nos permite reconocer la capacidad resistente que tiene el terreno ya sea como subrasante, subbase y base en el estudio de diseño de pavimentos, mediante la utilización de moldes normalizados los cuales van a ser compactados, posteriormente sumergidos en agua, seguidamente de la aplicación del punzamiento sobre el suelo del terreno que se encuentra en los moldes mediante un pistón normalizado.

El ensayo CBR se puede clasificar mediante categorías, en donde nos indica que si el CBR es menor al 6% es deficiente y se necesita del mejoramiento o estabilización del suelo para cualquier proyecto vial con el objetivo de aumento la capacidad resistente del terreno.

En Manual Completo de Diseño de Pavimentos en la p. 353., nos presenta las categorías de la subrasante con relación al CBR, en función de la clasificación SUCS Y AASHTO:

**Tabla 11**

*Clasificación de la Subrasante con relación a la clasificación del suelo y CBR*

<b>CATEGORÍA SUBRASANTE</b>	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>CBR (%)</b>	<b>K (KG/CM2)</b>
<b>MUY BUENA</b>	GW, GP, GM, GC	A1 -a, A1 -b	> 25	> 8
<b>BUENA</b>	SC - SM	A2 - 6, A2-7	6 a 25	4 a 8
<b>DEFICIENTE</b>	ML, CL, MH, CH, OH, OL	A-5, A-6, A7-5, A7-6	2 a 6	2 a 4

*Nota.* Los diferentes tipos de suelos con relación al CBR. Fuente: Manual Completo de Diseño de Pavimentos, 2019.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos del CBR de las muestras del proyecto vial que se realizaron a partir de los ensayos de laboratorio en colaboración con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, se puede verificar la interpretación de resultados en los **ANEXOS 4**.

**Tabla 12***CBR del proyecto vial "Santa Rosa Alta de Uyumbicho"*

MUESTRA	ABSCISA	CBR	CLASIFICACIÓN
1	0+000	3,8	<b>DEFICIENTE</b>
2	0+500	5,3	<b>DEFICIENTE</b>
3	0+1000	3,5	<b>DEFICIENTE</b>

*Nota.* Se encuentra **deficiente** los CBR presentes en la vía del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

Por consiguiente, para la determinación del cálculo del CBR de diseño se debe obtener mediante la acumulación del porcentaje de cada uno de los CBR, con esto se obtiene el percentil 85.

$$CBR_{85\%} = CBR_{66.66\%} + \frac{P_{CBR\ 85\%} - P_{CBR\ 66.66\%}}{P_{CBR\ 100\%} - P_{CBR\ 85\%}} (CBR_{100\%} - CBR_{66.66\%})$$

**Tabla 13***Determinación del CBR al percentil 85*

ABSCISA	CBR	CBR ORDENADO	% ACUMULADO	PERCENTIL 85%
0+000	3,8	5,3	33,33	
0+500	5,3	3,8	66,66	4,85
1+000	3,5	3,5	100	

*Nota.* CBR, Percentil 85%. Elaborado por: Los Autores.

El valor del CBR al percentil 85 es 4,85 lo que se interpreta que se necesita un mejoramiento del suelo en el sector del proyecto porque se encuentra con un CBR por debajo del 6% que sería lo recomendable para que el suelo sea el adecuado y estable, por consiguiente, la medida de mejoramiento que se ha tomado en cuenta en este caso es del mejoramiento de la subrasante, lo cual va permitir que el suelo obtenga un incremento en la capacidad de carga del suelo como también va permitir la prolongación del ciclo de vida de la vía.



### 5.5.2.5. Correlación entre Ensayo DCP y Ensayo CBR

Al realizar únicamente el Ensayo de Cono Dinámico de Penetración (DCP) en laboratorio, se ha considerado realizar las siguientes expresiones de correlación para obtener un CBR característico que nos permita dar un indicador del esfuerzo cortante o de punzamiento en la subrasante, subbase y base.

Correlaciones usadas según la Norma ASTM D695 para DCP en mm / golpe:

**General:**

$$CBR = \frac{292}{DCP^{1,12}}$$

**Para suelos tipo CL:**

$$CBR = \frac{1}{(0.017019 \times DCP)^2}$$

**Para suelos tipo CH:**

$$CBR = \frac{1}{(0.002871 \times DCP)}$$

Para el presente proyecto se utiliza la expresión general para obtener los CBR de cada muestra en función del DCP:

**Tabla 14***Resumen CBR muestra 1*

<b>RESUMEN – ABSCISA 0+000</b>		
CBR (PROMEDIO %)	7,0	5,9
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,8	1,8
CBR CARACTERÍSTICO	3,8	2,8
CBR (MÁXIMO %)	26,6	27,7
CBR (MÍNIMO %)	4,6	3,5

*Nota.* Se presenta los resultados de laboratorio. Elaborado por: Los Autores.

**Tabla 15***Resumen CBR muestra 2*

<b>RESUMEN - ABSCISA 0+500</b>		
CBR (PROMEDIO %)	7,5	6,4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,3	1,2
CBR CARACTERÍSTICO	5,3	4,2
CBR (MÁXIMO %)	23,5	23,9
CBR (MÍNIMO %)	5,5	4,4

*Nota.* Se presenta los resultados de laboratorio. Elaborado por: Los Autores.

**Tabla 16***Resumen CBR muestra 3*

<b>RESUMEN – ABSCISA 1+000</b>		
CBR (PROMEDIO %)	7,5	6,4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	2,3	2,3
CBR CARACTERÍSTICO	3,5	2,4
CBR (MÁXIMO %)	71,8	88,1
CBR (MÍNIMO %)	4,8	3,8

*Nota.* Se presenta los resultados de laboratorio. Elaborado por: Los Autores

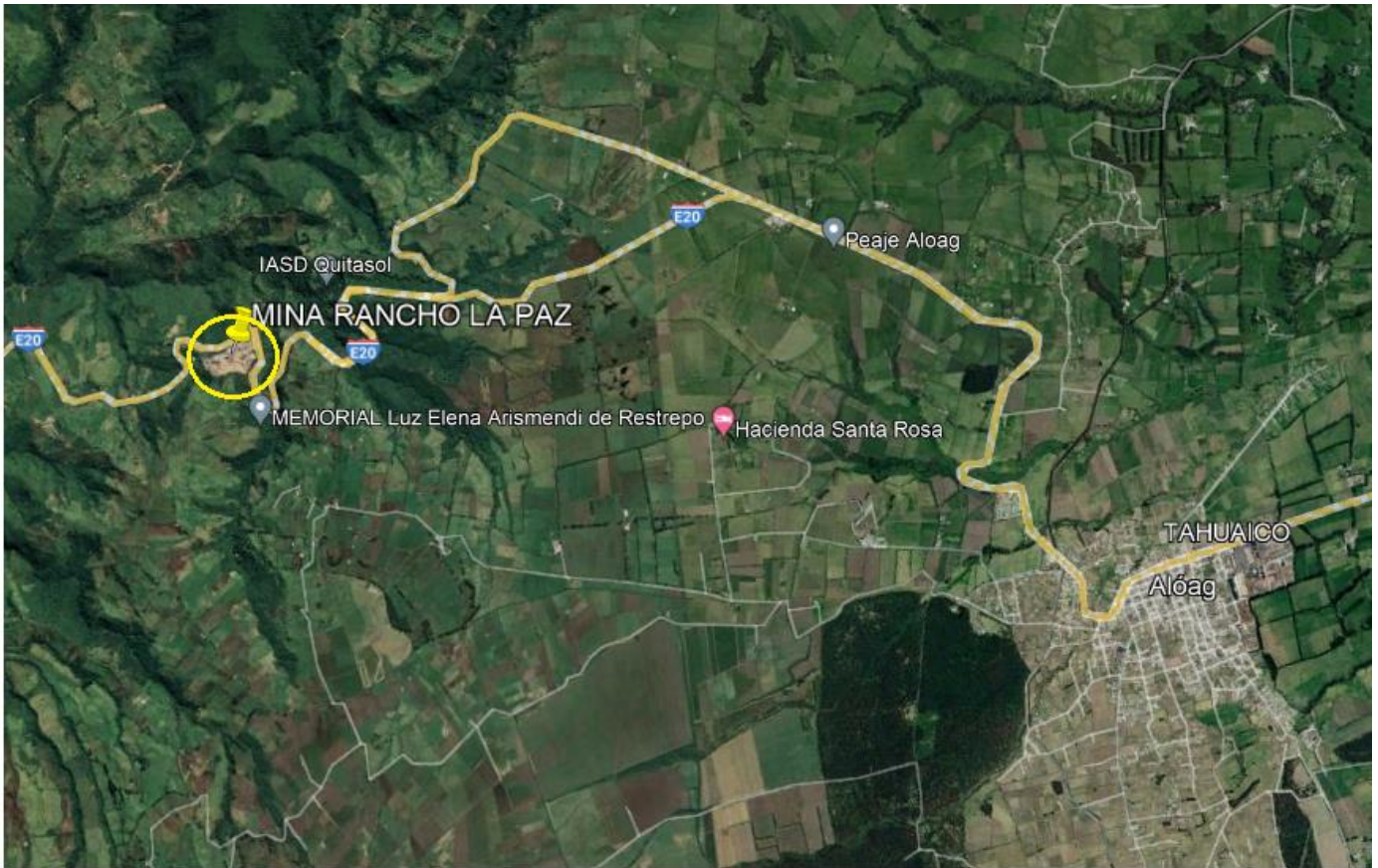
## **5.6. Fuente de Materiales**

Es la fuente de donde se pretende conseguir los materiales que van a ser de uso para el proyecto vial en la estructura de pavimento (Mejoramiento, Sub-Base y Base). Se ha logrado un análisis de varias canteras por la cercanía y la conveniencia del material para el proyecto, además de la colaboración del Gad Municipal del Cantón Mejía que proporcionó de los estudios de los materiales, por consiguiente, la mina que se ha tomado en cuenta para el presente diseño vial es la cantera: **CONSECIÓN DE PEQUEÑA MINERÍA RANCHO LA PAZ.**

La mina RANCHO LA PAZ, se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha en el Km 14 de la vía Alóag – Santo Domingo de los Tsáchilas, perteneciente a la parroquia Alóag, del Cantón Mejía. Dada la colaboración del Gad Municipal del Cantón Mejía.

## Figura 19

Ubicación de la mina "RANCHO LA PAZ"



*Nota.* Se presenta la fuente de materiales del proyecto vial. Elaborado por: Los Autores.

La distancia que se encuentra de la mina RANCHO LA PAZ a la vía del proyecto es de 21 km.

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos de análisis granulométrico y de abrasión de las muestras BASE CLASE II Y SUB-BASE CLASE III M-1:

**Figura 20**

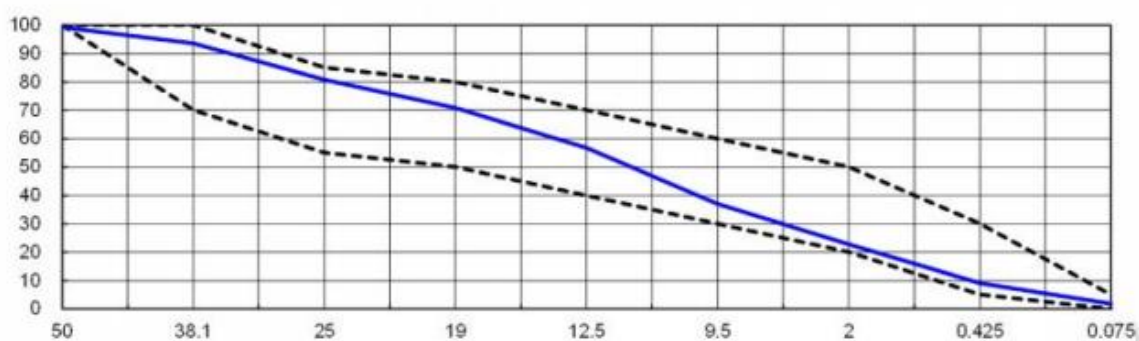
*Granulometría BASE CLASE II*

TAMIZ	ABERTURA	RET. PARCIAL	RET. ACUM.	%	% QUE PASA	LÍMITES	
N°	(mm)	(gr)	(gr)	RETENIDO		min.	máx
2 1/2"	63	0	0	0	100		
2"	50	524	524	0.7	99.3	100	100
1 1/2"	38.1	4155	4679	6.5	93.5	70	100
1"	25	9265	13944	19.3	80.7	55	85
3/4"	19	7154	21098	29.2	70.8	50	80
3/8"	12.5	10215	31313	43.3	56.7	40	70
N° 4	9.5	14245	45558	63.0	37.0	30	60
N° 10	2	10352	55910	77.3	22.7	20	50
N° 40	0.425	9871	65781	90.9	9.1	5	30
N° 200	0.075	5245	71026	98.2	1.8	0	5
<b>BANDEJA</b>		1321	72347	100	0		

*Nota.* Se presenta la granulometría de los agregados. Elaborado por: Los Autores.

**Figura 21**

*Curva Granulométrica BASE CLASE II*



*Nota.* Se encuentra dentro de la faja granulométrica. Fuente: GAD Municipal del Cantón Mejía.

Resultados ensayo de abrasión *BASE CLASE II*:

**Tabla 17**

*Ensayo de Abrasión - Base Clase II*

<b>ENSAYO DE ABRASIÓN</b>	
<b>TIPO DE GRADACIÓN</b>	A
<b>MASA INICIAL DE LA MUESTRA (gr)</b>	5093
<b>MASA RETENIDA EN EL TAMIZ No 12 DESPUÉS DE 500 REVOLUCIONES (gr)</b>	3015
<b>MASA QUE PASA EL TAMIZ No 12 (gr)</b>	2078
<b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b>	40.80

Fuente: GAD Municipal del Cantón Mejía.

**Figura 22**

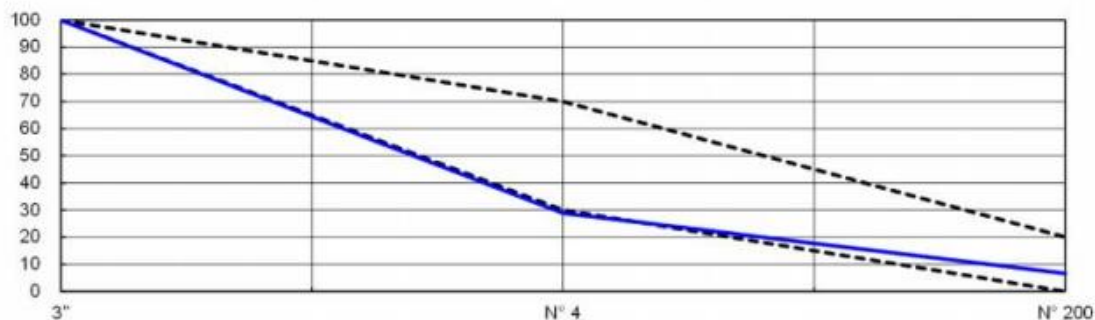
*Granulometría SUB-BASE CLASE III M-1*

<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA</b>	<b>RET. PARCIAL</b>	<b>RET. ACUM.</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>LÍMITES</b>	
<b>Nº</b>	<b>(mm)</b>	<b>(gr)</b>	<b>(gr)</b>	<b>RETENIDO</b>	<b>QUE PASA</b>	<b>mín.</b>	<b>máx.</b>
3 1/2"	88.8	0	0	0	100		
3"	76.2	0	0	0	100	100	100
Nº 4	4.76	20909	20909	71.1	28.9	30	70
Nº 200	0.075	6524	27433	93.3	6.7	0	20
<b>BANDEJA</b>		1963	29396	100	0		

*Nota.* Se presenta la granulometría de los agregados. Elaborado por: Los Autores.

**Figura 23**

*Curva Granulométrica SUB-BASE CLASE III M-1*



*Nota.* Se encuentra dentro de la faja granulométrica. Fuente: GAD Municipal del Cantón Mejía.

**Tabla 18**

*Ensayo de Abrasión - Sub-Base Clase III M-1*

<b>ENSAYO DE ABRASIÓN</b>	
<b>TIPO DE GRADACIÓN</b>	A
<b>MASA INICIAL DE LA MUESTRA (gr)</b>	5080
<b>MASA RETENIDA EN EL TAMIZ No 12 DESPUÉS DE 500 REVOLUCIONES (gr)</b>	2746
<b>MASA QUE PASA EL TAMIZ No 12 (gr)</b>	2334
<b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b>	45.94

Fuente: GAD Municipal del Cantón Mejía.

Comprobar los ensayos de laboratorio de la mina RANCHO LA PAZ en los **ANEXOS 5.**

## **CAPÍTULO VI**

### **ESTUDIO DEL TRÁFICO**

#### **6.1. Importancia y Alcance**

El estudio del tráfico tiene como finalidad en el proyecto analizar la recolección de información de la cantidad y tipos de vehículos de acuerdo con la tabla nacional de pesos y dimensiones que transitan en el barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”. La información recolectada nos proporcionará una estimación del tráfico para la vida útil de la vía a 15 o 20 años.

Los resultados del estudio permiten clasificar el tipo de vía, la velocidad de diseño y los radios mínimos, distancia de visibilidad de parada, rebasamiento, peralte, curvas verticales, convexas y cóncavas, gradientes longitudinales mínimas y máximas, el ancho del pavimento, clase de pavimento, ancho de espaldones estables, gradiente transversal para pavimento y para espaldones.

Se debe considerar que la zona de estudio es agrícola y ganadera de gran importancia para las parroquias aledañas, Cantón Mejía y Quito. Por lo que la vía permitirá un fácil acceso para la distribución de productos y el transporte del sector ganadero.

En consecuencia, la proyección del tráfico a 15 o 20 años tendrá un incremento vehicular considerable con lo que se determinará la carga vehicular con la que se va a realizar el diseño vial óptimo mediante los valores de ejes equivalentes ESALS’S (Equivalent Simple Axial Load).

#### **6.2. Metodología**

Para la ejecución del estudio de tráfico, La MOP 2003 señala que se tiene varios métodos de conteo vehicular, entre los cuales existen el conteo manual y automático. Según la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (2003):



Conteos Manuales: Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

Conteos Automáticos: Permiten conocer el volumen del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. (p. 13).

Esto indica que el conteo manual se realiza por cuenta propia del personal a cargo del proyecto mediante las condiciones climáticas y una estación de conteo considerando los errores de visibilidad del operador de conteo. En cambio, el conteo automático tiene como finalidad realizar el conteo mediante detector inductivo de vehículos (equipos electrónicos).

Para el proyecto se estableció realizar un conteo manual para lo cual se implantó una estación de conteo en un punto referencial (central) en ambos sentidos. Se inició con el reconocimiento de la vía, posteriormente la elaboración de un formato de conteo vehicular manual, consecuentemente la tabulación y procesamiento de datos.

### 6.3. Estaciones de conteo

En el conteo manual para la clasificación de vehículos se implanto un punto referencial (central) o estación denominada “El Mirador” en las siguientes coordenadas:

**Tabla 19**

*Coordenadas de la Estación de conteo "El Mirador"*

ESTACIÓN DE CONTEO “EL MIRADOR”	
SISTEMA	COORDENADAS
UTM – WGS 84	773098.56 E 9956356.46 N 17S
Altitud	2980.93 (m)

*Nota.* Coordenadas obtenidas en campo. Elaborado por: Los autores

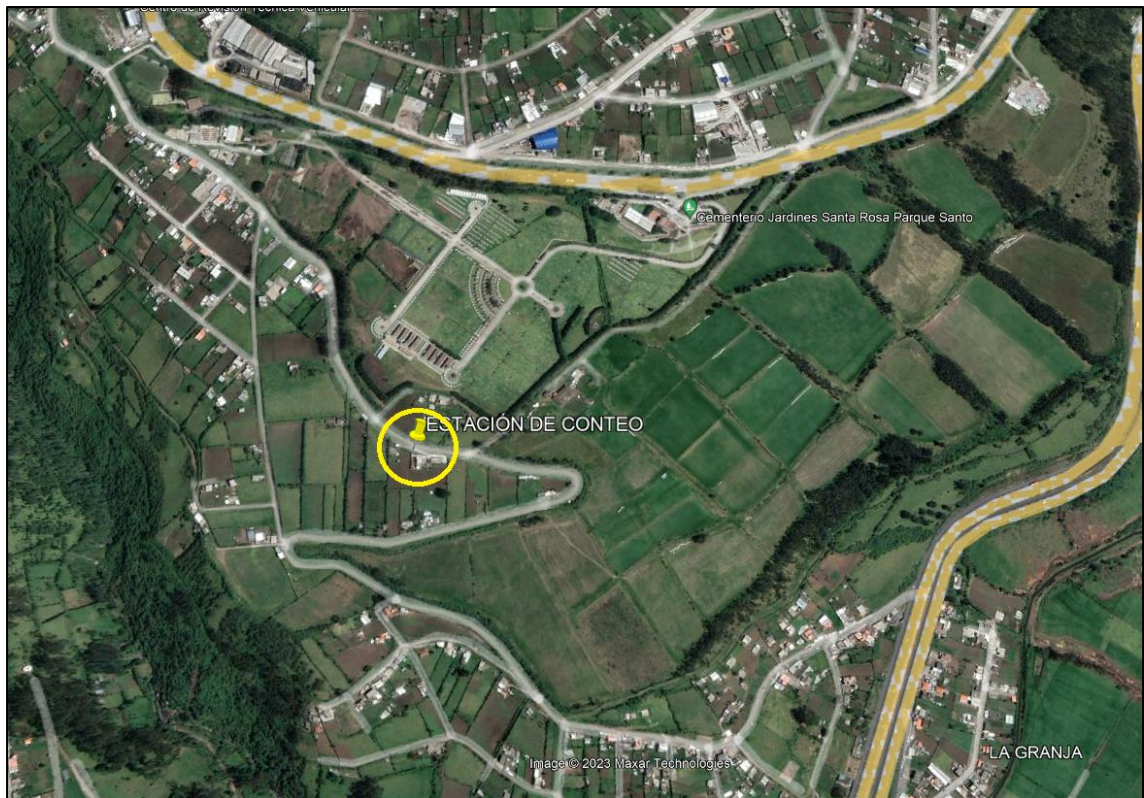
Se debe tomar en cuenta la variación de tráfico, para el procesamiento de los datos ya que existen días de más concurrencia que son los fines de semana, llegando así a determinar el TPDA mediante las tasas de crecimiento y además por medio de los factores del cálculo del tráfico.

Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas variaciones permanecerán constantes en periodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede llegar a calcular a base de muestreos. (MOP, 2003, p. 13).

Esto indica que se deben considerar todos los parámetros de observación para que no haya datos erróneos, como son tramos en lo que exista desvíos de vehículos o pendientes pronunciadas.

### **Figura 24**

*Localización Geográfica de la estación de conteo " El Mirador"*



*Nota.* Se presenta en una circunferencia la ubicación de la estación de conteo manual. Elaborado por: Los autores, a través de Google Earth Pro, 2022.

Se elaboro un formato de conteo manual para la recolección de información de la cantidad y tipos de vehículos de acuerdo con la tabla nacional de pesos y dimensiones. Se presenta el formulario:

**Figura 25**

*Formato del Conteo Vehicular Manual*

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA							
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
UBICACIÓN:		CONDICIONES CLIMÁTICAS:			ESTACIÓN:		
OPERADORES:		DÍA Y FECHA:			SENTIDO DE CONTEO:		
HORARIO:	LIVIANOS	BUSES	CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)	CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)	CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)	VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)	VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)
							
7:00 a 8:00							
8:00 a 9:00							
9:00 a 10:00							
10:00 a 11:00							
11:00 a 12:00							
12:00 a 13:00							
13:00 a 14:00							
14:00 a 15:00							
15:00 a 16:00							
16:00 a 17:00							
17:00 a 18:00							
18:00 a 19:00							

*Nota.* Clasificación vehicular según la tabla de pesos y dimensiones. Elaborado por: Los autores.

El conteo se realizó durante 7 días consecutivos en los que las condiciones climáticas fueron favorables. Las fechas en que se inició el conteo manual fue a partir del lunes 24 de mayo de 2023 al domingo 30 de mayo del 2023, con una duración de 12 horas diarias de 7:00 am a 19:00 pm.

Se presenta el conteo manual en los dos sentidos de la vía:

**Figura 26**

*Estación de conteo "El Mirador", sentido Norte - Sur*



*Nota.* Se presenta el conteo manual en cada sentido. Elaborado por: Los autores.

**Figura 27**

*Estación de conteo "El Mirador", sentido Sur - Norte*



*Nota.* Se presenta el conteo manual en cada sentido. Elaborado por: Los autores.

## **6.4. Conteos volumétricos de tráfico**

### **6.4.1. Caracterización del tráfico**

Es necesario tener conocimiento de los tipos de vehículos que circulan en la vía del proyecto, para eso se toma en cuenta las siguientes definiciones. Según NTE INEN 2656 (2012):

**Livianos:** La principal característica es que el área de pasajeros y de carga conforman un solo volumen. Tienen hasta 5 puertas y hasta 5 plazas en dos filas.

**Buses:** Vehículo destinado al transporte de pasajeros, con un espacio interno para la circulación de pasajeros (corredor central) El número de plazas puede ser hasta 90.

**Camión de dos ejes pequeño (2D):** Vehículo para el transporte de carga provisto de un chasis cabinado al que se puede montar una estructura para transportar carga, con un número de 2 ejes. Peso máximo permitido (7 ton).

**Camión de dos ejes mediano (2DA):** Vehículo para el transporte de carga provisto de un chasis cabinado al que se puede montar una estructura para transportar carga, con un número de 2 ejes. Peso máximo permitido (10 ton).

**Camión de dos ejes grandes (2DB):** Vehículo para el transporte de carga provisto de un chasis cabinado al que se puede montar una estructura para transportar carga, con un número de 2 ejes. Peso máximo permitido (18 ton).

**Volqueta de dos ejes (V2DB):** Vehículo para el transporte de carga provisto de un chasis cabinado al que se puede montar una estructura para transportar carga, con un número de 2 ejes de 8 m<sup>3</sup>. Peso máximo permitido (18 ton).

**Volqueta de tres ejes (V3A):** Vehículo para el transporte de carga provisto de un chasis cabinado al que se puede montar una estructura para transportar carga, con un número de 2 ejes de 10-14 m<sup>3</sup>. Peso máximo permitido (27 ton).

Por consiguiente, todos estos vehículos serán contabilizados para la clasificación del tipo y ancho de vía, excluyendo las motos.
















## 6.4.2. Tabla Nacional de pesos y dimensiones

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas mantiene la regularización en el país de la clasificación de vehículos por consiguiente plantea la tabla nacional de pesos y dimensiones, en donde nos presenta las características de los tipos de vehículos motorizados, remolques y semirremolques con sus posibles combinaciones, de acuerdo con el tipo, distribución máxima de carga por eje, descripción, peso máximo permitido y longitudes máximas permitidas.

A continuación, se presenta la tabla nacional de pesos y dimensiones de los vehículos presentes en el proyecto:

**Figura 28**

*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
V2DB		 	18	12,20	2,60	4,10
V3A		 	27	12,20	2,60	4,10

*Nota.* Clasificación vehicular según la tabla nacional de pesos y dimensiones.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2016

## 6.4.3. Resumen del conteo vehicular manual

La tabulación detallada del conteo vehicular se encuentra en el **ANEXO 2**, en donde se encuentran información recopilada durante los 7 días de la semana, durante 12 horas al día. Se presenta una tabla del resumen del conteo manual:

**Tabla 20**

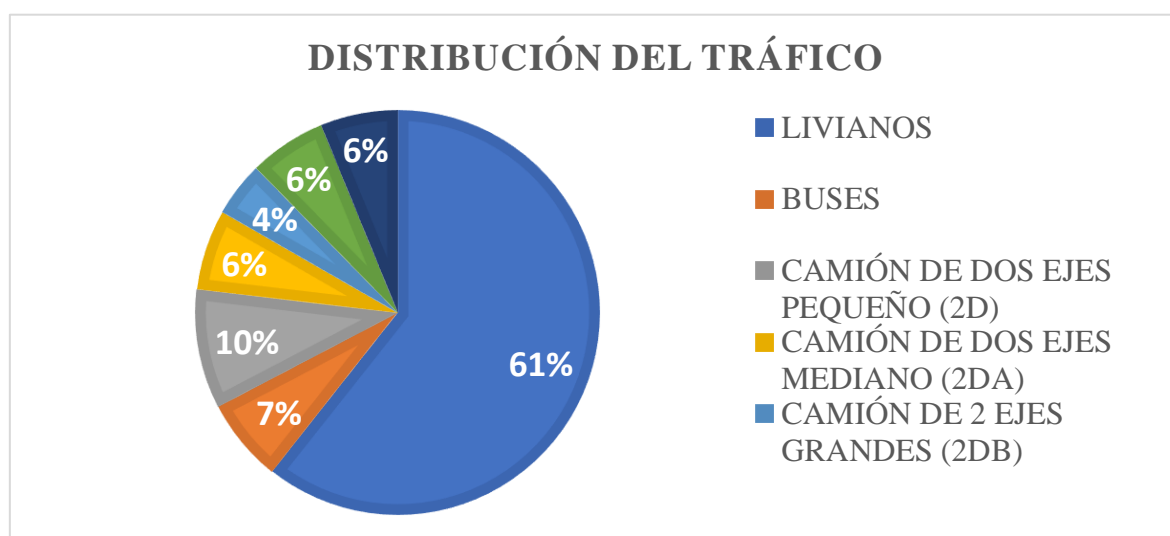
*Resumen del Conteo Vehicular "Santa Rosa Alta" de Uyumbicho*

DÍA Y FECHA	LIVIANOS		BUSES		CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)		CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)		VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)		VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)		TOTAL
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
<b>SENTIDO</b>															
<b>LUNES - 24/04/2023</b>	13	14	2	2	2	2	2	1	1	0	3	3	2	1	<b>48</b>
<b>MARTES - 25/04/2023</b>	20	9	3	0	2	1	2	0	1	1	3	1	3	3	<b>49</b>
<b>MIÉRCOLES - 26/04/2023</b>	15	14	2	0	3	2	1	1	2	0	2	0	1	2	<b>45</b>
<b>JUEVES - 27/04/2023</b>	10	20	2	2	3	4	1	2	2	1	2	2	2	2	<b>55</b>
<b>VIERNES - 28/04/2023</b>	19	19	1	3	6	3	3	2	2	1	1	3	4	2	<b>69</b>
<b>SÁBADO - 29/04/2023</b>	15	26	3	2	3	0	3	0	1	2	2	1	1	1	<b>60</b>
<b>DOMINGO - 30/04/2023</b>	27	15	3	1	3	3	5	2	3	0	1	0	0	0	<b>63</b>
<b>TOTAL - SEMANA</b>	<b>119</b>	<b>117</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>389</b>

*Nota.* Clasificación vehicular según la tabla de pesos y dimensiones. Elaborado por: Los autores.

**Figura 29**

*Gráfico de Distribución del Tráfico "Santa Rosa Alta" de Uyumbicho*



*Nota.* Porcentajes de la distribución del tráfico. Elaborado por: Los autores.

## 6.5. Determinación del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual)

En la determinación del TPDA se efectúa un proceso de cálculo, inicialmente mediante el conteo manual que se realizó anteriormente durante 7 días a la semana por 12 horas diarias. Según MOP (2003):

En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas. Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo son procesados con el objeto de conocer la relación que existe entre los volúmenes de tránsito de los días ordinarios respecto a los correspondientes a los fines de semana y realizar los ajustes respectivos para obtener el TPDA.

Se toma diferentes parámetros, en los que se utiliza la tasa de crecimiento de la provincia, el factor de noche o de expansión, factor mensual, los cuales se encuentran presentes en el MTOP y por lo tanto se realiza la proyección del proyecto de 15 a 20 años.

### 6.5.1. Tráfico Promedio Diario Horario

Con su abreviatura TPDO, se determina por la relación mediante el total de vehículos que transitan por un determinado tiempo en una vía establecida y el número de días en dicho tiempo.

$$TPDO = \frac{\text{Total de vehículos contabilizados en 7 días, durante 12 horas}}{\text{Número de días del conteo manual}}$$

$$TPDO = \frac{389 \text{ vehículos}}{7 \text{ días}}$$

$$TPDO = 55.57 \cong 56 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$



### 6.5.2. Tráfico Promedio Diario Semanal

Con su abreviatura TPDS, se determina con el Tráfico Promedio Diario Horario por el factor de expansión o factor noche que se encuentra en el MTOP, ya que el conteo se realizó durante 12 horas diarias por una semana.

$$TPDS = TPDO \times Fe$$

$$Fe = 1.05$$

$$TPDS = 56 \times 1.05$$

$$TPDS = 58,8 \cong 59 \frac{veh}{día}$$

### 6.5.3. Tráfico Promedio Diario Mensual

Con su abreviatura TPDM, se determina con el Tráfico Promedio Diario Semanal por el factor de ajuste semanal, considerando la fecha de conteo del proyecto, como resultado nos refleja el número de vehículos que pasan por dicha vía en un mes.

$$TPDM = TPDS \times Fs$$

**Factor Semanal:** Es la relación entre los días del mes de la fecha establecida del conteo para el número de días en la semana, esto permite transformar el volumen de tránsito semanal a mensual.

$$Mes de Mayo = \frac{N^{\circ} \text{ de días mes de mayo}}{N^{\circ} \text{ de días de una semana}}$$

$$Mes de Mayo = \frac{31}{7}$$

$$Mes de Mayo = 4.4285 \cong 4.43$$

$$Fs = \frac{N^{\circ} \text{ de semanas en un mes}}{4}$$

$$Fs = \frac{4.43}{4}$$

$$Fs = \frac{4.43}{4}$$

$$Fs = 1.1075 \cong 1.11$$

$$TPDM = 59 \times 1.11$$

$$TPDM = 65.49 \cong 65 \frac{veh}{día}$$

#### 6.5.4. Tráfico Promedio Diario Anual

Recopilación de la información del promedio diario anual del flujo vehicular, que circulan en una determinada vía, durante las 24 horas del día, durante los 365 días del año. Para poder proyectar la vía útil del proyecto a 20 años, mediante el cálculo de un factor mensual por el Tráfico Promedio Diario Mensual.

**Factor Mensual:** Es el coeficiente que nos facilita la transformación del Tráfico Promedio Diario Mensual (TPDM) en Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). El cuál está en función del consumo de combustible y las estaciones de conteo (equipos electrónicos).

**Tabla 21***Factor de incidencia mensual*

<b>FACTOR MENSUAL</b>	
<b>MESES</b>	<b>FACTOR</b>
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.056
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

*Fuente:* Departamento de la dirección de estudios del MTOP 2014.**Tabla 22***Factores de Incidencia Noche / Semanal*

<b>FACTOR NOCHE</b>	<b>FACTOR SEMANAL</b>
1.30	1.00

*Fuente:* Departamento de la dirección de estudios del MTOP 2014.

$$TPDA = TPDM \times Fm$$

$$TPDA = 65 \times 1.056$$

$$TPDA = 68,64 \cong 69 \frac{veh}{día}$$

## 6.6. Proyección actual del tráfico

Para la rectificación del diseño vial, se procederá a realizar el diseño de acorde al flujo vehicular de la zona del proyecto, por consiguiente, a realizar una proyección de tránsito futuro para su tiempo de vida útil.

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. (MOP, 2003, p. 16).

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto. (MOP, 2003, p. 16).

Por lo tanto, para el presente proyecto se ha establecido 20 años de vida útil. Mediante la siguiente expresión se emplea la proyección futura:

$$TPDA_{futuro} = TPDA_{actual} \times (1 + i)^n$$

**Donde:**

**n** = Número de años proyectados

**i** = Tasa de crecimiento anual

Se presenta la tabla de crecimiento vehicular gracias a los estudios realizados por el gobierno autónomo descentralizado provincial de pichincha:

**Tabla 23***Tasas de crecimiento vehicular de la provincia de Pichincha*

<b>PERÍODO</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>
<b>2021 – 2025</b>	4.72 %	1.94 %	2.34 %
<b>2026 – 2030</b>	3.81 %	1.88 %	2.09 %
<b>2031 – 2035</b>	3.20 %	1.81 %	1.90 %
<b>2036 – 2039</b>	2.80 %	1.75 %	1.75 %
<b>2040 - 2044</b>	1.99 %	1.74 %	1.51 %

*Nota.* Tasa de crecimiento anual de tránsito. Recuperado de: Tesis de grado Bravo A, Guevara C.

#### **6.6.1. Tráfico generado (Tg)**

Se relaciona con la construcción o rehabilitación vial que existe en la zona del proyecto, como también la cantidad de desplazamiento vehicular que no se va a efectuar en dicho proyecto, distinto a los del transporte público.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país aún no se dispone de estudios respecto al comportamiento de tráfico generado, pero es conveniente disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico. (MOP, 2003, p. 20).

Por lo tanto, como indica la Normativa de Diseño Geométrico (MOP 2003) el tráfico generado oscila entre el 5 al 25%, por lo que se va a considerar un 10% del volumen de tráfico normal para la vía de este proyecto.

### **6.6.2. Tráfico desarrollado (TD)**

Aumento de circulación vehicular producida por el conjunto de beneficios que se originan en la vía del proyecto, el volumen de tráfico se ve interesado hacia la nueva carretera por economizar combustible y tiempo.

En cada proyecto, y en base a los datos que proporcionan los Contajes de Tráfico, así como las investigaciones de Origen y Destino se determinará cual será el factor de expansión del tráfico por desarrollo que debe emplearse para obtener el TPDA correspondiente. Este método podría utilizarse hasta que se desarrolle un procedimiento o modelo matemático más satisfactorio y práctico. (MOP, 2003, p. 21).

Consecuentemente, en la zona del proyecto existen vías rehabilitadas, lo que permite el desarrollo en el sector, en este caso la norma AASHTO establece un valor de tráfico desarrollado que oscila entre el 5 al 8%, por lo que en este proyecto se va a tomar en cuenta el 5%, debido a que el barrio “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” es altamente importante a las parroquias aledañas en el progreso del sector comercial.

### **6.6.3. Tráfico desviado ( $T_d$ )**

Es aquel que se encuentra atraído por las diferentes vías aledañas, una vez que se encuentre rectificadas y rehabilitadas la vía del proyecto, con el objetivo de reducir congestión vehicular, en razones de tiempo y economía. “En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.” (MOP, 2003, p. 17). Por lo tanto, la norma vigente AASHTO establece un valor de tráfico desviado que oscila entre el 5 al 8%, por lo que en este proyecto se va a tomar en cuenta el 5%.

## **6.7. Asignación del tráfico**

La vía de estudio tiene una proyección de 20 años, por lo que se toma en cuenta las tasas de crecimiento de la provincia de Pichincha y en base a esto se procede a calcular el Tráfico Promedio Diario Anual de Diseño por medio de la siguiente expresión:

$$TPDA_{diseño} = TPDA_{futuro} + Tg + TD + Td$$

**Tabla 24**

*Valores proyectados del TPDA para 20 años*

AÑOS	N° AÑOS	LIVIANOS	BUSES	CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)	CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)	CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)	VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)	VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)	TOTAL
2023	0	42	5	7	4	3	4	4	69
2028	5	51	5	8	4	3	4	4	81
2033	10	58	6	8	5	4	5	5	90
2038	15	64	6	9	5	4	5	5	99
<b>2043</b>	<b>20</b>	<b>62</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>99</b>

*Nota.* Resultados realizados en base a las expresiones establecidas en la norma vigente MOP 2003 y descritas en este proyecto. Elaborado por: Los Autores.

**Ejemplo de Cálculo:**

$$TPDA_{DISEÑO 2043} = TPDA_{2043} + Tg + TD + Td$$

$$TPDA_{DISEÑO 2043} = 100 + (100 \times 0\%) + (100 \times 5\%) + (100 \times 5\%)$$

$$TPDA_{DISEÑO 2043} = 111$$

Se presenta, el TPDA (Diseño) del proyecto:

**Tabla 25***Tráfico Proyectado hasta el año 2043*

FECHA:	TIEMPO (AÑOS)	TPDA	Tg	TD	Td	TPDA (Diseño)
			10%	5%	5%	
2023	0	69	0	0	0	69
2028	5	81	0	4	4	89
2033	10	90	0	5	5	99
2038	15	99	0	5	5	108
<b>2043</b>	<b>20</b>	<b>99</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>109</b>

*Nota.* Flujo vehicular proyectado a 20 años con información recolectada de la vía del proyecto. Elaborado por: Los autores.

#### **6.8. Clasificación del tipo de vía**

Según la norma vigente Normas de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003) de la República del Ecuador establece que, en función de la proyección de tráfico de un periodo de 15 a 20 años de vida útil de las carreteras, se debe utilizar el Cuadro III-1 para establecer la clasificación del tipo de vía para el diseño de carreteras en el país. Se presenta el tipo de vía del proyecto:



**Tabla 26***Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado*

<b>Cuadro III -1</b>	
<b>CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO</b>	
<b>Clase de Carretera</b>	<b>Tráfico Proyectado TPDA</b>
<b>R-I O R-II</b>	Más de 8,000
<b>I</b>	De 3,000 a 8,000
<b>II</b>	De 1,000 a 3,000
<b>III</b>	De 300 a 1,000
<b>IV</b>	De 100 a 300
<b>V</b>	Menos de 100

*Nota.* Cuadro de la clasificación de carretera en función del volumen de tráfico proyectado. Fuente: MOP 2003, pág. 22.

#### **6.9. Clase de Carretera según la Norma – Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003)**

En la normativa se dispone que en el Ecuador se ha tomado diferentes niveles de importancia para la clasificación de carreteras que se basa más en el volumen de tráfico. “De acuerdo con la jerarquía atribuida en la red, las carreteras deberán ser diseñadas con las características geométricas correspondiente a su clase y construirse por etapas en función del incremento del tráfico.” (MOP 2003, p. 23). A continuación, se presenta nuestra vía de estudio en el Cuadro III-2 por la MOP 2003 en la que se establece el nivel de importancia y la clasificación de carretera:

**Tabla 27***Clasificación de carretera en función del nivel de importancia y el TPDA*

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

*Nota.* Clase de carretera en función de la jerarquía del volumen de tráfico. Fuente: MOP 2003, pág. 23.

### 6.10. Ejes Equivalentes, método AASHTO

Se refiere a la cantidad prevista del número de repeticiones que representa los porcentajes de los tipos de vehículos y número de ejes que se obtiene a través del volumen de tráfico en un periodo determinado ya que influye directamente en el estado del pavimento.

Se procede a realizar la conversión en ejes equivalentes de 18kips (8.16t = 80Kn) al cual se le denomina ESAL (Equivalente Simple Axial Load) en particular durante su vida útil de diseño.

$$Nt = N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

**Donde:**

**Nt** = Número de ejes equivalentes

**N** = Número de ejes equivalentes al inicio del periodo de diseño

**Fc** = Factor Carril

**Fd** = Factor dirección

**n** = Número de años de proyección

**i** = Tasa de crecimiento

**Factor dirección (Fd):**

Nos permite distribuir de manera porcentual la carga de los vehículos en un sentido de circulación en la vía del proyecto que pasan en dos direcciones, a través del conteo manual que se realizó en campo.

**Tabla 28**

*Factor de dirección por la norma AASHTO 93*

<b>Factor Dirección definido por el número de vehículos que pasaran por una sola dirección</b>		
<b>Porcentaje</b>	<b>Factores</b>	
40% - 60 %	FD	0,5
70% - 30%	FD	0,7
100 %	FD	1

*Nota.* Referencia del factor dirección en función del flujo vehicular. Fuente: AASHTO, 1993.

**Factor carril (Fc):**

Representa la estimación en la que transitan los vehículos pesados por el carril de diseño ya que se encuentra en función de estos, en donde se toma en cuenta el número de carriles.

**Tabla 29***Factor Carril por la norma AASHTO 1993*

<b>Factor Carril - Número de ejes</b>	
<b>Carriles</b>	<b>Fc</b>
1	1
2	0,9
3	0,75
4	0,5

*Nota.* Referencia del factor carril en función del flujo vehicular. Fuente: AASHTO, 1993.

### **6.11. Factor de equivalencia**

A partir de varios ensayos la AASHTO a tomado como referencia un factor de daño que se ocasiona en el pavimento con la finalidad de valorar el estado de daño de la estructura vial. Se representa como la relación entre el valor de un eje cualquiera y un eje estándar. Estos ensayos determinaron que el daño que sufre el pavimento es exponencial mediante la siguiente expresión:

$$FE = \left[ \frac{Pi}{Pe} \right]^n$$

Donde:

**Fe** = Factor de equivalencia.

**Pi** = Carga en el eje



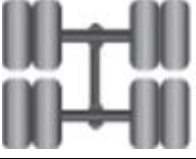
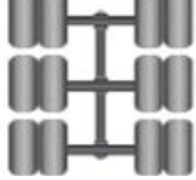
**Pe** = Carga en el eje Patrón

**n** = Exponente

En el Ecuador se ha tomado en cuenta el único uso de un exponente para la relación que existen entre los diferentes tipos de factores para la relación entre los ejes para una discretización en el cálculo, como se muestra en la siguiente tabla:

**Figura 30**

*Factores de equivalencia de carga*

Sistema de eje	Detalle del eje	Expresiones para el calculo del factor de equivalencia
Simple de rueda simple		$FEC = \left[ \frac{\text{Carga por eje en T}}{6.6 \text{ T}} \right]^4$
Simple de rueda doble		$FEC = \left[ \frac{\text{Carga por eje en T}}{8.2 \text{ T}} \right]^4$
Tándem de rueda doble		$FEC = \left[ \frac{\text{Carga por eje en T}}{15 \text{ T}} \right]^4$
Trídem de rueda doble		$FEC = \left[ \frac{\text{Carga por eje en T}}{23 \text{ T}} \right]^4$

*Nota.* Se presenta las expresiones para la estimación de los factores de equivalencia de carga utilizando el criterio de la ley de la cuarta potencia. Elaborado por: Los Autores.

### 6.11.1. Factor de daño por Vehículo Comercial

Con su abreviatura F.D.V.C, es la relación de repercusión que tiene cada vehículo según su número de ejes y pesos que este posee. Se determina mediante la sumatoria de los Factores de Equivalencia (F.E.C) de cada uno de estos vehículos.

## Ejemplo de cálculo Camión 2DA

**Figura 31**

*Camión 2DA según la Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003)*

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2DA			10	7,50	2,60	3,50

Nota. Características del Camión Tipo 2DA. Fuente: MOP 2003

Elaboración de los factores de equivalencia de carga:

$$F.E.C_{S.R.S} = \left[ \frac{3}{6.6} \right]^4 = 0.043$$

$$F.E.C_{S.R.D} = \left[ \frac{7}{8.2} \right]^4 = 0.531$$

Factor de daño (2DA)

$$F.D.V.C_{2DA} = \sum F.E.C$$

$$F.D.V.C_{2DA} = F.E.C_{S.R.S} + F.E.C_{S.R.D}$$

$$F.D.V.C_{2DA} = 0.043 + 0.531 = 0.574$$

Se determina los distintos tipos de factores en base a la información recolectada, para la realización del cálculo de los valores de ESSALS.

**Tabla 30***Cálculo del Número de ESALS*

CLASE	TIPO	EJES	PESO / EJE (Ton)	F.E.C	F.D.V.C	TPDA	ESSALS 8.2 T
LIVIANOS	-	-	-	-	-	-	-
BUSES	2DA	S.R.S.	3	0,04	0,57	5,00	2,87
		S.R.D.	7	0,53			
CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	2D	S.R.S.	3	0,04	0,18	7,00	1,24
		S.R.S.	4	0,13			
CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	2DA	S.R.S.	3	0,04	0,57	4,00	2,29
		S.R.D.	7	0,53			
CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	2DB	S.R.S.	7	1,27	4,50	3,00	13,51
		S.R.D.	11	3,24			
VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)	V2DB	S.R.S.	7	1,27	4,50	4,00	18,01
		S.R.D.	11	3,24			
VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2 (V3A)	V3A	S.R.S.	7	1,27	4,43	4,00	17,70
		TAM.R. D	20	3,16			
<b>TOTAL</b>							<b>55,64</b>

*Nota.* Determinación de la cantidad de ejes equivalentes de 8.2 T, Método AASHTO. Elaborado por: Los Autores.

### Ejemplo de cálculo de camión 2DA

$$F.D.V.C_{2DA} = 0.043 + 0.531 = 0.574$$

$$ESALS_{2DA} = F.D.V.C_{2DA} \times TPDA_{2DB}$$

$$ESALS_{2DA} = 0,574 \times 4 = 2.29$$

### 6.12. Determinación de los ejes equivalentes de 8.2 T para un período de 20 años

Mediante las expresiones que nos proporciona la AASHTO, en donde se considera los ejes equivalentes generados, desarrollados y desviados, se realiza el cálculo de los ejes equivalentes de 8.2 T para un periodo de 20 años, tomando en cuenta los distintos parámetros de cada eje equivalente.

$$N = N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Se asume como máximo 2 años:

$$N_g = 10 \% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Se asume la proyección de 20 años:

$$N_D = 5 \% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Se asume la proyección de 20 años:

$$N_d = 5 \% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Se considerará las tasas de crecimiento en cada tipo de vehículo para datos más acertados, a continuación, se presenta la siguiente tabla con la determinación de los ejes equivalentes discretizados.

**Tabla 31**

*Cálculo de los ejes equivalentes para un período de 20 años*

CLASE	ESSALS 8.2 T	TASA DE CRECIMIENTO	FC	FD	N2043	Ng	Nd	ND	TOTAL	TOTAL
BUSES	2,86870	1,69%	0,90	0,50	11102	95,033	555,085	555,085	12307	
CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	1,243	1,51%	0,90	0,50	4727	41,149	236,326	236,326	5240	
CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	2,295	1,31%	0,90	0,50	8555	75,883	427,760	427,760	9487	
CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	13,511	1,31%	0,90	0,50	50366	446,742	2518,320	2518,320	55850	
VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)	18,015	1,31%	0,90	0,50	67155	595,656	3357,760	3357,760	74466	
VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2 (V3A)	17,703	1,51%	0,90	0,50	67305	585,949	3365,251	3365,251	74621	
										231971,473

*Nota.* Determinación de ejes equivalentes. Elaborado por: Los Autores.



## Ejemplo de Cálculo en el período 2043

### N 2043 (Camión 2DA)

$$N_{CAMIÓN(2DA)} = N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$N_{CAMIÓN(2DA)} = 2,86870 \times 0.90 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1 + 1.69\%)^{20} - 1}{1.69\%}$$

$$N_{CAMIÓN(2DA)} = 8555$$

### Ng (Camión 2DA)

$$N_g CAMIÓN(2DA) = 10\% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1+i)^{n_g} - 1}{i}$$

$$N_g CAMIÓN(2DA) = 10\% \times 2,86870 \times 0.90 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1 + 1.69\%)^2 - 1}{1.69\%}$$

$$N_g CAMIÓN(2DA) = 75.883$$

### Nd (Camión 2DA)

$$N_d CAMIÓN(2DA) = 5\% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$N_d CAMIÓN(2DA) = 5\% \times 2.86870 \times 0.90 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1 + 1.69\%)^{20} - 1}{1.69\%}$$

$$N_d CAMIÓN(2DA) = 427.760$$

### ND (Camión 2DA)

$$N_D CAMIÓN(2DA) = 5\% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$N_D CAMIÓN(2DA) = 5\% \times 2.86870 \times 0.90 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1 + 1.69\%)^{20} - 1}{1.69\%}$$

$$N_D CAMIÓN(2DA) = 427.760$$

Para el diseño de la estructura vial se procede a realizar la sumatoria de todas las repeticiones de cada tipo de ejes de 8.2 T, representa el valor de la repetición de diseño.

**Tabla 32**

*Número de repeticiones del total de ejes equivalentes de la carga de diseño a los 20 años*

<b>TIPO DE EJES 8.2 T</b>	<b>TOTAL, DE EJES EQUIVALENTES</b>
N2043	209210
Ng	1840
Nd	10461
ND	10461
<b>TOTAL (20 AÑOS)</b>	<b>231971</b>

*Elaborado por: Los Autores*

## CAPÍTULO VII

### DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

#### 7.1. Generalidades

El diseño geométrico es la base de todo proyecto de rehabilitación vial, el cual se deberá diseñar en función de la topografía del terreno a estudiar, respetando la norma establecida en el territorio ecuatoriano, en el cual se establecerán los criterios de corte y relleno, siendo estos los procesos más relevantes en la elaboración del proyecto, ya que dependiendo de aquello su costo variará. La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. (p. 235).

Para un correcto diseño geométrico del proyecto se debe realizar previamente un levantamiento topográfico y un estudio de tráfico (TPDA), mediante un equipo electrónico en óptimas condiciones.

#### 7.2. Estado actual de la vía.

La vía se encuentra en malas condiciones, entre las cuales existen desintegraciones de la superficie de la vía como son los baches. Además de la inexistencia de bordillos y tramos viales con baches, los cuales han sido rellenados con agregados gruesos y finos como son la piedra, grava y tierra, dicha vía fue habilitada hace más de 50 años por los moradores del sector y utilizada para un mediano tráfico, ya que según el estudio realizado resultó una clase de vía tipo IV. Entre las inconsistencias que sobresalen en la vía son:

**Distintos anchos:** A lo largo del proyecto existe variaciones de ancho, el cual se agranda y se acorta en diferentes tramos de la vía, existen varias razones de aquello, ya sea por construcciones ilegales o por un mal diseño geométrico, y por las áreas de afectación de los terrenos colindantes de la vía.

**Distintos relieves:** En todo el tiempo de la habilitación de la vía, no ha existido un mantenimiento previo, razón por la cual existen variaciones de relieve y la existencia de baches, presencia de grava y tierra.

En toda la vía del proyecto, no existe cunetas de drenaje y bordillos que ayuden al desagüe del agua lluvia.

### **7.3. Normas de diseño geométrico.**

En la República del Ecuador existe la normativa de diseño geométrico de carreteras MOP – 2003, la cual es utilizada para el estudio de parámetros de diseño vial como: topografía, tráfico, velocidad de diseño, alineamientos horizontales y verticales, distancias de visibilidad, drenaje, etc.

#### **7.3.1. Velocidad de diseño.**

En el presente proyecto, se establecerán los parámetros requeridos por la norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003), en el cual existe un parámetro fundamental e importante en el diseño geométrico, que es la velocidad de diseño, en función de este parámetro, deberá ser tomado en cuenta las condiciones que se encuentra la vía del proyecto, tales como la afluencia vehicular y las condiciones geográficas y geológicas del terreno, ajustando de que su valor sea el máximo permitido y que sea compatible con la seguridad de circulación en la vía. Existen condiciones que afectarán relativamente el diseño de esta las cuales son:

**Condiciones naturales del terreno:** Dependerá meramente por sus pendientes y el tipo de vía.

**Factor económico:** se relaciona con los costos de mantenimiento y operación, ya que la mayoría de los conductores no respetan la velocidad permitida.

**Modalidad de los conductores:** Los conductores involuntariamente circulan en la vía a velocidades no permitidas, en las cuales se requiere transitar a velocidades diseñadas con las características de la vía o del tráfico.

La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto. (p. 26).

La cual debe tener una adecuada señalización en toda la vía, ya que se debe tomar en cuenta el cambio de velocidad, no deberá ser mayor a 20 km/h.

En el Capítulo VI a través de un estudio previo se logró clasificar la vía en Tipo IV con un TPDA de **109**, cuyo relieve según sus características naturales se pudo establecer como un terreno montañoso. Con los datos obtenidos previamente podemos clasificar la vía con una velocidad de 25 km/h en absoluta y 50 km/h en recomendada.

**Tabla 33**

*Velocidad de diseño del proyecto vial*

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 y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes		
		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.* Se presenta la categoría de la vía, su TPDA esperado, con un relieve montañoso y sus velocidades recomendadas y absolutas. Fuente: MOP – 2003, p. 31

### 7.3.2. Velocidad de circulación

La velocidad de circulación de los automotores estará relacionada con la calidad de la vía a los usuarios, consecuentemente para un correcto modelamiento se necesita saber las velocidades en las que circularan los vehículos en la vía del proyecto. La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes. (p.30).

En la cual para cada volumen de tráfico existe un TPDA relacionado, en el cual la AASHTO la establece de la siguiente forma:

**Tabla 34**

*Volúmenes de tráfico*

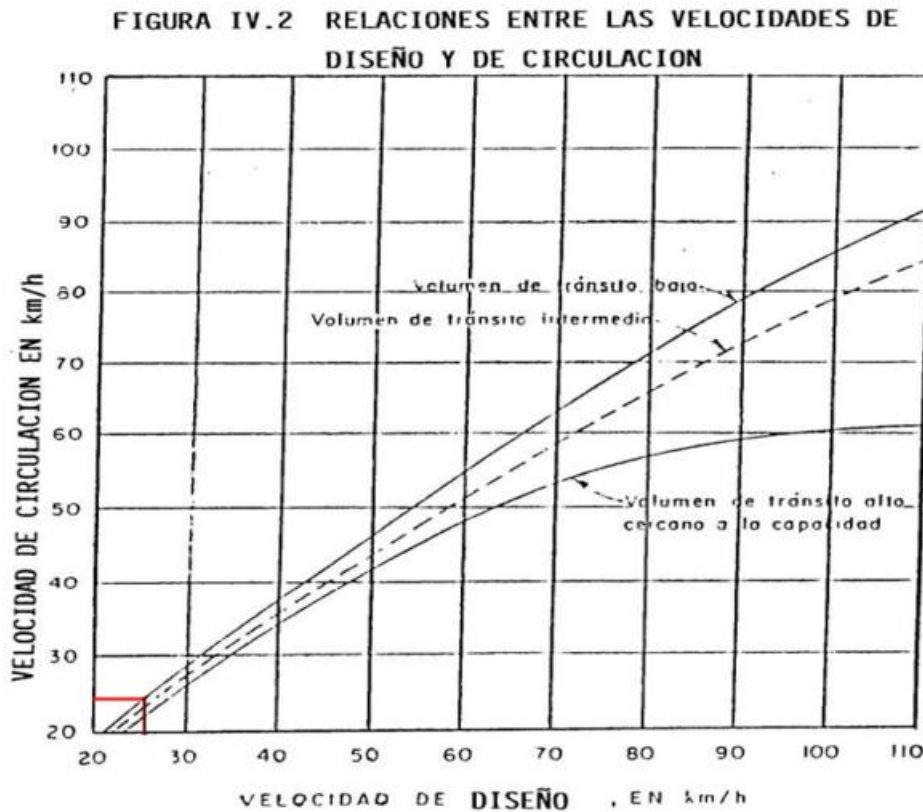
<b>VOLUMEN DE TRÁFICO BAJO</b>	TPDA < 1000
<b>VOLUMEN DE TRÁFICO MEDIO</b>	100 < TPDA < 3000
<b>VOLUMEN DE TRAFICO ALTO</b>	TPDA > 3000

*Nota:* El estudio de tráfico señalará el volumen de tráfico apropiado para el proyecto. Elaborado por: Los Autores.

En el cual el volumen apropiado para el proyecto de rehabilitación vial es de tráfico bajo con un TPDA menor a 1000.

**Figura 32**

*Gráfica de las relaciones de velocidades*



*Nota.* Gráfica de las relaciones entre la velocidad de circulación en km/h y la velocidad de diseño en km/h. Fuente: MOP, 2003, p. 32.

Mediante la gráfica de relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación de la MOP 2003, la velocidad de circulación es de 24 km/h.

**Tabla 35**

*Velocidades establecidas de la vía, con relación a la norma MOP 2003 y AASHTO-93*

<b>VELOCIDAD DE DISEÑO</b>	25 km/h
<b>VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN</b>	24 km/h

*Nota.* Se establecen las velocidades requeridas para un diseño geométrico óptimo.  
Elaborado por: Los Autores.

### 7.3.3. Radio mínimo de la curva horizontal.

La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

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. El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. (p.36).

La cual debe constituir cuyo valor como importante en el diseño geométrico especialmente en el alineamiento. Para calcular el radio mínimo (R) la MOP – 2003 expresa con la siguiente fórmula:

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

$$R = \frac{(25)^2}{127(0.08 + 0.17435)}$$

$$R = 20 \text{ m}$$

Donde:

**R:** Radio mínimo de una curva horizontal, m.

**V:** Velocidad de diseño, km/h.

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

**f:** Coeficiente de fricción lateral.

Existen criterios recomendados para emplear valores de radio mínimo, las cuales son las siguientes:

- Condiciones del terreno del proyecto (montañosa)
- Todo tipo de cruce de caminos ya sea entre sí o hidrográficos.
- Vías públicas dentro de un poblado.



Mediante la AASHTO establece una fórmula para calcular el factor de fricción lateral, la cual se relaciona con la velocidad de diseño, se la expresa de la siguiente manera:

$$f = 0.19 - 0.000626 \times Vd$$

$$f = 0.19 - 0.000626 \times 25$$

$$f = 0.17435$$

**Tabla 36**

*Radios mínimos de curvas en función del peralte y del coeficiente de fricción*

**RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS EN FUNCIÓN DEL PERALTE "e" y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL "f"**

Velocidad de Diseño km/h	"f" máximo	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
20	0.350		7.32	7.88	8.08		18	20	20
25	0.315		12.48	13.12	13.88		20	25	25
30	0.284		19.47	20.80	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.70		30	35	35
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.208		55.75	59.94	64.82		58	60	65
50	0.190		72.91	78.74	85.62		75	80	80
60	0.165	105.97	115.70	126.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	164.33	187.76	193.73	203.07	180	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	278.97	210	230	215	280
90	0.134	272.55	298.04	328.78	368.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	483.18	350	375	415	485
110	0.124	425.34	487.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	588.93	629.92	708.86	520	570	630	710

*Nota.* Se presentan los radios mínimos calculados y recomendados. Fuente: MOP, 2003, p.37.

Se podrá utilizar un radio de 15m cuando se quiera aprovechar de una infraestructura existente, en un relieve complicado o en caminos de bajo costo.

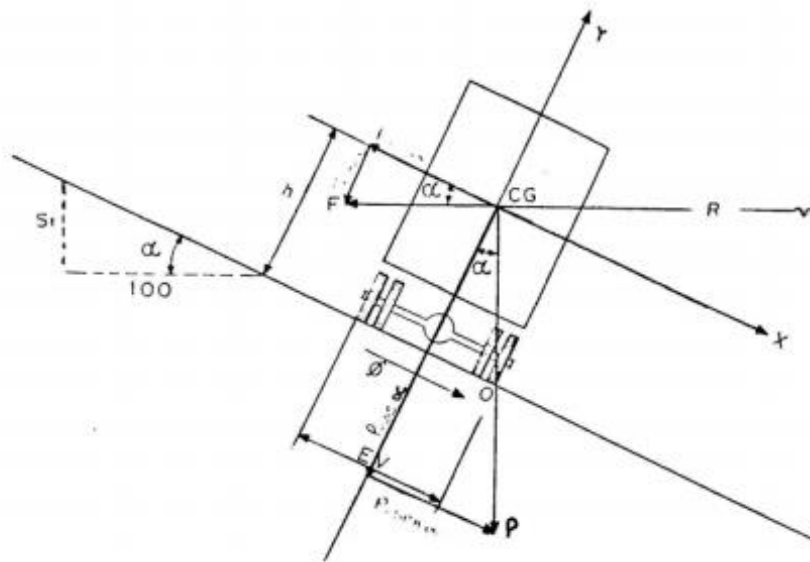
### 7.3.3.1. Peraltes de curvas

Es la elevación mayor de una carretera situada en la parte exterior de una curva, la cual sirve de seguridad y facilidad al automotor que circula en la vía. Es muy importante la construcción de este ya que se contrarresta la fuerza centrífuga en el instante cuando el automotor entre en una curva. La cual el peralte quedará en función de los siguientes parámetros:

- Radio de curva
- Velocidad de diseño
- Coeficiente de rozamiento transversal (adherencia del neumático al asfalto)

**Figura 33**

*Estabilidad del vehículo en las curvas*



*Nota.* Mediante el gráfico de la estabilidad del vehículo, se representan todas las fuerzas que ejercen en el automotor al ingresar a la curva. Fuente: MOP – 2003 (p.52).

La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) expresa la fórmula para el cálculo del peralte de la siguiente manera:

$$e = \frac{V^2}{127R} - f$$

$$e = \frac{25^2}{127(18.08)} - 0.17435$$

$$e = 0.09$$

**Donde:**

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

**V.** – Velocidad de diseño, km/h.

**R.** – Radio de la curva, m.

**f.** – Máximo coeficiente de fricción lateral. (p.54).

La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h. (p.56).

El cual para el proyecto de rehabilitación vial se utilizará un peralte máximo de 8%, dicho valor estará puesto a modificarse, al verificar en la norma establecida la cual nos expresa los valores mínimos de diseño.

Con los datos obtenidos, se podrá calcular el radio de curvatura mínimo con la ayuda de la fórmula establecida de la MOP-2003.

$$R = \frac{V^2}{127(0.17225 + 0.1)}$$

$$R = \frac{25^2}{127(0.17225 + 0.1)}$$

$$R = 18.08 \text{ m}$$

El cual nos servirá como apoyo para poder determinar su radio mínimo adoptado en función a los parámetros establecidos anteriormente en la tabla de “Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción” establecida en la MOP-2003.

Figura 34

Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción



República del Ecuador  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE  
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 <sup>(9)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(9)</sup>		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 <sup>(9)</sup>		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110		
<b>Peralte</b>	MAXIMO = 10%												10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																			
<b>Coefficiente "K" para:</b> <sup>(2)</sup>																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal <sup>(3)</sup> máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal <sup>(4)</sup> mínima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00			4,00 <sup>(8)</sup>										
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones <sup>(5)</sup> estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---							
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 <sup>(6)</sup> - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---							
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
<b>Puentes</b>	Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																														
	Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																														
	Ancho de Aceras (m) <sup>(7)</sup>	0,50 m mínimo a cada lado																														
	Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																														
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																

Nota. Se elegirá dependiendo del tipo de clase de vía y sus características naturales del terreno. Fuente: MOP, 2003, p. 2-R.

**Tabla 37***Valores para el diseño geométrico vial*

<b>VELOCIDAD DE DISEÑO (KM/H)</b>	25	<b>PERALTE ADOPTADO</b>	0,08
<b>FACTOR DE FRICCIÓN LATERAL</b>	0,1734	<b>RADIO MÍNIMO CALCULADO</b>	18,08
<b>PERALTE CALCULADO</b>	0,099	<b>RADIO MÍNIMO ADOPTADO</b>	20

*Nota.* Se expresan los valores calculados y adoptados que ocuparemos en el diseño geométrico vial. Elaborado por: Los Autores.

#### **7.3.4. Pendientes máximas y mínimas**

Se define como las inclinaciones naturales que posee el terreno del proyecto, ya sea transversal o longitudinal. Las condiciones en las que se debe elegir una pendiente de longitudinal máxima, dependerán estrictamente de las condiciones geológicas del terreno. Para el proyecto, la MOP – 2003 en su tabla de “Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción” **establece un gradiente longitudinal máximo de 12%** según nuestras condiciones de terreno. En el caso que existe longitudes cortas se requerirá el aumento del 1% a excepción de los terrenos llanos. La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

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. (p.205).

De modo que, se debe identificar las pendientes dependiendo del terreno en el que se encuentra el proyecto vial, en este caso un terreno montañoso.

#### **7.3.5. Distancia de visibilidad**

Capacidad de visibilidad que tiene el conductor que transita por la vía, con el fin de tener más seguridad. La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad. (p. 180).

La distancia de visibilidad es muy importante para la seguridad de los usuarios ya que le da apertura para que realicen el rebasamiento de manera correcta.

La cual la MOP – 2003 establece dos parámetros esenciales que son los siguientes:

- Distancia necesaria de parada de un automotor, tanto para la línea horizontal como vertical.
- Distancia requerida para el adelantamiento de un automotor.

#### **7.3.5.1. Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo.**

Longitud continua de visibilidad que tiene un conductor que transita por la vía con la velocidad de diseño pueda ver hacia el frente, la cual debe ser necesaria una distancia considerable, para que el vehículo puede detenerse sin causar ningún daño a terceros y que pueda rebasar sin inconvenientes. La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

La distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita a o cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Por lo tanto, es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera. (p. 180).

Por consiguiente, existen procedimientos matemáticos para calcular una correcta distancia mínima de visibilidad de parada.

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = 21,79$$

Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m).

$$d_1 = 0.7 \times V_c$$

$$d_1 = 0.7 \times 24$$

$$d_1 = 16,67$$

Distancia de frenaje sobre la calzada a nivel (m).

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f_L}$$

$$d_2 = 5,12$$

Coefficiente de fricción longitudinal.

$$f_L = \frac{115}{V_c^{0,3}}$$

$$f_L = 0,44$$

La MOP – 2003 p. 183 nos hace una recomendación de un diseño para las distancias de visibilidad de para de un vehículo, la cual sugiere que sean aplicados en el país.

**Tabla 38**

*Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo*

VELOCIDAD DE DISEÑO VD (km/h)	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN ASUMIDA VC (km/h)	PERCEPCIÓN + REACCIÓN PARA FRENAJE		COEFICIENTE DE FRICCIÓN LONGITUDINAL "fL"	DISTANCIA DE FRENAJE "d2" GRADIENTE CERO (m)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA (d=d1+d2)	
		TIEMPO (seg)	DISTANCIA RECORRIDA "d" (m)			CALCULADA (m)	RECOMENDADA (m)
20	20	2,5	13,89	0,47	3,36	17,25	20
<b>25</b>	<b>24</b>	<b>2,5</b>	<b>16,67</b>	<b>0,44</b>	<b>5,12</b>	<b>21,78</b>	<b>25</b>
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
80	71	2,5	49,31	0,32	62	111,3	110
90	79	2,5	54,86	0,31	79,25	134,11	135
100	86	2,5	59,72	0,3	96,34	156,06	160
11	92	2,5	63,89	0,3	112,51	176,4	180
120	100	2,5	71,53	0,29	145,88	217,41	220

*Nota.* Cálculos de distancias de visibilidad de parada de un vehículo. Elaborado por: Los autores, a través de: MOP-001, 2003, p.186.

Mediante la tabla de distancia de visibilidad mínima de parada de un vehículo se puede apreciar una distancia de visibilidad de parada calculada de 21.78 metros, y una recomendada de 25 metros.

### **7.3.5.2. Distancia de Visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.**

Espacio que se tiene de visibilidad para conseguir un rebasamiento oportuno, el cual se define en base a la longitud de la vía necesaria para lograr el adelantamiento con las condiciones de seguridad. Por lo que se podrá rebasar en vías con dos carriles que tenga una circulación en ambas direcciones, este será en el carril del sentido opuesto. La Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003) señala que:

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. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. (p.192).

El cual existe varios criterios para calcular la distancia mínima de rebasamiento en vías de dos carriles, expresados de la siguiente manera:

- El automotor adelantado debe tener una velocidad constante.



- El vehículo rebasante deberá aumentar su velocidad al ocupar el carril izquierdo 16 km/h superior al del automotor que se rebasa.
- El vehículo rebasante deberá regresar a su carril cuando exista un espacio prudente entre su vehículo y el rebasado.

**Tabla 39**

Distancias mínimas de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

VELOCIDAD DE DISEÑO VD. (km/h)	VELOCIDADES DE LOS VEHÍCULOS (km/h)		DISTANCIA MÍNIMA DE REBASAMIENTO (m)	
	REBASADO	REBASANTE	CALCULADA	RECOMENDADA
25	24	40	78	(80)
30	28	44	109	(110)
35	33	49	128	(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.* Se presenta las distancias mínimas de rebasamiento en función de las velocidades de los vehículos. La representación () son los valores utilizados para caminos vecinales, El símbolo (\*) es el valor utilizado con parámetros de seguridad por exceder los 100 km/h. Elaborado por: Los autores, a través de: MOP-001, 2003, p.197.

Mediante la tabla de la MOP – 2003 de “Velocidades mínimas de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo” se establece una distancia recomendada de rebasamiento de 80 metros, el cual en la tabla de “Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción” establecida por la MOP – 2003 en la hoja 2 – R dispone de una distancia de visibilidad para rebasamiento de **110 metros**, el cual será ocupado para este proyecto de rehabilitación vial.

### **7.3.6. Secciones y elementos típicos.**

#### **7.3.6.1. Ancho del pavimento**

En los parámetros importantes para el diseño de la vía se encuentra el ancho de la vía, el cual está determinado en función del estudio de tráfico que se realizó previamente, las particularidades del terreno de la vía, las características de los vehículos que van a transitar por dicha carretera como también depende de la parte socio económica que se encuentre para dicho proyecto. La Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003) señala que:

En el caso de volúmenes de tráfico intermedios o velocidades de diseño moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos de tipo superficial bituminosos o superficiales de rodadura de grava, el ancho debe ser suficiente como para evitar el deterioro de dicha superficie por efecto de la repetición de las cargas de los vehículos sobre las mismas huellas. (p.227).

Por consiguiente, se debe realizar un óptimo diseño vial en el cual el ancho del pavimento sea acorde a las características del proyecto para que no exista posibles afectaciones viales en el sector, la importancia del ancho es tener accesibilidad y movilidad en dichas zonas para los beneficios de los habitantes en sus actividades tanto ganaderas como agrícolas.

La MOP (2003) en el CUADRO VIII-1 nos indica en la normativa para la República del Ecuador, los valores de ancho de calzada recomendada o absoluta de acuerdo con la clase de carretera en función de la afluencia vehicular:

**Tabla 40***Ancho de Calzada*

<b>ANCHOS DE LA CALZADA</b>		
<b>Clase de Carretera</b>	<b>Ancho de la Calzada (m)</b>	
	<b>Recomendable</b>	<b>Absoluto</b>
<b>R-I o R-I &gt; 8000 TPDA</b>	7,30	7,30
<b>I 3000 a 8000 TPDA</b>	7,30	7,30
<b>II 1000 a 3000 TPDA</b>	7,30	6,50
<b>III 300 a 1000 TPDA</b>	6,70	6,00
<b>IV 100 a 300 TPDA</b>	6,00	6,00
<b>V Menos de 100 TPDA</b>	4,00	4,00

*Nota.* Ancho de calzada en función de la afluencia vehicular (TPDA) de diseño.  
Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP-001, 2003, p. 227.

En este caso, se ha considerado un ancho de calzada de **6 (m)** para el proyecto, por el estudio que se realizó previamente en el que nos indica una clase de carretera TIPO IV.

#### **7.3.6.2. Espaldones**

Este parámetro de diseño es importante en la vía ya que brinda seguridad a los usuarios en el momento que se necesite de aparcamiento provisional o temporal en ocasiones de emergencia a fin de evitar siniestros de tránsito, además que sirve de tranquilidad a los conductores por la amplitud de la vía, ya que algunos conductores tienen nerviosismo al sentir poca área de operación. Asimismo, tiene varios beneficios en la carretera como son tener mejor y mayor visibilidad en las curvas horizontales, soporte lateral del pavimento, velocidades uniformes y espacio para la implantación de señalética vial y guardavías (guardacaminos) o barandales.

Para carreteras de bajo volumen de tránsito no se justifica económicamente la colocación de espaldones, en los cuales preferiblemente se especifican las superficies de rodadura de grava.

En las siguientes figuras se evidencia en base a las consideraciones y estudios establecidos, se muestra según la normativa MOP 2003, la toma de valores mínimos de diseño para el ancho de espaldones en metros y la gradiente transversal correspondientes en el proyecto.

**Figura 35**

*Anchos de espaldones en función de la clase de carretera*

**CUADRO VIII-2**

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)						
Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3,0 *	3,0 *	2,5 *	3	3,0 *	2,0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2,5 *	2,5 *	2,0 *	2,5 **	2,0 **	1,5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2,5 *	2,5 *	1,5 *	2,5	2,0	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0 **	1,5 **	1,0 *	1,5	1,0	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	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						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente. (ver nota 5/ del cuadro general de calificación)						

*Nota.* Valores de diseño recomendables para el ancho de espaldones. Fuente: MOP, 2003, p. 233.

**Figura 36**

*Gradiente Transversal*

GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (PORCENTAJES)		
Clase de Carretera	Tipos de Superficie (m)	Gradiente Transversal %
R-I o R-II > 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4,00
I 3000 a 8000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4,00
II 1000 a 3000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie estabilizada	4,00
III 300 a 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4,00
IV 100 a 300 TPDA	D.T.S.B. O capa granular	4,00

*Nota.* Gradiente Transversal recomendado para espaldones en función de la clase de carretera. Fuente: MOP, 2003, p. 234.

### 7.3.6.3. Pendiente Transversal

La pendiente transversal debe ser la adecuada para que la precipitación existente sobre la superficie de la vía pueda discurrir por la acción de la fuerza de la gravedad sin que esta se infiltre en el suelo a esto se le conoce como escorrentía superficial, la gradiente debe ser adecuada para exista el bombeo de la escorrentía superficial en la carretera.

A continuación, se presenta los valores de la sección transversal de la vía, donde se indica el valor de la gradiente, en este caso del 2,5%.

**Tabla 41**

*Valores de la sección transversal*

<b>ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL</b>	
<b>ELEMENTOS</b>	<b>Valor</b>
ACERA	0,5
ANCHO DE ESPALDONES (M)	0,6
GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (%)	4,0
PENDIENTE TRANSVERSAL (%)	2,5
ANCHO DEL PAVIMENTO (M)	6
NÚMERO DE CARRILES	2
ANCHO DEL CARRIL POR CADA SENTIDO (M)	3
PERALTE (%)	8

*Nota.* Valores de la sección transversal escogidos en función del volumen de tráfico y características de carretera por la MOP 2003. Elaborado por: Los Autores.

## **7.4. Alineamiento Horizontal**

Es la representación de un alineamiento trazado en el plano horizontal, existen varios parámetros existentes en el diseño horizontal los cuales son: las tangentes, curvas de transición o circulares. “La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva” (MOP, 2003, p. 35).

Por consiguiente, este diseño dependerá de varias características topográficas e hidrológicas del terreno y de las particularidades técnicas de la subrasante.

### **7.4.1. Tangentes**

Es la representación en una distancia recta en el que se enlazan las curvas, el punto de encuentro o intersección se lo denomina PI, donde se unen dos tangentes consecutivas prolongadas y existe un ángulo denominado alfa ( $\alpha$ ) que se forma por el alargamiento de la tangente.

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o por que favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio. (MOP, 2003, p.35).

Por ende, la longitud máxima de la tangente intermedia está relacionada con la seguridad o garantía de los usuarios en la vía, ya que puede ocasionar fatales siniestros de tránsito. Las tangentes intermedias tienen una distancia entre el final de una curva y el inicio de otra.

## 7.4.2. Curvas Circulares

Representan la unión que existe entre dos puntos exteriores con su centro a los que se los denomina “arcos de círculo” los cuales forman la proyección o extensión horizontal utilizadas para el enlazamiento de la consecución de dos tangentes, existen dos tipos de curvas circulares que son simples y compuestas.

Entre los principales parámetros de estas curvas tenemos:

**Radio de curvatura:** Manifiesta el radio de la curva circular, su símbolo “R”, representa la siguiente expresión en función del Grado de curvatura (Gc):

$$R = \frac{1145,92}{G_c}$$
$$R = 20$$

**Grado de curvatura (Gc):** Se manifiesta como un valor importante ya que representa la seguridad o garantía que tienen los conductores en la vía, este parámetro recorre con seguridad la curva a la velocidad de diseño con su máximo peralte diseñado. Es el ángulo formado por un arco de 20 (m), se presenta en la siguiente expresión:

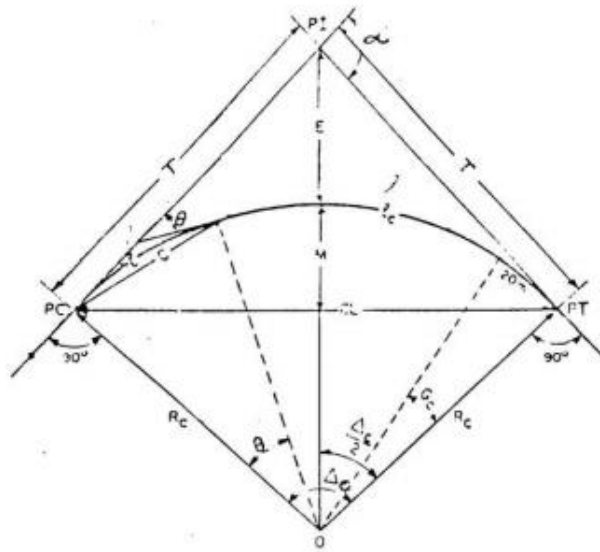
$$G_c = \frac{1145,92}{R}$$
$$G_c = 57,296$$

### 7.4.2.1. Curva Simple

Es el enlazamiento de la consecución de tangentes al cual se le denomina como “arcos” que tienen un único radio. Tiene los siguientes parámetros geométricos:

### Figura 37

#### Elementos de la curva simple



*Nota.* Se presentan los elementos de la curva circular simple con sus respectivos significados. Fuente: MOP – 2003 (p. 38).

**PI.** - Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

**PC.** - Punto en donde empieza la curva simple

**PT.** - Punto en donde termina la curva simple

**$\alpha$ .** - Angulo de deflexión de las tangentes

**$\Delta_C$ .** - Ángulo central de la curva circular

**$\Theta$ .** - Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

**$G_C$ .** - Grado de curvatura de la curva circular

**$R_C$ .** - Radio de la curva circular

**T.** - Tangente de la curva circular o subtangente

**E.** - External

**M.** - Ordenada media



**C.** – Cuerda

**CL.** - Cuerda larga

**I.** – Longitud de un arco

$I_c$ . – Longitud de la curva circular

**Longitud de la curva (Lc):** Longitud del arco entre PC Y PT.

$$L_c = \frac{\pi \times R \times \alpha}{180}$$

**Tangente de curva o subtangente (T):** Es la distancia entre el PI y PC o también la distancia entre PI y PT.

$$T = R \times \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

**External (E):** Longitud mínima entre la curva y el PI.

$$E = R \left(\sec\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 1\right)$$

**Ordenada media (M):** Es la distancia en el punto medio de la curva.

$$M = R - R \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

**Deflexión en un punto cualquiera de la curva ( $\theta$ ):** Ángulo entre la extensión de la tangente en el PC y la tangente del punto establecido.

$$\theta = \frac{G_c \times 1}{20}$$

**Cuerda (C):** Recta entre 2 puntos de la curva.

$$C = 2 \times R \times \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

**Cuerda Larga (CL):** Dos puntos de la curva PC Y PT.

$$CL = 2 \times R \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

**Ángulo de la cuerda ( $\phi$ ):** Ángulo de la proyección entre la tangente de la curva y la vía.

$$\phi = \frac{\theta}{2}$$

**Cuando se encuentra el ángulo en función del grado de curvatura:**

$$\phi = \frac{G_c \times 1}{40}$$

**Ángulo de la cuerda larga:**

$$\phi = \frac{G \times l_c}{40}$$

#### **7.4.2.2. Transición de peralte**

Se define como el cambio de las pendientes transversales cuando el vehículo llega a una curva, este parámetro debe considerarse como el mínimo absoluto en caso de que se tenga terreno de tipo montañoso en los que es de importancia tomar este valor. Se lo puede considerar además como el “Desvanecimiento del bombeo”. En la Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003 nos indica que la transición del peralte se define como el “Valor considerado como mínimo absoluto que puede utilizarse solamente para caminos con relieve montañoso difícil, especialmente en las zonas de estribaciones y cruce de la cordillera de los Andes”. Por consiguiente, el presente proyecto es de tipo terreno montañoso por lo tanto se ha considerado utilizar la tabla de longitud mínima de transición en función del peralte máximo “e” en los que toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Velocidad de diseño
- Pendiente de borde
- Transición mínima absoluta
- Longitud Tangencial (Valor mínimo absoluto)

**Tabla 42***Longitud mínima de transición en función del peralte máximo "e"*

Velocidad de diseño km/h	Pendiente de Borde %	Transición mínima absoluta m	Longitud Tangencial Valor mínimo absoluto			
			e			
			0,10	0,08	0,06	0,04
Bombeo = 3 %						
20	0,800	11		4	6	8
25	0,775	14		5	7	11
30	0,750	17		6	8	13
35	0,725	20		7	10	15
40	0,700	22		8	11	17
45	0,675	25		9	13	19
50	0,650	28		11	14	21
60	0,600	34	10	13	17	25
70	0,550	39	12	15	20	29
80	0,500	45	13	17	22	34
90	0,470	50	15	19	25	38
100	0,430	56	17	21	28	42
110	0,400	62	18	23	31	46
120	0,370	67	20	25	34	50

*Nota.* Transición mínima absoluta en función de la velocidad de diseño. Fuente: MOP, 2003, p.117.

Por lo tanto, la Transición mínima absoluta para el proyecto es de **14 m**.

#### 7.4.2.3. Sobre Anchos en las Curvas

Representa la garantía o la seguridad con la que transitan los conductores en la vía al momento de realizar el giro en la curva horizontal, esto les permite que no irrumpen en el otro carril, el sobre ancho en la curva permite que se transite de una manera correcta para evitar los múltiples siniestros de tránsito. Según lo manifiesta la Normativa MOP 2003 en la p.68. Los sobreamchos se deben considerar en los siguientes parámetros o particularidades:

- a) El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.

b) La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

Por consiguiente, para determinar el sobreebancho de la curva se debe elegir un tipo de vehículo característico que permita determinar de mejor manera este parámetro de diseño vial.

En la Normativa MOP 2003 se expresa algunas expresiones de cálculo, para el presente proyecto se ha seleccionado la fórmula de Barnnet, para la determinación del sobreebancho de curva:

$$S = \frac{0,105 \times V}{\sqrt{R}}$$

**Donde:**

*S*= Sobreebancho (m).

*V*= Velocidad de diseño (Km/h).

*R*= Radio de curvatura (m).

La Normativa nos señala que: Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreebancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores (MOP, 2003, p. 71).

A continuación, se presenta los sobreebanchos de diseño:

**Tabla 43**

*Sobreebanchos de curva*

<b>SOBREEBANCHOS</b>			
<b>RADIO DE CURVA</b>	<b>VALOR</b>	<b>VELOCIDAD DE DISEÑO (Vd)</b>	<b>SOBREEBANCHO (S)</b>
<b>RADIO MÍNIMO DE CURVATURA</b>	25	25	0,5250
<b>RADIO MÁXIMO DE CURVATURA</b>	30	25	0,4792

*Nota.* Determinación de los Sobreebanchos. Elaborado por: Los Autores.

### 7.4.3. Curvas Espirales

Representa a las curvas que tienen un punto inicial fijo y que a lo largo de toda su distancia puede ir cambiando su radio de manera progresiva o proporcionalmente en función de la distancia del arco. Además de que es necesaria cuando un conductor en su vehículo hace la transición de distancia tangente a otra en curva circular, para poder alcanzar estos trayectos se requieren de las curvas de transición.

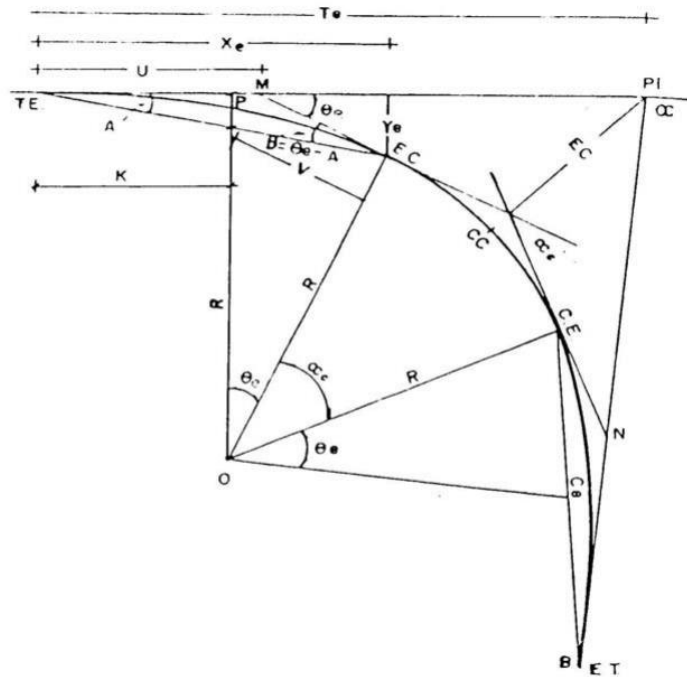
Estas curvas se utilizan para disminuir los accidentes de tránsito y para mejorar la calidad y comodidad de los usuarios en las carreteras. Según la Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003):

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. Este cambio será función de la longitud de la espiral, siendo más repentino cuando su longitud sea más corta. (p.41).

Por consiguiente, la curva espiral es la más indicada al momento de realizar alguna transición. Esta curva tiene los siguientes parámetros geométricos:

**Figura 38**

*Elementos de una curva espiral*



- Pi = Punto de intersección de las alineaciones.
- TE = Punto de cambio de tangente a espiral.
- EC = Punto de cambio del arco espiral a círculo.
- CE = Punto de cambio del arco circular a espiral.
- Le = Longitud del arco espiral.
- L = Longitud desde el TE cualquier punto de la curva espiral.
- $\theta_e$  = Angulo al centro de la espiral de longitud  $L_e$ .
- $\theta$  = Angulo al centro del arco de espiral de longitud  $L$ .
- $\alpha$  = Angulo de desviación de la espiral en el TE, desde la tangente principal a un punto de la curva.
- $b$  = Angulo de desviación de la espiral en el EC, desde la tangente principal a un punto de la curva.
- $R_e$  = Radio en cualquier punto de la espiral.
- $R$  = Radio de la curvatura del arco circular.
- $\alpha_c$  = Angulo de deflexión de las tangentes principales.
- $\alpha_c$  = Angulo al centro del arco circular EC y CE.
- X, Y = Coordenadas rectangulares de cualquier punto de la espiral, con origen en TE y eje de abscisas la tangente principal.
- $X_e, Y_e$  = Coordenadas del EC.
- $T_e$  = Longitud de la tangente principal = distancia entre Pi y ET y entre Pi y TE.
- $E_e$  = External del arco compuesto.
- U = Tangente larga de la espiral.
- V = Tangente corta de la espiral.
- Ce = Cuerda larga de la espiral.
- K = Abscisa del Pc desplazado medida desde TE.

*Nota.* Símbolo y Descripción de cada elemento característico de una curva espiral.

Fuente: MOP, 2003, p. 120.

#### 7.4.4. Diseño de curvas horizontales dentro del Proyecto

**Tabla 44**

*Diseño de Curvas horizontales*

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
N° CURVA	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
C1	S39° 22' 47.85" E	16°10'01"	30	4.26	8.47	8.44	0.30	0.30	0+051.86	0+047.60	0+056.06	9956702.28	772940.98
C2	S34° 27' 40.80" E	26°00'16"	30	6.93	13.62	13.50	0.79	0.77	0+114.63	0+107.70	0+121.31	9956659.81	772987.27
C3	S6° 11' 02.81" E	30°32'59"	20	5.46	10.66	10.54	0.73	0.71	0+158.23	0+152.77	0+163.43	9956619.01	773003.31
C4	S4° 32' 43.22" W	9°05'26"	20	1.59	3.17	3.17	0.06	0.06	0+188.51	0+186.92	0+190.10	9956588.85	772998.49
C5	S11° 56' 42.83" E	23°53'26"	30	6.35	12.51	12.42	0.66	0.65	0+267.44	0+261.09	0+273.60	9956509.91	772998.49
C6	S28° 23' 21.50" E	8°59'52"	30	2.36	4.71	4.71	0.09	0.09	0+349.56	0+347.20	0+351.92	9956434.66	773031.82
C7	S38° 49' 07.26" E	11°51'40"	30	3.12	6.21	6.20	0.16	0.16	0+379.77	0+376.65	0+382.86	9956409.29	773048.23
C8	S39° 22' 47.85" E	17°55'47"	30	4.73	9.39	9.35	0.37	0.37	0+432.12	0+427.39	0+436.78	9956372.09	773085.10
C9	S68° 37' 21.82" E	11°53'15"	20	2.08	4.15	4.14	0.11	0.11	0+479.41	0+477.33	0+481.48	9956350.35	773127.18
C10	S69° 24' 30.81" E	10°18'57"	30	2.71	5.40	5.39	0.12	0.12	0+549.42	0+546.72	0+552.12	9956331.71	773194.68
C11	S69° 59' 01.16" E	11°27'58"	20	2.01	4.00	4.00	0.10	0.10	0+599.99	0+597.98	0+601.99	9956309.74	773240.24
C12	N84° 38' 25.45" W	22°08'31"	30	5.87	11.59	11.52	0.57	0.56	1+004.60	0+998.73	1+010.33	9956225.73	773055.64
C13	N83° 23' 01.37" W	6°06'04"	30	1.60	3.19	3.19	0.04	0.04	1+109.47	1+107.87	1+111.07	9956249.49	772953.54
C14	S63° 59' 25.22" E	40°29'19"	30	11.06	21.20	20.76	1.98	1.85	1+207.43	1+196.37	1+217.57	9956214.46	772924.78
C15	S65° 31' 02.43" E	27°04'42"	30	7.22	14.18	14.05	0.86	0.83	1+260.29	1+253.06	1+267.24	9956206.66	772977.94
C16	S61° 48' 51.79" E	19°40'20"	30	5.20	10.30	10.25	0.45	0.44	1+371.56	1+366.36	1+376.66	9956137.95	773065.81
C17	S48° 23' 24.92" E	13°46'12"	20	2.41	4.81	4.80	0.15	0.14	1+481.74	1+479.32	1+484.13	9956092.09	773165.23
C18	S37° 00' 04.08" E	9°00'30"	30	2.36	4.72	4.71	0.09	0.09	1+521.21	1+518.85	1+523.56	9956062.51	773191.41
C19	S29° 31' 55.93" E	11°26'46"	30	3.01	5.99	5.98	0.15	0.15	1+598.12	1+595.12	1+601.11	9955998.24	773233.63
C20	S85° 28' 14.19" E	27°50'43"	30	7.44	14.58	14.44	0.91	0.88	1+876.42	1+868.98	1+883.56	9955885.37	773475.32
C21	N43° 02' 23.28" E	22°00'24"	30	5.83	11.52	11.45	0.56	0.55	2+010.01	2+004.18	2+015.70	9955969.32	773570.57

*Nota.* Se presentan las curvas horizontales de diseño del proyecto vial. Elaborado por: Los Autores.

## 7.5. Alineamiento Vertical

Proyección vertical del eje de una vía el cual comparte importancia con el alineamiento horizontal, además debe estar ligado con la velocidad de diseño, tangentes, curvas y las características geológicas del terreno. La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. (p. 204).

Es fundamental para el diseño de este conocer los elementos indispensables, como son el perfil y la rasante.

**Tabla 45**

*Pendientes de diseño longitudinales*

<b>PENDIENTE</b>	<b>%</b>
<b>Máxima</b>	12
<b>Mínima</b>	0,5

Elaborado por: Los Autores.

### 7.5.1. Curvas Verticales

Existen dos tipos de curvas verticales, en las cuales podemos encontrar las asimétricas y las simétricas, se deberán tomar en cuenta las longitudes de las mismas y en pendientes de clasificarían en cóncavas y convexas. La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Por otro lado, debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hace sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple con su eje vertical. (p. 207).



Permitiendo una clasificación progresiva de las pendientes, de acuerdo con su longitud de la tangente de entrada hasta la de salida.

#### **7.5.1.1. Curvas convexas**

La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. (p. 208).

El cual para estas curvas existen fórmulas, las cuales se expresan de la siguiente manera.

$$L = \frac{A \times S^2}{426}$$

**Donde:**

*L*= Longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

*A*= Diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

*S*= Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

La cual podría su expresión ser resumida en:

$$L = K \times A$$

**Donde:**

*K*= Coeficientes de diseño

En la norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) establece en su cuadro VII-2 de “Curvas Verticales Convexas Mínimas”.

**Tabla 46***Curvas verticales convexas mínimas*

Velocidad de diseño km/h	Distancia de Visibilidad para Parada "s" (metros)	Coeficiente $K = S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	1,88	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.* Coeficientes K calculados y redondeados en función de la velocidad de diseño y la distancia de visibilidad para parada. Elaborados por: Los Autores, a través de: MOP, 2003.

Además, en las curvas convexas existe una longitud mínima absoluta las cuales son expresadas en metros y representadas de la siguiente manera:

$$L_{min} = 0.60 \times Vd$$

**Donde:**

$Vd$ = Velocidad de diseño, expresada en km/h

$L_{min}$  = Longitud mínima absoluta.

$$L_{min} = 0.60 \times 25$$

$$L_{min} = 15 \text{ m.}$$

### 7.5.1.2. Curvas Cóncavas.

La norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) señala que:

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales 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. (p. 211).

En el cual, la norma de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) nos indica la siguiente expresión para el cálculo de la longitud de la curva vertical convexa, se expresa en metros.

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

Además, la norma mencionada establece una tabla de coeficientes de diseño para curvas verticales cóncavas, la cual nos facilita el cálculo manual de dicha curva.

**Tabla 47**

*Curvas verticales cóncavas mínimas*

Velocidad de diseño km/h	Distancia de Visibilidad para Parada "s" (metros)	Coeficiente $K = \frac{S^2}{122} + 3,5 \times S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2,08	2
25	25	2,98	3
30	30	3,96	4
35	35	5,01	5
40	40	6,11	6
45	50	8,42	8
50	55	9,62	10
60	70	13,35	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 presenta la tabla de curvas verticales cóncavas mínimas. Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP 2003.

### 7.5.2. Diseño de curvas verticales dentro del proyecto.

**Tabla 48**

*Elementos de las Curvas Verticales*

ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL									
PCV	PTV	PIV	ELEVACIÓN	CLV	RADIO	PENDIENTE		K	TIPO
						INGRESO	SALIDA		
0+144.21	0+169.21	0+156.71	3003,02	25,00	3736,29	7,23%	7,90%	37,363	CÓNCAVA
0+392.73	0+417.73	0+405.23	2983,39	25,00	4112,69	7,90%	7,29%	41,127	CONVEXA
0+664.44	0+689.44	0+676.94	2964,58	25,00	1552,63	7,29%	8,90%	15,526	CÓNCAVA
0+766.45	0+791.45	0+778.95	2954,50	25,00	417,94	8,90%	2,92%	4,179	CONVEXA
0+944.80	0+969.80	0+957.30	2949,29	25,00	553,527	2,92%	7,44%	5,535	CÓNCAVA

*Nota.* Se presentan las curvas verticales de diseño del proyecto vial. Elaborado por: Los Autores.

## 7.6. Movimiento de tierras.

Acciones que se realizan in situ de terrenos naturales, cuyo propósito es modificar o cambiar el relieve del terreno propio del proyecto. Según Tiktin (1997):

Las operaciones del movimiento de tierras en el caso más general son:

- Excavación o arranque
- Carga
- Acarreo
- Descarga
- Extendido
- Humectación o desecación
- Compactación
- Servicios auxiliares (p. 01)

El cual se realizará para el cálculo de volúmenes, con el fin de remover la tierra que obstaculiza el paso de la vía del proyecto, lo que da inicio al terraplén.

Para realizar el cálculo de volúmenes se debe utilizar la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{2}(A1 + A2) \times L$$

**Donde:**

**V** = Volumen del prisma

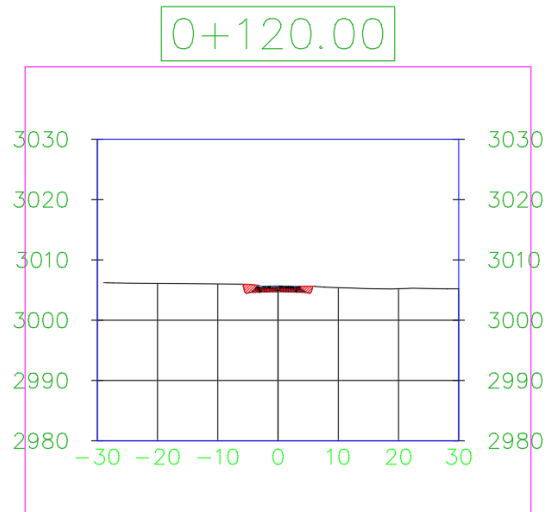
**A1**= Área N.º 1 de la primera sección transversal

**A2**= Área N.º 2 de la segunda sección transversal

**L** = Distancias entre secciones transversales

**Figura 39**

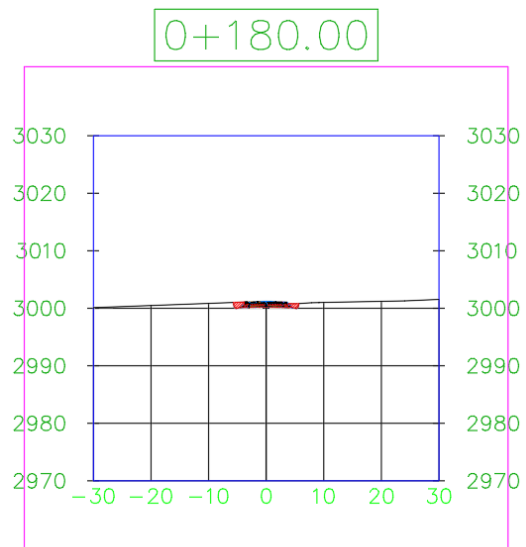
*Sección Típica A1*



*Nota.* Se presenta la sección 1 en la abscisa 0+120. Elaborado por: Los Autores.

**Figura 40**

*Sección Típica A2*



*Nota.* Se presenta la sección 2 en la abscisa 0+180. Elaborado por: Los Autores.

**Tabla 49***Cálculo de volúmenes (corte y relleno) del proyecto vial*

PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN NETO
0+000.000	12,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+020.00	14,07	263,90	0,00	0,00	263,90	0,00	263,90
0+040.00	14,81	288,77	0,00	0,00	552,67	0,00	552,67
0+060.00	12,58	272,39	0,00	0,00	825,05	0,00	825,05
0+080.00	11,59	241,71	0,00	0,00	1066,76	0,00	1066,76
0+100.000	11,36	229,44	0,00	0,00	1296,21	0,00	1296,21
0+120.000	11,36	227,46	0,00	0,00	1523,67	0,00	1523,67
0+140.000	8,81	199,88	0,00	0,00	1723,55	0,00	1723,55
0+160.000	10,51	195,05	0,00	0,00	1918,60	0,00	1918,60
0+180.000	8,64	192,08	0,00	0,00	2110,68	0,00	2110,68
0+200.000	7,67	163,06	0,00	0,00	2273,73	0,00	2273,73
0+220.000	5,92	135,06	0,00	0,00	2409,57	0,00	2409,57
0+240.000	5,25	111,68	0,00	0,00	2521,25	0,00	2521,25
0+260.000	5,02	102,73	0,00	0,00	2623,98	0,00	2623,98
0+280.000	4,83	98,60	0,00	0,00	2722,58	0,00	2722,58
0+300.000	6,41	112,34	0,00	0,00	2834,92	0,00	2834,92
0+320.000	8,58	149,90	0,00	0,00	2984,81	0,00	2984,81
0+340.000	10,44	190,17	0,00	0,00	3174,98	0,00	3174,98
0+360.000	12,91	232,74	0,00	0,00	3407,73	0,00	3407,73
0+380.000	16,47	293,09	0,00	0,00	3700,82	0,00	3700,82
0+400.000	22,15	385,53	0,00	0,00	4086,36	0,00	4086,36
0+420.000	22,76	449,18	0,00	0,00	4535,54	0,00	4535,54
0+440.000	24,71	471,65	0,00	0,00	5007,19	0,00	5007,19
0+460.000	21,95	466,55	0,00	0,00	5473,74	0,00	5473,74
0+480.000	20,92	427,93	0,00	0,00	5901,67	0,00	5901,67
0+500.000	22,07	429,74	0,00	0,00	6331,42	0,00	6331,42
0+520.000	24,87	469,06	0,00	0,00	6800,47	0,00	6800,47
0+540.000	27,15	519,88	0,00	0,00	7320,36	0,00	7320,36
0+560.000	27,95	550,21	0,00	0,00	7870,57	0,00	7870,57
0+580.000	27,17	551,22	0,00	0,00	8421,78	0,00	8421,78
0+600.000	27,39	546,31	0,00	0,00	8968,10	0,00	8968,10
0+620.000	25,56	527,07	0,00	0,00	9495,17	0,00	9495,17
0+640.000	20,78	460,43	0,00	0,00	9955,60	0,00	9955,60
0+660.000	16,67	374,52	0,00	0,00	10330,12	0,00	10330,12
0+680.000	10,09	267,86	0,00	0,00	10597,98	0,00	10597,98
0+700.000	7,35	185,92	0,02	0,14	10783,90	0,14	10783,76
0+720.000	7,04	158,43	0,00	0,12	10942,33	0,26	10942,08
0+740.000	17,37	246,40	0,00	0,00	11188,74	0,26	11188,48
0+760.000	28,72	461,49	0,00	0,00	11650,23	0,26	11649,98
0+780.000	36,80	655,26	0,00	0,00	12305,49	0,26	12305,23
0+800.000	33,48	702,86	0,00	0,00	13008,35	0,26	13008,09
0+820.000	28,04	615,22	0,00	0,00	13623,57	0,26	13623,31
0+840.000	25,12	531,65	0,00	0,00	14155,22	0,26	14154,96
0+860.000	21,39	465,10	0,00	0,00	14620,32	0,26	14620,06
0+880.000	20,29	416,77	0,00	0,00	15037,08	0,26	15036,83
0+900.000	19,12	394,15	0,00	0,00	15431,24	0,26	15430,98
0+920.000	20,11	392,34	0,00	0,00	15823,58	0,26	15823,32
0+940.000	15,27	353,80	0,00	0,00	16177,38	0,26	16177,12
0+960.000	10,24	255,10	0,00	0,00	16432,48	0,26	16432,22
0+980.000	11,13	213,65	0,00	0,00	16646,13	0,26	16645,88
1+000.000	14,71	253,15	0,00	0,00	16899,28	0,26	16899,03

<b>1+020.000</b>	21,90	366,15	0,00	0,00	17265,44	0,26	17265,18
<b>1+040.000</b>	23,40	452,97	0,00	0,00	17718,41	0,26	17718,15
<b>1+060.000</b>	26,84	504,63	0,00	0,00	18223,04	0,26	18222,78
<b>1+080.000</b>	22,82	496,56	0,00	0,00	18719,60	0,26	18719,34
<b>1+100.000</b>	25,02	479,65	0,00	0,00	19199,25	0,26	19198,99
<b>1+120.000</b>	21,07	460,91	0,00	0,00	19660,16	0,26	19659,91
<b>1+140.000</b>	34,11	502,92	0,00	0,00	20163,09	0,26	20162,83
<b>1+160.000</b>	51,75	88,37	0,00	-0,03	20251,46	0,22	20251,23
<b>1+180.000</b>	16,69	626,59	0,00	0,05	20878,05	0,27	20877,77
<b>1+200.000</b>	11,70	281,15	0,00	0,00	21159,20	0,27	21158,92
<b>1+220.000</b>	9,92	216,21	0,00	0,00	21375,41	0,27	21375,14
<b>1+240.000</b>	12,37	224,36	0,00	0,00	21599,77	0,27	21599,50
<b>1+260.000</b>	12,47	250,36	0,00	0,00	21850,13	0,27	21849,85
<b>1+280.000</b>	15,10	275,72	0,00	0,00	22125,85	0,27	22125,58
<b>1+300.000</b>	15,05	301,53	0,00	0,00	22427,38	0,27	22427,11
<b>1+320.000</b>	19,83	348,83	0,00	0,00	22776,21	0,27	22775,94
<b>1+340.000</b>	15,99	358,17	0,00	0,00	23134,38	0,27	23134,11
<b>1+360.000</b>	17,63	335,17	0,00	0,00	23469,55	0,27	23469,28
<b>1+380.000</b>	18,92	365,51	0,00	0,00	23835,06	0,27	23834,78
<b>1+400.000</b>	17,95	368,81	0,00	0,00	24203,87	0,27	24203,60
<b>1+420.000</b>	18,61	366,51	0,00	0,00	24570,39	0,27	24570,11
<b>1+440.000</b>	18,60	373,09	0,00	0,00	24943,48	0,27	24943,21
<b>1+460.000</b>	19,33	379,99	0,00	0,00	25323,47	0,27	25323,20
<b>1+480.000</b>	18,17	376,95	0,00	0,00	25700,42	0,27	25700,15
<b>1+500.000</b>	17,65	359,02	0,00	0,00	26059,44	0,27	26059,17
<b>1+520.000</b>	16,10	339,56	0,00	0,00	26399,00	0,27	26398,72
<b>1+540.000</b>	14,93	310,32	0,00	0,00	26709,32	0,27	26709,05
<b>1+560.000</b>	13,29	283,07	0,00	0,00	26992,39	0,27	26992,12
<b>1+580.000</b>	8,93	222,24	0,00	0,00	27214,64	0,28	27214,36
<b>1+600.000</b>	12,79	216,65	0,00	0,00	27431,29	0,28	27431,01
<b>1+620.000</b>	12,38	249,02	0,00	0,00	27680,31	0,28	27680,03
<b>1+640.000</b>	12,65	250,06	0,00	0,00	27930,36	0,28	27930,09
<b>1+660.000</b>	9,94	226,75	0,00	0,00	28157,11	0,28	28156,83
<b>1+680.000</b>	8,63	185,91	0,00	0,00	28343,02	0,28	28342,74
<b>1+700.000</b>	8,34	169,67	0,00	0,00	28512,70	0,28	28512,42
<b>1+720.000</b>	8,01	163,51	0,00	0,00	28676,20	0,28	28675,92
<b>1+740.000</b>	12,20	202,10	0,00	0,00	28878,30	0,28	28878,02
<b>1+760.000</b>	9,87	220,69	0,00	0,00	29098,99	0,28	29098,71
<b>1+780.000</b>	8,52	183,93	0,00	0,00	29282,92	0,28	29282,64
<b>1+800.000</b>	6,46	149,80	0,00	0,00	29432,72	0,28	29432,45
<b>1+820.000</b>	10,82	173,06	0,00	0,00	29605,78	0,28	29605,51
<b>1+840.000</b>	9,32	201,41	0,00	0,00	29807,20	0,28	29806,92
<b>1+860.000</b>	13,13	223,16	0,00	0,00	30030,35	0,28	30030,07
<b>1+880.000</b>	13,83	267,07	0,00	0,00	30297,42	0,28	30297,14
<b>1+900.000</b>	14,05	276,29	0,00	0,00	30573,71	0,28	30573,43
<b>1+920.000</b>	13,90	279,23	0,00	0,00	30852,93	0,28	30852,65
<b>1+940.000</b>	13,55	274,50	0,00	0,00	31127,44	0,28	31127,16
<b>1+960.000</b>	13,20	267,54	0,00	0,00	31394,97	0,28	31394,69
<b>1+980.000</b>	11,80	249,99	0,00	0,00	31644,96	0,28	31644,68
<b>2+000.000</b>	12,72	244,03	0,00	0,00	31889,00	0,28	31888,72
<b>2+016.457</b>	0,00	104,65	0,00	0,00	31993,64	0,28	<b>31993,36</b>

Elaborado por: Los Autores, a través del software "CIVIL 3D".



## **CAPÍTULO VIII**

### **DISEÑO DE PAVIMENTO**

#### **8.1. Introducción**

En este capítulo se planteará un diseño de pavimento óptimo para la vía del proyecto, el cual se deberá adoptar todas las condiciones naturales de terreno, el mismo que deberá tener una durabilidad y condiciones de seguridad a 20 años de vida útil.

El pavimento es una construcción en una superficie natural o artificial, compuesta por diferentes materiales, los cuales servirán de apoyo a la vía para el uso de las personas y vehículos que transiten por la misma ante cualquier condición climática que exista en la zona del proyecto, cuyo pavimento deberá estar conformado por 4 etapas según lo establecido, las cuales son la carpeta asfáltica, la capa base, capa subbase y la subrasante.

El cual deberá ser un pavimento sostenible el cual sea amigable con el medio ambiente, mismo que se recomienda usar polvo de caucho el cual podemos conseguir, reciclando neumáticos.

Existen diferentes recomendaciones para un diseño de pavimento adecuado, los cuales se diseñará dependiendo la fluencia de tráfico en la zona y sus condiciones de carga, las características físicas y geológicas del terreno. En la especificación de los materiales de las capas del pavimento, dependerá del factor económico y el diseño que se adapte a las condiciones físicas del terreno.

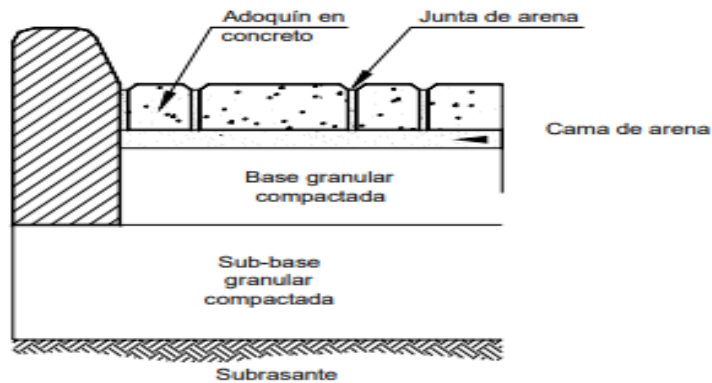
#### **8.2. Tipos de pavimentos**

##### **8.2.1. Pavimento semiflexible o articulado**

Se compone de la misma estructura que un pavimento flexible a diferencia de que se coloca una capa de adoquín en concreto apoyados con juntas de arena, con una cama de arena, base, subbase y la subrasante, el cual es de importancia que exista un borde de confinamiento.

**Figura 41**

*Estructura de un pavimento articulado (adoquinado)*



*Nota.* Se presenta la estructura de un pavimento articulado. Fuente: Diseño de Pavimentos Articulado para Tráficos Medio y Alto. Fuente: Sánchez, 2003.

### **8.2.1.1. Capas del pavimento articulado**

#### **8.2.1.1.1. Capa de rodadura**

Se constituye por adoquines, cuyo espesor puede variar dependiendo de las condiciones de carga de la vía. Según la Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria INEN 1 488, “El espesor no deberá ser menor de 60 mm ni mayor de 100 mm. El espesor mínimo para tránsito peatonal será de 60 mm y para tránsito vehicular 80 mm.”.

**Figura 42**

*Clasificación de tránsito y tipo de adoquín*

Tipo de uso	No. de vehículos por día mayores de 3t brutas	Equivalente total de repeticiones de eje estándar después de 20 años de servicio	Forma recomendada de adoquín	Resistencia característica (MPa) compresión a los 28 días
Peatonal	0	0	A,B,C	(20)
Estacionamiento y calles residenciales	0-150	$0-4,5 \times 10^5$	A,B,C	(30)
Caminos secundarios y calles y principales	150- 1500	$4,5 \times 10^5 -4,5 \times 10^6$	A	(40)

*Nota.* Se presenta la resistencia característica en MPa en función del tipo de uso.  
Fuente: INEN 1 488. 2016.

Según el tipo de uso, el adoquín a utilizar deberá tener una resistencia característica a la compresión a los 28 días de 40 MPa, se rellenará con juntas de arena los espacios entre adoquines el cual su espesor no debe ser menor a 2 mm ni exceder de los 5mm

#### **8.2.1.1.2. Cama de arena**

Capa en donde estará asentado la capa de rodadura el cual servirá de apoyo y de nivelación a los adoquines, además que facilitará la colocación del mismo, la cual deberá estar humedecida uniformemente y se irá implementando a medida que se vayan colocando los adoquines para evitar que esté expuesto a condiciones atmosféricas.

Influye directamente en la absorción del agua y una buena evacuación de la misma con el fin de evitar la formación de charcos en la vía. El espesor de la cama de arena puede varias entre los 20 mm y 30 mm una vez compactado.

#### **8.2.1.1.3. Base**

Capa colocada sobre la subbase terminada y lista, la cual es de importancia ya que tiene como objetivo absorber los esfuerzos de la capa de rodadura y transferir a las demás capas. La utilización de los materiales que conforman la capa base deberá ser utilizados de canteras autorizadas, la cual deben contener materiales de mejor calidad que los colocados en la subbase.

#### **8.2.1.1.4. Subbase**

Capa construida por debajo de la base, constituida con materiales no tan buenos, cuya función principal es reducir costos al intentar reducir el espesor de la base, separándole de la subrasante, controlando de esta forma el ascenso del agua por efecto de la capilaridad, ya que si la base se mezcla con la subrasante puede presentar diferentes cambios volumétricos y perjudicar en su resistencia.

#### **8.2.1.1.5. Subrasante**

Terreno natural que se encuentra por debajo de todas las capas que constituyen en la construcción de la vía, la cual sirve como un asiento a la estructura del diseño de pavimento.

### **8.3. Provisiones para el diseño de pavimentos flexibles**

#### **8.3.1. Subrasante**

A través de los estudios realizados de ensayo de laboratorio, el CBR del presente proyectos es **4,85 %** y en un suelo en su mayoría de **OL (limo orgánico arenosa)**. Para el diseño de pavimentos es de importancia el estudio de la subrasante el cual se deberá determinar el módulo resiliente ya que se debe conocer las propiedades del suelo de donde se asentará la vía del proyecto ya que este nos va a indicar toda la capacidad de absorber que tiene sin experimentar daños o deformaciones de la vía.

Por lo general las causas de deformaciones de la vía se da por la falta de estabilidad de la subrasante el cual falla por corte o desplazamiento lateral del material ocupado, por una filtración del agua hacia la subrasante generando una gran cantidad de humedad y produciendo corrugaciones viales.

La aplicación del estudio del módulo resiliente es complicada, por consecuentemente la AASHTO 93 nos presenta unas fórmulas relacionadas con el CBR para la determinación del MR

- Si el CBR es  $\leq$  al 7.2%,  $Mr = 1500 \times CBR$
- Si el CBR es  $\geq$  al 20% pero  $<$  al 7.2%,  $Mr = 3000 \times CBR^{0.65}$
- Si el CBR es  $>$  al 20%,  $Mr = 436 \times CBR + 241$

El cual para el presente proyecto se elaborará con la siguiente ecuación:

$$Mr = 1500 \times CBR$$

$$Mr = 1500 \times 4.85$$

$$Mr = 7275 \text{ psi}$$

### **8.3.2. Subbase**

Los agregados de la subbase de determinarán según los materiales de la cantera que se ocuparán. Según la MOP F 001 (2002) establece que:

Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N.º 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. (pg. IV – 38).

**Tabla 50***Subbases construidas con agregados*

<b>Clase 1</b>	Construida con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, graduados uniformemente dentro de los límites de granulometría, por lo menos el 30% del agregado deberá realizarse por trituración.
<b>Clase 2</b>	Construida con agregados mediante la trituración o cribado en yacimientos de piedras o de gravas y graduados uniformemente dentro de los límites de la granulometría.
<b>Clase 3</b>	Construida con agregados naturales que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados de granulometría.

*Nota.* Se presentan diferentes clases de subbases construidas con agregados.

Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP F 001, 2002

En el cual se expresa en función de las características de las minas, constituidas por los diferentes tipos de materiales, los cuales se especifica cuales se deben triturar y cuáles no, y los límites de granulometría.

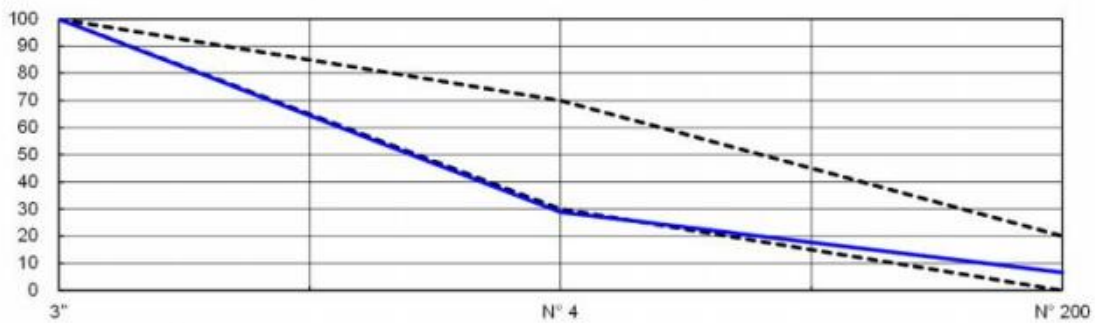
**Tabla 51***Porcentajes de pesos, en función de los tamices de malla cuadrada para Sub-Base*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>		
	<b>CLASE 1</b>	<b>CLASE 2</b>	<b>CLASE 3</b>
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 presenta las diferentes clases en función de los tamices. Fuente: MOP F-001, 2002, p. IV – 39.

**Figura 43**

*Curva Granulométrica SUB-BASE CLASE III M-1*



*Nota.* Se presenta la curva granulométrica de la cantera “RANCHO LA PAZ”.  
Fuente: GAD Municipal del Cantón Mejía.

El material presenta una abrasión del **45.93 %**, lo cual se interpreta como apta para Sub-Base, además que estará en las manos del Fiscalizador aceptar o no este tipo de material, caso contrario se requerirá el material de otra mina para que cumpla las propiedades granulométricas.

A partir de un ábaco representado en la AASHTO 93, podemos interpretar los siguientes datos del módulo resiliente y el coeficiente  $a_3$ , los cuales serán necesarios para un diseño óptimo de pavimento.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas nos presenta diferentes ábacos para determinar los coeficientes estructurales (**ai**), a partir del CBR, coeficiente de drenaje de la capa (**mi**) y el módulo resiliente (psi).

**Tabla 52**

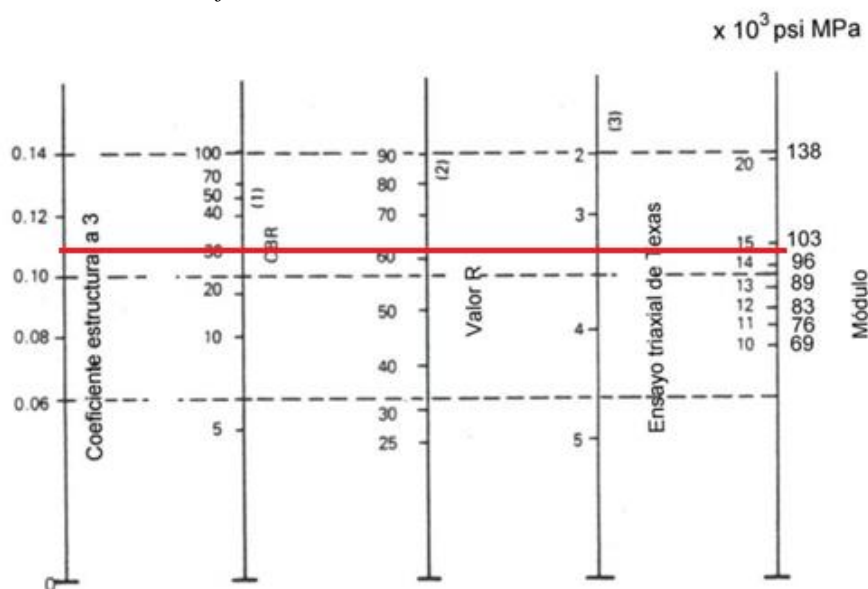
*Coefficientes Estructurales*

CAPA	MATERIAL UTILIZADO	CBR (%)	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (ai)
1	CARPETA ASFÁLTICA		0.42
2	BASE GRANULAR	80	0.13
3	SUBBASE GRANULAR	30	0.11
4	MEJORAMIENTO	10	0.08

*Nota.* Se presenta el cálculo de los coeficientes estructurales en función del CBR y el Módulo Resiliente (psi). Fuente: Estudio de Ingeniería de la carretera Santo Domingo – Esmeraldas, MTOP, 2002, p.11.

**Figura 44**

*Determinación del coeficiente a3*



*Nota.* Determinación del cálculo a3 en función del CBR para Sub-Bases. Fuente: Guía AASHTO 93.



**Tabla 53***Particularidades de la Sub-Base*

<b>RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)</b>	30 %
<b>MÓDULO RESILIENTE (MR) (psi)</b>	14500
<b>COEFICIENTE (a3)</b>	0.11

*Nota. Datos para la Sub-Base. Elaborado por: Los Autores.***8.3.3. Base**

Se establece condiciones mínimas para que cumpla con lo estipulado por la normativa MOP para que se pueda utilizar el material como Base, En este caso el material presentado cumple con lo estipulado en el MOP-001-F 2002 para que sea de tipo clase 2 para ser ocupada en el proyecto vial, cuyo material estará dispuesto si el Fiscalizador de obra lo acepta caso contrario se requerirá otra cantera.

**Tabla 54***Porcentajes de pesos, en función de los tamices de malla cuadrada para Base*

TAMICES		% en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
		CLASE 1		CLASE 2	CASE 3	CLASE 4
Pulgadas	Mm	Tipo A	Tipo B			
2	50,8	100	---			100
1 ½	38,1	70-100	100			
1	25,4	55-85	70-100	100		60-90
¾	19	50-80	60-90	70-100	100	
03-ago	9,5	35-60	45-75	50-80	-	
Nº4	4,76	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
Nº10	2	20-40	20-50	25-50	30-60	
Nº40	0,425	oct-25	oct-25	15-30	20-35	
Nº200	0,075	02-dic	02-dic	mar-15	mar-15	0-15

*Nota.* Se presenta la clase 2 para Base en función de los tamices. Fuente: MOP F 001, 2002, pg IV – 39.

**Tabla 55**

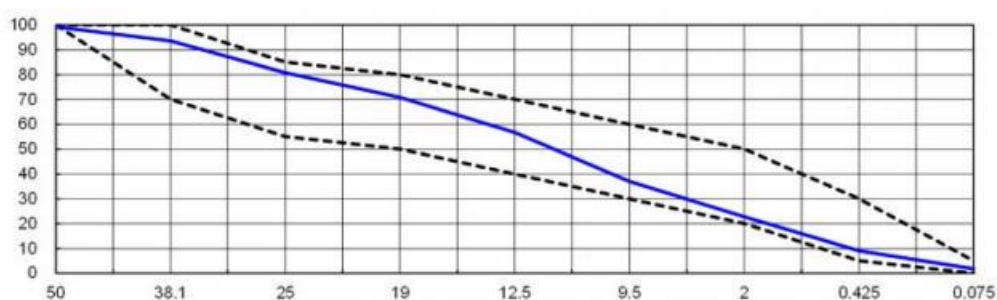
*Porcentaje en peso a través de los tamices de malla cuadrada*

<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.* Se presenta los porcentajes de pesos de acuerdo con cada tamiz, la cual corresponde a una clase 2. Fuente: MOP F 001, 2002, p. IV – 50.

**Figura 45**

*Curva Granulométrica BASE CLASE II*

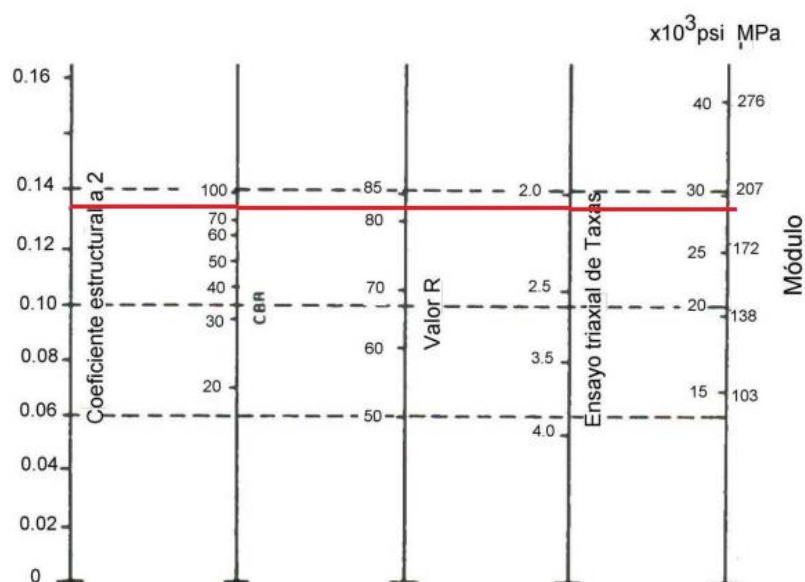


*Nota.* Se presenta la curva granulométrica de la cantera “RANCHO LA PAZ”. Fuente: GAD Municipal del Cantón Mejía.

A partir de un ábaco representado en la AASHTO 93, podemos interpretar los siguientes datos del módulo resiliente y el  $a_2$ , los cuales serán necesarios para un diseño óptimo de pavimento.

**Figura 46**

*Determinación del coeficiente a2*



Nota. Determinación del cálculo a2 en función del CBR para Bases. Fuente: Guía AASHTO 93.

**Tabla 56**

*Particularidades de la Base*

<b>RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)</b>	80 %
<b>MÓDULO RESILIENTE (MR) (psi)</b>	28000
<b>COEFICIENTE (a2)</b>	0.13

Nota. Datos para la Base. Elaborado por: Los Autores.

### 8.3.4. Carpeta Asfáltica

Es la conformación de la capa superior del pavimento flexible que facilita para la capa de rodadura del flujo de vehículos, además que se conforma de agregados granulares y productos asfálticos. Además, que debe tener firmeza y resistencia al deslizamiento de los neumáticos.

La normativa MOP-001F-2022 nos presenta las condiciones de empleo la carpeta asfáltica donde se determinará el tipo y graduación de los agregados. Además, de las

**Tabla 57**

*Características de la mezcla asfáltica*

características que debe realizarse en la mezcla asfáltica en función del tipo de tráfico de la vía del proyecto.

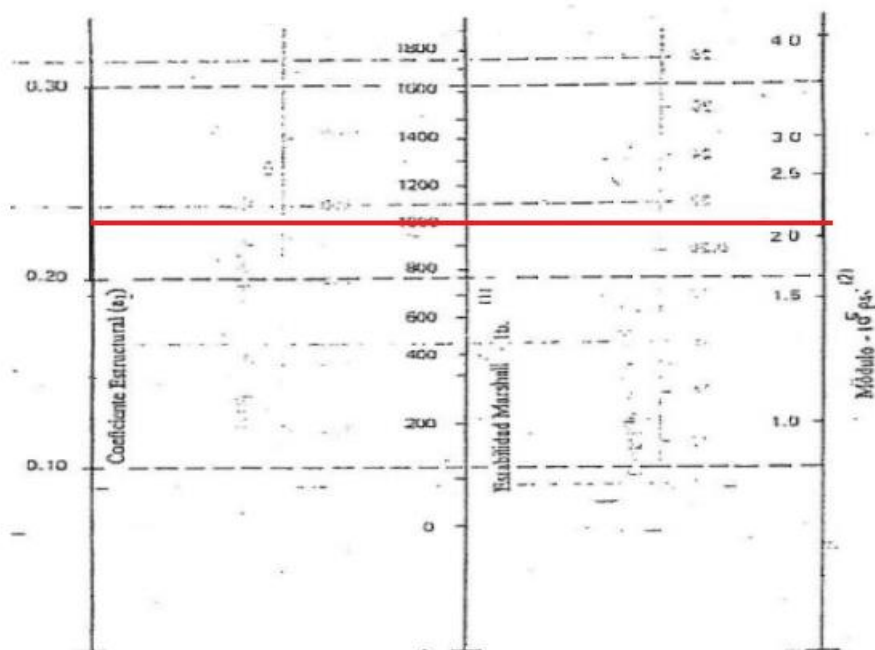
TIPO DE TRAFICO	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
No. De Golpes/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	----	1800	----	1200	----	1000	2400
Flujo (pulgada/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla								
- Capa de Rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
- Capa Intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
- Capa de Base	3	9	3	9	3	9	3	9
% Vacíos agregados	VER TABLA 405-5.5							
Relación filler/betún	0.8	1.2	0.8	1.2				
% Estabilidad retenida luego 7 días en agua temperatura ambiente								
- Capa de Rodadura	70	----	70	----				
- Intermedia o base	60	----	60	----				

Nota. Criterios Marshall en función el tipo de tráfico. Fuente: MOP F001-2002.

Por consiguiente, para el presente proyecto se ha determinado mediante los criterios Marshall la estabilidad (1000 lb), lo que nos favorece para poder determinar mediante el ábaco respectivo el coeficiente a1 y el módulo resiliente.

**Figura 47**

*Determinación del coeficiente a1*



Nota. Determinación del coeficiente a1 en función de la estabilidad por criterio Marshall para carpeta asfáltica. Fuente: Guía AASHTO 93.

**Tabla 58**

*Particularidades de la Base*

<b>Mr (psi)</b>	210600
<b>COEFICIENTE (a1)</b>	0.24

*Nota. Datos para la Base. Elaborado por: Los Autores.*

### 8.3.5. Mejoramiento

Como se ha manifestado anteriormente el CBR de la subrasante es del 4,85%, por lo tanto, se ha determinado realizar un mejoramiento de la subrasante, que va a permitir la resistencia a la compresión y la estabilidad de la estructura, mediante la colocación de estabilizadores como son los geo-sintéticos en el proceso constructivo de la vía.

El material de Mejoramiento deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

**Tabla 59**

*Porcentaje en peso a través de los tamices de malla cuadrada para mejoramiento*

<b>TAMIZ</b>	<b>% QUE PASA</b>
<b>3"</b>	100
<b>#4</b>	40 - 70
<b>#200</b>	0 - 20

Nota. Se presenta los porcentajes de pesos de acuerdo con cada tamiz, la cual corresponde al mejoramiento. Elaborado por los Autores. Fuente: Estudios de Consultoría para el mejoramiento de las vías rurales del Azuay, Arq. Ana Sacoto, 2013.

Se establece los módulos de la subrasante actual y el del material de mejoramiento

Subrasante Actual:

**CBR (4.85%)**

$$Mr = 1500 \times CBR$$

$$Mr = 1500 \times 4.85$$

$$Mr = 7275 \text{ psi}$$

Mejoramiento:

**CBR (10%)**

$$Mr = 2555 \times CBR^{0.64}$$

$$Mr = 1500 \times 4.85$$

$$Mr = 11152.98 \text{ psi}$$

**Tabla 60**

*Particularidades del Mejoramiento*

<b>Mr (psi)</b>	11152.98
<b>COEFICIENTE (a1)</b>	0.08

Nota. Datos para el Mejoramiento. Elaborado por: Los Autores.

## 8.4. Diseño de pavimentos por el método AASHTO 93

### 8.4.1. Pavimentos Flexibles.

En el diseño de pavimentos flexibles se ocupará la guía de diseño AASHTO 93, el cual nos aporta una fórmula de diseño, la misma que sirve para calcular el número estructural del pavimento flexible y su número de repeticiones de cargas equivalentes. La norma AASHTO 93, nos presenta la siguiente formula con su significado respectivo:

$$\log W_{18} = Z_R S_O + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log(\Delta PSI)}{0.40 + \frac{4.2 - 1.5}{1094}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Donde:

SN = Número estructural (plg)

$W_{18}$  = Número de cargas de 18 kips (80 KN) previstas

$Z_R$  = Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada

$S_o$  = Desvío estándar de todas las variables

$\Delta PSI$  = Pérdida de serviciabilidad

$M_R$  = Módulo resiliente de la subrasante (psi) (pg. 170)

#### 8.4.1.1. Periodo de diseño

En un diseño de pavimento optimo se tomará en cuenta la vida útil de un proyecto, el cual será de 20 años, el mismo que se comenzará a medir desde el momento de inicio de obra hasta el día que comience a haber fallos en su estructura por ende baje su grado de seguridad y serviciabilidad.

#### 8.4.1.2. Tránsito equivalente

En el capítulo VI se presentan los cálculos requeridos para calcular el número de ejes equivalentes para nuestro proyecto el cual es de  $W_{18} = 231971$

### 8.4.1.3. Nivel de confiabilidad (R)

Confiabilidad que tiene la vía del proyecto a lo largo de su vida útil, ante cualquier condición climática o de carga de los vehículos. La AASHTO nos imparte una tabla de los niveles urbanos y rurales en función del tipo de carreteras.

**Tabla 61**

*Niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO 93*

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

*Nota.* Se presenta la tabla de niveles de confiabilidad recomendada en función de los tipos de caminos. Elaborado por: Los Autores, a través de la guía de diseño AASHTO 93, p. 137

Escogemos el tipo de camino local, a través de las investigaciones y cálculos establecidos en el capítulo 6, el cual el grado de confiabilidad establecido fue de  $R=80$  el cual cumple con los rangos mencionados por la AASHTO 93. Se presenta una tabla de valores de la desviación estándar expuesto por la AASHTO 93.

**Tabla 62**

*Valores de Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ )*

Confiabilidad R, %	Desviación normal estándar $Z_r$
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476



94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

*Nota.* Se presenta la desviación normal estándar en función de la confiabilidad.

Elaborado por: Los Autores. A través de la guía AASHTO 93, p 196.

El cual para el proyecto mencionado el grado de confiabilidad será de 80% y su desviación normal estándar **Zr = 0.841**

#### **8.4.1.4. Desviación Estándar Total**

Para la establecer este valor la guía AASHTO 93 nos presenta una tabla la cual clasifica para pavimento flexibles un rango de valores del 0.4 – 0.5, el cual se escogió para el proyecto el de **0.4**.

#### **8.4.1.5. Pérdida de serviciabilidad**

Disminución del indicador el cual presenta un grado de confort y seguridad en el que el diseño de pavimento suministra a las personas que transitan por la misma.

El cual se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Donde:

P<sub>o</sub> = Índice de un servicio inicial

P<sub>t</sub> = Índice de un servicio final.

El cual el índice de serviciabilidad inicial para pavimentos flexibles será de 4.2 y el índice final de 2 para caminos de menor tránsito. Cabe mencionar que dependerá el tipo de construcción que tenga la vía, el cual puede no alcanzar los niveles establecidos y dure menos.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

#### **8.4.1.6. Consideraciones de drenaje para el diseño de pavimentos**

Se debe considerar las condiciones de la precipitación en el sector del proyecto en cada una de las capas que conforman la estructura (Base y Sub-Bases no tratadas).

Así mismo se debe calcular el porcentaje en el que la estructura se encuentra afectada por la precipitación a los niveles de saturación, la determinación de este parámetro se considera la precipitación en los meses de invierno con relación a la precipitación total anual representado en porcentaje.

Se ha determinado la precipitación de acuerdo con las estaciones meteorológicas más cercanas como son la estación IZOBAMBA, el cálculo se ha determinado de una serie de datos anuales que son desde el año 2000 al año 2019

A continuación, se muestra una serie de datos desde los años antes mencionados, donde se puede visualizar los meses de invierno con su respectiva precipitación:

**Tabla 63***Precipitaciones de la Estación IZOBAMBA*

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL /AÑO	PROMEDIO/MES
2000	161,2	184,6	268,8	231,4	250,5	137,7	42,6	28,8	167,7	49,9	57,9	73,7	1654,80	137,90
2001	144,8	168,2	226,3	133,6	102	38,2	36,1	12,4	91,4	7,9	119	192,6	1272,50	106,04
2002	94	93,4	201,4	248	132,7	69,7	26,5	11,8	22,9	129,6	185	243,6	1458,60	121,55
2003	144,7	104,4	111,5	183,7	118	117,8	7,9	32,2	101,3	153,2	200,1	110,5	1385,30	115,44
2004	58,9	66,1	74,8	150,4	147,4	24,3	28,6	3,1	98,7	136,3	152,7	187,7	1129,00	94,08
2005	33,3	201,4	210,2	115,7	100,1	66,8	50,6	53,9	84,1	83,7	105,8	159,4	1265,00	105,42
2006	93,3	188,8	167,5	262	76,3	92,2	13,1	23,6	51,6	76,5	245,9	174,6	1465,40	122,12
2007	171,3	55,1	229,9	264,3	243,6	59,7	62,6	34,8	16,4	201,9	326,2	117,8	1783,60	148,63
2008	246,6	275,5	263,5	257	216,4	111,5	28,5	96,7	103,1	199,5	108	126	2032,30	169,36
2009	295,4	186,6	262,4	189,9	102,8	48,2	7,1	29	9,7	86,4	88,8	209,9	1516,20	126,35
2010	45,6	103,7	114,2	289,2	149,2	100,4	196,2	52,5	79,5	89,7	249,4	304,8	1774,40	147,87
2011	138,3	193,3	143,7	262,4	92,8	61,4	69,4	76,7	56,9	197,6	30,4	164,9	1487,80	123,98
2012	254,3	227,3	197,4	219,3	64,9	10,6	19,8	20	20,5	167	169	30,5	1400,60	116,72
2013	43,7	230,5	128,1	101,9	239	9,8	8,3	43,5	38,9	191,5	45,9	79,6	1160,70	96,73
2014	177,9	135,4	242,3	141,6	186,9	43,3	12,5	49,9	78,5	132,1	112,8	79,8	1393,00	116,08
2015	94,9	78,9	233,3	152,2	102,4	10,6	30	6,6	21,4	118,2	193,4	49,7	1091,60	90,97
2016	166,6	103,7	185,2	318,7	131,4	44,3	18,4	10,6	82	110,9	28,9	193,3	1394,00	116,17
2017	171,3	170,6	331,1	163,5	227,7	149,7	5,1	42,1	53,8	113	124,4	170,4	1722,70	143,56
2018	84,9	181,3	217,4	176,1	191,5	30,2	12	23,9	45,4	89,1	253,1	44,7	1349,60	112,47
2019	105,5	212	235,1	155,4	103,6	62,5	24,9	0	84	168	194,8	132,3	1478,10	123,18
<b>PROMEDIO</b>	<b>136,325</b>	<b>158,04</b>	<b>202,205</b>	<b>200,815</b>	<b>148,96</b>	<b>64,445</b>	<b>35,01</b>	<b>32,605</b>	<b>65,39</b>	<b>125,1</b>	<b>149,575</b>	<b>142,29</b>	<b>1460,76</b>	<b>121,73</b>

*Nota.* Precipitación de la estación IZOBAMBA con los meses de invierno, años (2000-2019). Elaborado por los Autores, a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

$$TH = \frac{\text{Precipitación en los Meses de Invierno} * 100}{\text{Precipitación Total Anual}}$$

$$TH = \frac{638.87 * 100}{1460.76}$$

$$TH = \frac{638.87 * 100}{1460.76}$$

$$TH = 43.74\%$$

En referencia a este porcentaje y en función de la calidad de drenaje, se puede llegar a determinar los coeficientes de capa modificado para Base y Sub-Base.

**Tabla 64**

*Coficiente de drenaje en función del % de tiempo que se expone la estructura a niveles de humedad*

CALIDAD DE DRENAJE	% DE TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD PRÓXIMOS A LA SATURACIÓN			
	< 1%	1-5%	5-25%	>25%
EXCELENTE	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.90
POBRE	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.80
MUY POBRE	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.70

*Nota.* Coeficientes de capa modificado para Base y Subbase no tratada. Elaborado por: Los Autores, a través de guía AASHTO 93.

**Tabla 65**

*Valores estructurales de drenaje*

COEFICIENTES DE DRENAJE		
BASE	m2	1.00
SUBBASE	m3	0.90
MEJORAMIENTO	m4	0.90

Nota. Coeficiente de drenaje (m) que afectan a las capas no ligadas. Elaborado por: Los Autores.

#### 8.4.1.7. Determinación del número estructural

En esta sección, para la determinación del número estructural se ha considerado el programa libre “CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 11993” ya que se debe realizar por un método iterativo y este programa considera un porcentaje menor de error. Se utiliza para pavimentos flexibles.

**Figura 48**

*Programa "CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993"*

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. It includes the following elements:

- Window Title:** Ecuación AASHTO 93
- Radio Buttons:**  Pavimento flexible,  Pavimento rígido
- Confiability (R) and Desviación estándar (So):** Reliability (R) dropdown, So input field
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial input, PSI final input
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr input field, psi unit
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) input, Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) input, Coeficiente de transmisión de carga - (J) input, Coeficiente de drenaje - (Cd) input
- Tipo de Análisis:**  Calcular SN,  Calcular W18, W18 = input field
- Número Estructural:** SN = input field
- Buttons:** Calcular, Salir

Nota. Se presenta la ventana de trabajo. Elaborado por: Los Autores. Fuente: CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993, Ing. Vásquez Varela.

A continuación, se determina el **valor estructural**, que se considera de soporte por el volumen de tráfico:

**Figura 49**

*Cálculo del número estructural*

*Nota.* Determinación del número estructural. Elaborado por: Los Autores, a través de la Ecuación AASHTO 93.

#### 8.4.1.8. Espesores mínimos en relación del número estructural

Por medio de la determinación del número estructural se puede determinar las capas de la estructura del pavimento por medio de la siguiente ecuación:

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

**Donde:**

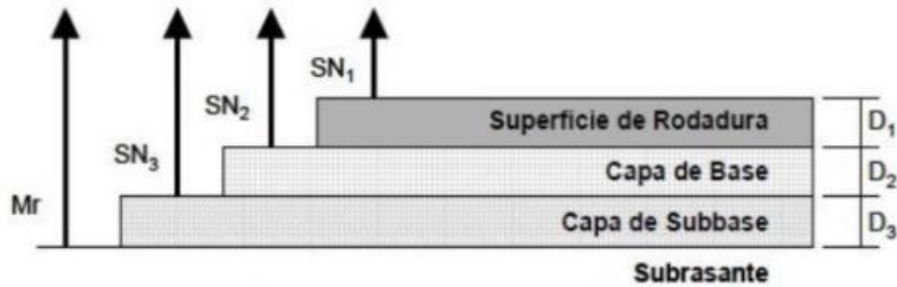
**a1, a2, a3, a4=** Coeficientes estructurales

**D1, D2, D3, D4=** Espesores reales de la estructura (plg)

**m2, m3, m4=** Coeficientes de drenaje

**Figura 50**

*Multicapas del pavimento*



*Nota.* Conformación estructural del pavimento. Fuente: AASHTO 93.

### Numero estructural de la Carpeta Asfáltica

**Figura 51**

Determinación del número estructural de la carpeta asfáltica

La imagen muestra una interfaz de usuario para el cálculo del número estructural de la carpeta asfáltica según la ecuación AASHTO 93. Los parámetros de entrada y salida son los siguientes:

Parámetro	Valor
Tipo de Pavimento	Pavimento flexible
Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)	80 % $Z_r = -0.841$ , $S_o = 0.40$
Serviciabilidad inicial y final	PSI inicial = 4.2, PSI final = 2.0
Módulo resiliente de la subrasante	$M_r = 210600$ psi
Módulo de elasticidad del concreto - $E_c$ (psi)	
Módulo de rotura del concreto - $S_c$ (psi)	
Coefficiente de transmisión de carga - (J)	
Coefficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis	Calcular SN
Resultado de Análisis	$W_{18} = 231971$
Número Estructural	$SN = 0.50$

Botones: Calcular, Salir

*Nota.* Numero estructural de la carpeta asfáltica. Elaborado por: Los Autores.

## Numero estructural de la Base

**Figura 52**

*Determinación del número estructural de la Base*

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 % Zr=-0.841 So 0.40

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 28000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)  
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 231971**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 1.47**

Calcular Salir

*Nota.* Numero estructural de la Base. Elaborado por: Los Autores.

## Numero estructural de la Sub-Base

**Figura 53**

*Determinación del número estructural de la Sub-Base*

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 % Zr=-0.841 So 0.40

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 14500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)  
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 231971**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 1.91**

Calcular Salir

*Nota.* Numero estructural de la Sub-Base. Elaborado por: Los Autores.



## Numero estructural del Mejoramiento de la Sub-Rasante

**Figura 54**

*Determinación del número estructural del Mejoramiento*

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido".
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu for "Reliability (R)" and a text box for "So" with the value "0.40".
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for "PSI inicial" (value "4.2") and "PSI final" (value "2").
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for "Mr" with the value "11152.98 psi".
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - E<sub>c</sub> (psi)", "Módulo de rotura del concreto - S<sub>c</sub> (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)".
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18".
- Número Estructural:** A large text box showing "SN = 1.86".
- W18:** A text box showing "W18 = 231971".
- Buttons:** "Calcular" and "Salir" buttons at the bottom.

*Nota.* Numero estructural del Mejoramiento. Elaborado por: Los Autores.

## Cálculo de los espesores de las capas

### Capa de Rodadura

$$SN1 = 0.50$$

$$a1 = 0.24$$

$$m1 = 0.90$$

$$SN1 = a1 * D1$$

$$D1 = \frac{SN1}{a1}$$

$$D1 = \frac{0.50}{0.24}$$

$$D1 = 2.08333 \text{ plg}$$

## Base

$$SN2 = 1.47$$

$$a2 = 0.13$$

$$m2 = 1$$

$$SN2 = a2 * m2 * D2$$

$$D2 = \frac{SN2 - SN1}{a2 * m2}$$

$$D2 = \frac{1.47 - 0.50}{0.13 * 1}$$

$$D2 = 7.4615 \text{ plg}$$

## Sub-Base

$$SN3 = 1.91$$

$$a3 = 0.11$$

$$m3 = 0.90$$

$$SN3 = a3 * m3 * D3$$

$$D3 = \frac{(SN - (SN1 + SN2))}{a3 * m3}$$

$$D3 = \frac{(2.47 - (0.50 + 1.47))}{0.11 * 0.90}$$

$$D3 = 5.05 \text{ plg}$$

## Mejoramiento

$$SN4 = 1.84$$

$$a4 = 0.08$$

$$m4 = 0.90$$

$$SN4 = a4 * m4 * D4$$

$$D4 = \frac{(SN - (SN4))}{a4 * m4}$$

$$D4 = \frac{(2.47 - (1.84))}{0.08 * 0.90}$$

$$D4 = 8.75 \text{ plg}$$

Dados los cálculos de los distintos espesores de capa se puede determinar que los valores indicados no pueden ser aceptados, ya que no son los mínimos valores que establece la normativa AASHTO 93, que proporciona una tabla de los espesores mínimos de concreto asfáltico y Base granular en función del Tránsito (ESAL'S).

**Tabla 66**

*Valores de los espesores mínimos*

Número de ESALs	CONCRETO ASFÁLTICO	(cm)	BASE GRANULAR	(cm)
Menos de 50.000	1 plg	2.5 cm	4 plg	10 cm
50.0000 - 15.000	2.0 plg	5.0 cm	4 plg	10 cm
15.000 - 500.000	2.5 plg	6.5 cm	4 plg	10 cm
500.000 -2.000.000	3.0 plg	7.5 cm	6 plg	15 cm
2.000.000 - 7.000.000	3.5 plg	9.0 cm	6 plg	15 cm
Más de 7.000.000	4.0 plg	10.0 cm	6 plg	15 cm

*Nota.* Espesores de las capas estructuras mínimos. Elaborado por: Los Autores.

**Tabla 67***Espesores de Diseño Calculados (pulgadas)*

CAPA	SNi	ai	mi	Di	Di min	SNi Real
CARPETA ASFÁLTICA	0.50	0.24	0.90	2.08	3.0	0.72
BASE	1.47	0.13	1	7.46	7.5	0.98
SUBBASE	1.91	0.11	0.90	5.05	7.5	0.83
MEJORAMIENTO	1.84	0.08	0.90	8.75	9.0	0.72

*Nota.* Espesores de las capas estructuras mínimos. Elaborado por: Los Autores.

Se procede a realizar la respectiva verificación:

$$\sum SN = SN1 + SN2 + SN3 + SN4$$

$$\sum SN = 0.72 + 0.98 + 0.825 + 0.72 = 3.23$$

$$\sum SN > SN_{TRÁNSITO}$$

$$3.23 > 2.47$$

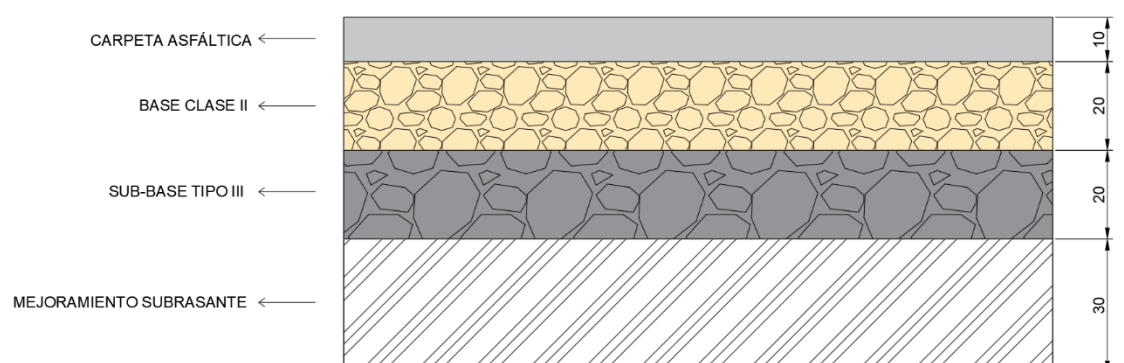
**Tabla 68***Espesores de Diseño para la Proyección de 20 años*

CAPA	ESPEJOR CALCULADO (cm)	ESPEJOR ASUMIDO EN (cm)	Tipo de Material
CAPA ASFÁLTICA	7.62	10	MEZCLA ASFÁLTICA
BASE	19.05	20	CLASE II
SUB-BASE	19.05	20	CLASE III
MEJORAMIENTO	22.86	30	MEJORAMIENTO SUBRASANTE

*Nota.* Espesores de Diseño y asumidos de cada capa. Elaborado por: Los Autores, a través de la AASHTO 93.

## Figura 55

### *Espesores del Pavimento Flexible para la Proyección de 20 años*



Nota. Se presenta los espesores del pavimento flexible. Elaborado por: Los Autores, a través del software CIVIL 3D.

## 8.4.2. Pavimentos Semiflexibles o Articulados

### 8.4.2.1. Adoquinado

Pieza fabricada, la cual tendrá diferentes usos entre el peatonal y el vehicular, el mismo que deberá tener una resistencia a la compresión exigida por la norma ASTM, fabricados a base de arcilla cocida a altas temperaturas acompañado de un control exigente para su calidad. Según la MOP – 001-F 2002 establece que:

Los adoquines de hormigón serán construidos en prensas mecánicas, y serán así mismo paralelepípedos rectangulares con todas sus caras regulares y uniformes formadas en ángulo recto. Serán premoldeados en las dimensiones especificadas para utilizarlos sin ninguna adecuación posterior. En todo caso la forma y dimensiones exactas estarán establecidas en los documentos contractuales. (pg. IV – 11)

El cual se deberá comprobar su resistencia a la compresión la cual debe ser de 40 MPa previamente para su colocación, el cual se registrará con lo establecido a la norma INEN 1485 y los requisitos que se necesitaran para su fabricación con la norma INEN 1488.

El pavimento articulado de igual forma se realiza una serie de cálculos al igual que el pavimento flexible o rígido, se debe seguir el procedimiento adecuado para poder cálculos las capas dependiendo del flujo vehicular para que puedan servir de soporte de la estructura.

Se debe tener en cuenta los siguientes parámetros que fueron tomados en cuenta en el diseño del pavimento flexible, para el respectivo diseño del pavimento articulado ya que este se considera como un pavimento flexible, cuya diferencia es que posee su capa de rodadura de diferente forma ya que posee características estructuras singulares (únicas).

**Tabla 69**

*Parámetros de diseño para pavimento articulado*

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>VALORES</b>
<b>PERÍODO DE DISEÑO (AÑOS)</b>	20
<b>NUMERO DE EJES EQUIVALENTES</b>	231971
<b>CBR DE LA SUB-RASANTE</b>	4,85%
<b>MÓDULO RESILIENTE MR (PSI)</b>	7275
<b>ÍNDICE DE CONFIABILIDAD</b>	80
<b>DESVIACIÓN NORMAL (ZR)</b>	-0.841
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (SO)</b>	0.40
<b>ÍNDICE DE SERVICIO INICIAL</b>	4.2
<b>ÍNDICE DE SERVICIO FINAL</b>	2.0
<b>ÍNDICE DE SERVICIO DE DISEÑO</b>	2.2

Nota. Valores de Diseño del pavimento. Elaborado por: Los Autores.

Existe una fórmula asignada por Sánchez, X., en su tesis de grado: “DISEÑO DE PAVIMENTOS ARTICULADOS PARA TRÁFICOS MEDIO Y ALTO” para poder calcular el espesor de la capa de la **Sub-Base Granular**,

A continuación, se detalla los valores de los espesores de los adoquines y de la capa de arena, con los que ya se logra tener una adecuada rigidez en la estructura.

**Tabla 70***Espesores del pavimento articulado*

<b>ADOQUINES</b>	80 mm
<b>CAPA DE ARENA</b>	50 mm

*Nota.* Espesores de los adoquines y de la capa de arena. Elaborado por: Los Autores.

**Determinación del espesor de la Sub- Base Granular**

$$ESB_{mm} = \left[ \left( \frac{233.44 + 100 * \log (W18)}{CBR^{0.40}} \right) - 160 \right] * FE$$

**Donde:** **$ESB_{mm}$**  = Espesor de la capa Sub – Base Granular**W18** = Número de ejes equivalentes

**FE** = Factor de equivalencia para Sub-Base, 1.2 si es estabilizada con cemento o 2 si es de tipo granular

**CBR** = Índice Californiano de la Sub-Rasante

$$ESB_{mm} = \left[ \left( \frac{233.44 + 100 * \log (231971)}{4.85^{0.40}} \right) - 160 \right] * 2$$

$$ESB_{mm} = 498 \text{ mm} = 50 \text{ cm} \text{ ó } 20 \text{ plg}$$

**Tabla 71***Espesores de diseño del pavimento articulado para la Proyección de 20 años*

<b>ADOQUIN DE</b>	80 mm
<b>CAPA DE ARENA</b>	50 mm
<b>SUBBASE TIPO III</b>	500 mm
<b>MEJORAMIENTO</b>	300 mm

*Nota.* Espesores de los adoquines y de la capa de arena. Elaborado por: Los Autores.

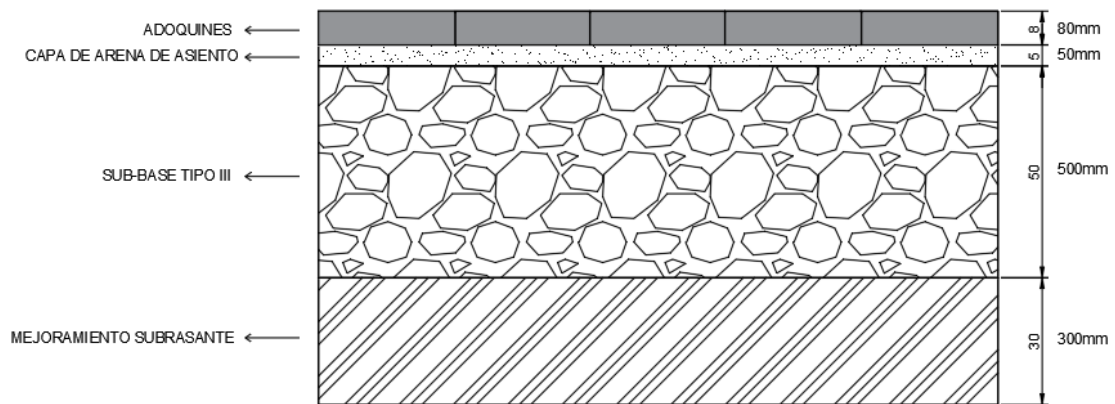
En el proyecto se ha determinado el diseño de pavimento flexible como del pavimento articulado, pero se ha optado por escoger el pavimento con la capa de rodadura de los adoquines por las siguientes razones:

- El adoquín no necesita de mano de obra calificada
- El pavimento articulado es más económico
- El volumen de tránsito es bajo

A Continuación, se presenta el pavimento articulado diseño para el presente proyecto vial por las consideraciones antes mencionadas:

**Figura 56**

*Espesores del Diseño de Pavimento Articulado para la Proyección de 20 años*



Nota. Se presenta los espesores diseñados del proyecto. Elaborado por: Los Autores, a través del software CIVIL 3D.



## CAPITULO IX

### DISEÑO HIDRÁULICO

#### 9.1. Información preliminar

Como parte importante del proyecto se debe tener un estudio hidrológico y diseño hidráulico para satisfacer el buen funcionamiento y mantenimiento de la vía, tomando en cuenta que toda la información que se muestre en el proyecto sea apta para el diseño hidráulico.

En la Parroquia de Tambillo, existe un gran número de vehículos que usan la vía principal, por lo que se ha propuesto mejorar una vía alterna que se ubica en “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía, Provincia de Pichincha, la misma que facilitará el flujo de transportes evitando el tránsito vehicular y proporcionará mayor movilidad de personas el cual va a generar un desarrollo económico y social a la población, ya que la vía es un factor de conexión que mejora los recursos de los habitantes.

##### 9.1.1. Información Cartográfica

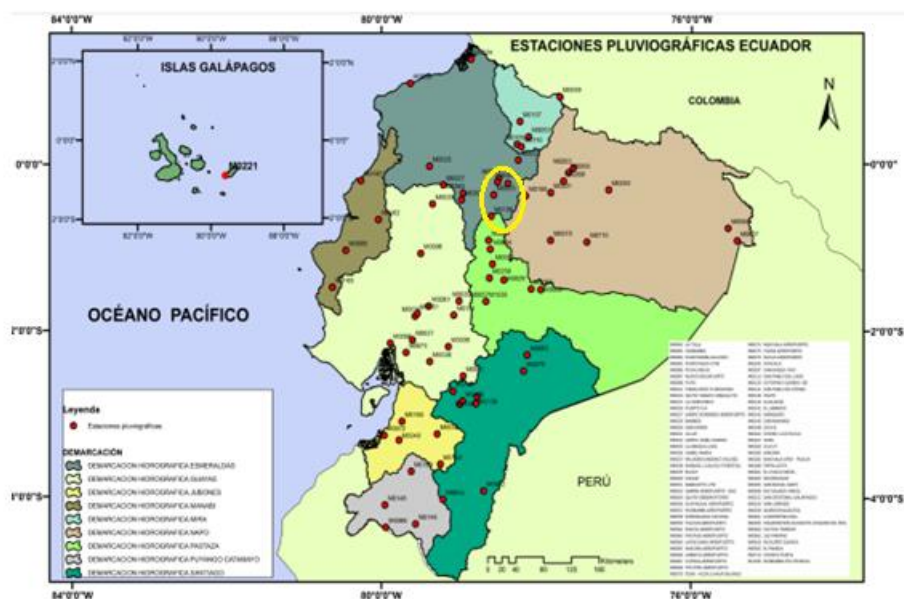
Las características físicas del suelo en la zona se pueden determinar mediante las cartas topográficas, con la información adquirida de las áreas se puede realizar el diseño vial correspondiente por lo que se ha utilizado la carta topográfica de Amaguaña obtenida en el portal del Instituto Geográfico Militar (IGM) con una escala de 1:50000.

##### 9.1.2. Información Meteorológica

Mediante el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), se ha tomado las estaciones más cercanas que son la de IZOMBAMBA M003, GUAMANÍ M5039 y MACHAHI M0117, las que nos van a permitir obtener los datos para la validación y procesamiento de los datos meteorológicos.

**Figura 57**

*Estaciones Pluviográficas del Ecuador*



*Nota.* Se presenta las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto. Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

La siguiente tabla nos muestra las estaciones que se han tomado para realizar el diseño hidráulico:

**Tabla 72**

*Estaciones Meteorológicas cerca de la zona del proyecto*

ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA					
ESTACIÓN	CÓDIGO	COORDENADAS		ALTITUD	AÑOS DE REGISTRO
		LATITUD	LONGITUD	(m.s.n.m)	
IZOBAMBA	M003	772701,78	9959424,98	3058	45
GUAMANÍ	M5039	772548,10	9963399,40	3510	5
MACHACHI	M0117	773747,80	9942010,00	2944	7

*Nota.* Datos extraídos del INAMHI. Elaborado por: Los Autores.

### 9.1.3. Precipitaciones

El agua que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre es la consecuencia de una fase del ciclo hidrológico y se le conoce como lluvia, granizo o precipitación, es importante tener conocimiento de cuánto ha llovido durante un periodo de tiempo para determinar que temporadas son más lluviosas y cuales son más secos.

**Tabla 73**  
*Cuadro de Precipitaciones-Estación IZOBAMBA*

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL /AÑO	PROMEDIO/MES
2000	161,2	184,6	268,8	231,4	250,5	137,7	42,6	28,8	167,7	49,9	57,9	73,7	1654,80	137,90
2001	144,8	168,2	226,3	133,6	102	38,2	36,1	12,4	91,4	7,9	119	192,6	1272,50	106,04
2002	94	93,4	201,4	248	132,7	69,7	26,5	11,8	22,9	129,6	185	243,6	1458,60	121,55
2003	144,7	104,4	111,5	183,7	118	117,8	7,9	32,2	101,3	153,2	200,1	110,5	1385,30	115,44
2004	58,9	66,1	74,8	150,4	147,4	24,3	28,6	3,1	98,7	136,3	152,7	187,7	1129,00	94,08
2005	33,3	201,4	210,2	115,7	100,1	66,8	50,6	53,9	84,1	83,7	105,8	159,4	1265,00	105,42
2006	93,3	188,8	167,5	262	76,3	92,2	13,1	23,6	51,6	76,5	245,9	174,6	1465,40	122,12
2007	171,3	55,1	229,9	264,3	243,6	59,7	62,6	34,8	16,4	201,9	326,2	117,8	1783,60	148,63
2008	246,6	275,5	263,5	257	216,4	111,5	28,5	96,7	103,1	199,5	108	126	2032,30	169,36
2009	295,4	186,6	262,4	189,9	102,8	48,2	7,1	29	9,7	86,4	88,8	209,9	1516,20	126,35
2010	45,6	103,7	114,2	289,2	149,2	100,4	196,2	52,5	79,5	89,7	249,4	304,8	1774,40	147,87
2011	138,3	193,3	143,7	262,4	92,8	61,4	69,4	76,7	56,9	197,6	30,4	164,9	1487,80	123,98
2012	254,3	227,3	197,4	219,3	64,9	10,6	19,8	20	20,5	167	169	30,5	1400,60	116,72
2013	43,7	230,5	128,1	101,9	239	9,8	8,3	43,5	38,9	191,5	45,9	79,6	1160,70	96,73
2014	177,9	135,4	242,3	141,6	186,9	43,3	12,5	49,9	78,5	132,1	112,8	79,8	1393,00	116,08
2015	94,9	78,9	233,3	152,2	102,4	10,6	30	6,6	21,4	118,2	193,4	49,7	1091,60	90,97
2016	166,6	103,7	185,2	318,7	131,4	44,3	18,4	10,6	82	110,9	28,9	193,3	1394,00	116,17
2017	171,3	170,6	331,1	163,5	227,7	149,7	5,1	42,1	53,8	113	124,4	170,4	1722,70	143,56
2018	84,9	181,3	217,4	176,1	191,5	30,2	12	23,9	45,4	89,1	253,1	44,7	1349,60	112,47
2019	105,5	212	235,1	155,4	103,6	62,5	24,9	0	84	168	194,8	132,3	1478,10	123,18
<b>PROMEDIO</b>	136,325	158,04	202,205	200,815	148,96	64,445	35,01	32,605	65,39	125,1	149,575	142,29	1460,76	121,73

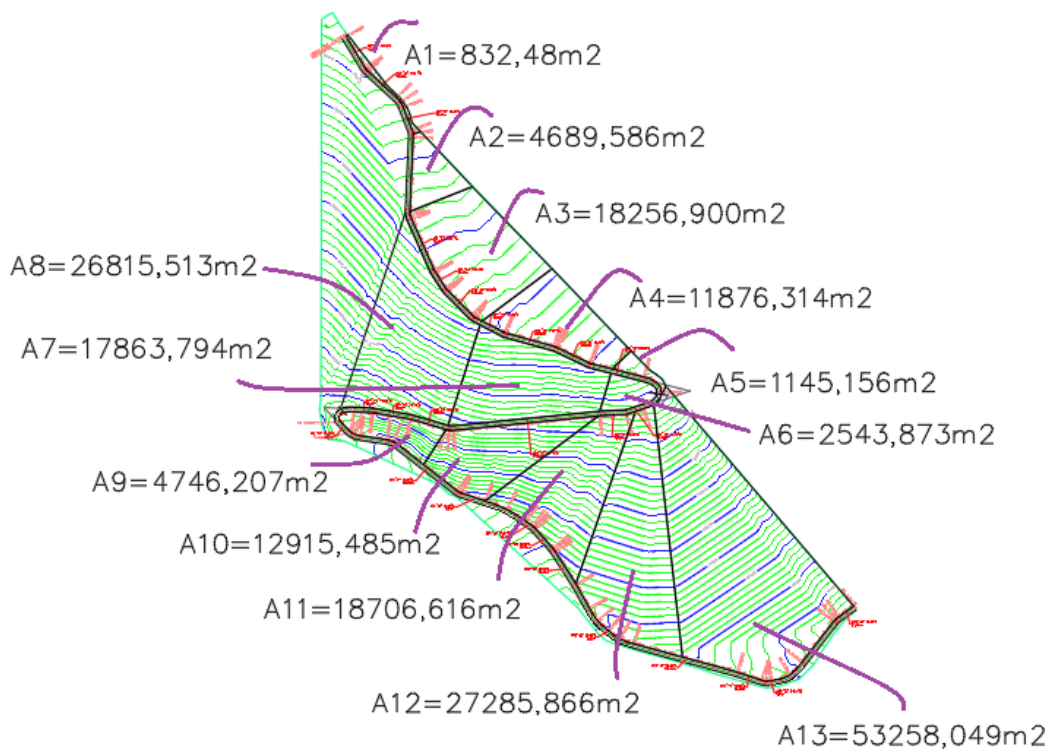
Nota. Precipitación de la estación IZOBAMBA, años (2000-2019). Elaborado por los Autores, a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

### 9.1.4. Áreas de Aportación

Las áreas de aportación se determinaron mediante la topografía del lugar, mediante las curvas de nivel y la observación de la carta topográfica de Amagaña, a continuación, se presenta las diferentes áreas de aportación de la vía del proyecto:

**Figura 58**

*Áreas de Aportación de la vía*



*Nota.* Áreas de aportación con su respectiva identificación. Elaborado por: Los Autores, a través del software “CIVIL 3D”.

**Tabla 74***Áreas de aportación de la vía*

TALUD	LONGITUD (m)	ÁREA (m2)	ÁREA (ha)	ÁREA ACUMULADA (ha)
1	158	832,480	0,083	0,083
2	105	4689,586	0,469	0,552
3	182	18256,900	1,826	2,378
4	185	11876,314	1,188	3,566
5	75	1145,156	0,115	3,680
6	90	2543,873	0,254	3,934
7	200	17863,794	1,786	5,721
8	147	26815,513	2,682	8,402
9	148	4746,207	0,475	8,877
10	98	12915,485	1,292	10,169
11	167	18706,616	1,871	12,039
12	185	2785,866	0,279	12,318
13	276	53258,05	5,3258	17,644

*Nota.* Áreas de aportación para el proyecto. Elaborado por: Los Autores.

## 9.2. Dimensionamiento de las obras de drenaje

### 9.2.1. Periodo de Retorno

Tiempo de promedio en años, en el cual podemos realizar una probabilidad de un acontecimiento, como lluvias, temperaturas altas, entre otros. Mismo que su caudal pico queda sobrepasado, lo que representa el periodo en el que el evento llegue. A continuación, se presenta la fórmula:

$$TR = \frac{1}{1 - (1 - k)^{\frac{1}{n}}}$$

**Donde:**

**TR**= Periodo de retorno (años)

**k**= Riesgo que se asume en función del periodo de Retorno

**n**= Vida útil del proyecto vial (años)

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el periodo de retorno que se debe emplear para el diseño de las cunetas:

**Tabla 75**

*Período de retorno del proyecto vial para cunetas*

<b>TIPO DE OBRA</b>	<b>CAMINOS VECINALES (AÑOS)</b>	<b>RED DE CARRETERAS (AÑOS)</b>
CUNETAS	10	25
CANALES INTERCEPTORES	10	25
PUENTES MENORES	50	50

*Nota.* Se presenta el periodo de retorno para los diferentes tipos de obra. Fuente: Caminos del Ecuador: Estudio y Diseño, Salgado. A, 1989.

### 9.2.2. Tiempo de Concentración:

Parámetro esencial para la determinación de caudales altos, mismo que estará en función del tiempo en llegar el agua lluvia hasta el pico más lejano de la cuenca.

$$tc = 0.0195 \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

**Donde:**

**tc**= Tiempo de concentración (min)

**L**= Longitud del área de drenaje (m)

**$\Delta H$** = Diferencia de la cota superior e inferior (m)

**Tabla 76***Tiempo de concentración de cada área de aportación de la vía*

ÁREA	LONGITUD (m)	LONGITUD ACUMULADA (m)	COTA MÁX	COTA MIN	$\Delta H$	tc
1	158	158	3015	3003	12	2,5974
2	105	263	3003	2994	9	1,80431
3	182	445	2994	2982	12	3,05444
4	185	630	2982	2968	14	2,93331
5	75	705	2968	2961	7	1,35011
6	90	795	2968	2956	12	1,35425
7	200	995	2956	2947	9	3,80488
8	147	1142	2947	2937	10	2,56027
9	148	1290	2946	2926	20	1,97602
10	98	1388	2956	2918	38	0,9587
11	167	1555	2918	2906	12	2,76559
12	185	1740	2906	2891	15	2,85642
13	276	2016	2891	2871	20	4,05871

Elaborado por: Los Autores.

Se asume tiempo de concentración de **(10 min)**, ya que los resultados obtenidos del tiempo de concentración para cada área de aportación no cumplen con los valores mínimos requerido para el proyecto.

### 9.2.3. Intensidad de precipitación

Parámetro que se encuentra en función de los intervalos de tiempo en lo que ocurre la precipitación con el fin de determinar la razón de aumento de la altura que alcanza el agua lluvia en función del tiempo.

**Tabla 77***Ecuaciones IDF para la estación M003*

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES
CÓDIGO	NOMBRE		
M003	IZOBAMBA	5 < 30	$i = 164.212 * T^{0.1650} * t^{-0.4326}$
		30 < 120	$i = 371.072 * T^{0.1575} * t^{-0.6771}$
		120 < 1440	$i = 929.503 * T^{0.1614} * t^{-0.8773}$

*Nota.* Se presenta la curva IDF para el proyecto. Elaborado por: Los Autores.

**Donde:**

*i*= Intensidad de Precipitación

**T**= Período de Retorno (mm/h)

**t**= Duración de la precipitación (min)

Dado el caso del proyecto vial con la información que nos proporciona el INAMHI se obtendrán las ecuaciones de intensidad de precipitación para el caso del diseño de cunetas y alcantarillas. Según la Normativa MOP 2003, de acuerdo con el tipo de carretera se asignan los periodos de retorno:

**Tabla 78***Períodos de retorno según el tipo de carretera para Alcantarillas*

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
ARTERIALES	> 200
COLECTORAS	> 150
VECINALES	> 100

*Nota.* Período de Retorno para el proyecto vial. Elaborado por: Los Autores.



**Tabla 79**

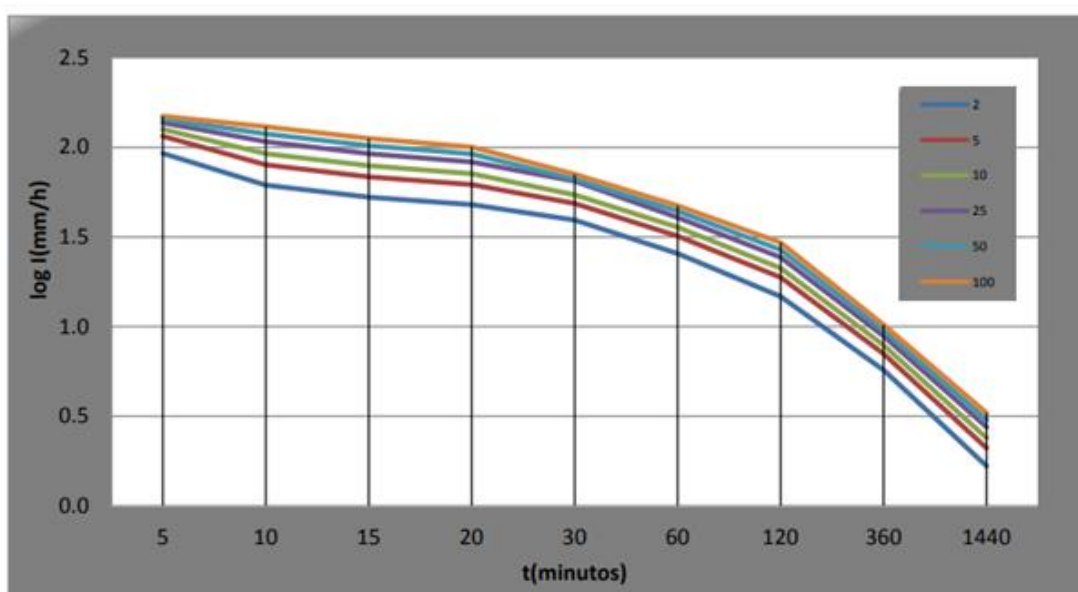
*Períodos de retorno para cunetas y alcantarillas del proyecto*

DISEÑO	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)
CUNETAS	25
ALCANTARILLAS	100

*Nota.* Períodos de Retorno para el proyecto vial. Elaborado por: Los Autores.

**Figura 59**

*Intensidades máximas de la estación M003 IZOBAMBA*



t (min)	Período de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	91.8	106.7	119.7	139.2	156.1	175.0
10	68.0	79.1	88.7	103.1	115.6	129.7
15	57.1	66.4	74.4	86.6	97.0	108.8
20	50.4	58.6	65.7	76.4	85.7	96.1
30	41.4	47.8	53.3	61.6	68.7	76.6
60	25.9	29.9	33.3	38.5	43.0	47.9
120	15.6	18.1	20.2	23.4	26.2	29.3
360	5.9	6.9	7.7	8.9	10.0	11.2
1440	1.8	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3

INTENSIDAD MÁXIMA (mm/h)

*Nota.* Intensidades para el diseño de cunetas y alcantarillas. Elaborado por: Los Autores. Fuente: Estudio de Intensidades, INAMHI, 2015.

Determinación de la intensidad de precipitación para Alcantarillas y Cunetas en función del rango de tiempo  $5 > 30$  min:

**Cunetas:**

**Tiempo de Retorno= 25 años**

$$i = 164.212 * T^{0.1650} * t^{-0.4326}$$

$$i = 164.212 * 25^{0.1650} * 10^{-0.4326}$$

$$i = 103.15 \text{ mm/h}$$

**Alcantarillas:**

**Tiempo de Retorno= 100 años**

$$i = 164.212 * T^{0.1650} * t^{-0.4326}$$

$$i = 164.212 * 100^{0.1650} * 10^{-0.4326}$$

$$i = 129.70 \text{ mm/h}$$

#### **9.2.4. Coeficiente de Escorrentía**

Es la relación que existe entre la lámina de agua o cantidad total del agua que se encuentra en precipitación sobre la cantidad de agua que se va generar por la escorrentía superficial. Este coeficiente se encuentra en función de la vegetación, del tipo de suelo y las pendientes del terreno.

A continuación, se presenta el coeficiente de escorrentía que se encuentra en relación a las características del terreno presente el proyecto:

**Figura 60**

*Coeficiente de Escorrentía "C"*

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPECIABLE
		50%	20%	5%	1%	
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

*Nota.* Coeficiente de Escorrentía del proyecto. Fuente: Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003)

**Coeficiente de escorrentía de la vía:**

El coeficiente que se ha escogido en función del pavimento que se ha escogido en función del diseño del pavimento, en este caso es pavimento de adoquín, se presente un rango de 0,50- 0,70. Por consiguiente el valor del coeficiente de escorrentía de la vía que se ha escogido para este caso es de **0,55**

**Figura 61**

*Coeficiente de Escorrentía "C" para el proyecto*

Tipo de terreno	Coeficiente de escorrentía
Pavimentos de adoquín	0,50 – 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 – 0,95
Pavimentos de hormigón	0,80 – 0,95
Suelo arenoso con vegetación y gradiente 2% - 7%	0,15 – 0,20
Suelo arcilloso con pasto y gradiente 2% - 7%	0,25 – 0,65
Zonas de cultivo	0,20 – 0,40

Fuente: NEVI-12, Vol. 2B.

### 9.2.5. Caudal de Diseño

Flujo del agua proveniente de la precipitación en el área del proyecto, para su cálculo se utilizará el método racional, mismo que ayudará para el diseño de cunetas y de las alcantarillas.

#### 9.2.5.1. Método Racional

En la determinación de este método se debe adoptar las condiciones del terreno, en el cual las áreas de aportación no deben superar los 25 km<sup>2</sup>. A continuación se presenta su expresión:

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

**Donde:**

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de Escorrentía

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

A = Área de aportación (Ha)

#### 9.2.5.2. Velocidad de Flujo

Movimiento del agua a través de las obras de drenaje, mismo que produce el desgaste en la superficie de la estructura contenedora. Utilizaremos la siguiente fórmula de Manning.

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

**Donde:**

V = Velocidad de Flujo (m/s)

R = Radio Hidráulico de la sección Transversal (m)

S = Pendiente Longitudinal

n = Coeficiente de Manning

**En Cunetas:** Estructura contenedora por donde el agua llega a desfogar de una tubería, de una vía, entre otros. Mismo que ayudará de forma exponencial a la evacuación del agua en épocas de lluvias extensas.

Se presenta en la siguiente figura el valor del coeficiente de Manning para cunetas en función del material en el que se a utilizar:

**Figura 62**

*Coeficiente de Manning "n" para las cunetas*

DESCRIPCION	"n"
TUBOS DE HORMIGON	0.012
Tubos de metal corrugado o tubos en arco:	
a) Simple o revestido	0.024
b) Solera pavimentada	0.019
Tubo de arcilla vitrificada	0.012
Tubo de hierro fundido	0.013
Alcantarilla de ladrillo	0.015
Pavimento asfáltico	0.015
Pavimento de hormigón	0.014
Parterre de césped	0.05
Tierra	0.02
Grava	0.02
Roca	0.035
Areas cultivadas	0.03-0.05
Matorrales espesos	0.07-0.14
Bosques espesos-poca maleza	0.10-0.15
Cursos de agua	
a) Algo de hierba y maleza-poco o nada de matorrales	0.03-0.035
b) Maleza densa	0.035-0.05
c) Algo de maleza-matorrales espesos a los costados	0.05-0.07

Fuente: Normativo de Diseño Geométrico (MOP 2003)

### **En Alcantarillas:**

Obra de drenaje del agua, cuya estructura cumple con una función importante para el paso de desechos líquidos, provenientes de una vivienda o de alguna vía.

Se presenta en la siguiente figura el valor del coeficiente de Manning para alcantarillas en función del material en el que se a utilizar:

### Figura 63

*Coefficiente de Manning "n" para las alcantarillas*

MATERIAL DE REVESTIMIENTO	COEFICIENTE "n"
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0,011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0,013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0,014
Mampostería de piedra unta con mortero de cemento	0,02
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas)	0,032
Ladrillo juntas con mortero de cemento	0,015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación	0,025

Fuente: Normativa de Diseño de Alcantarillado EMMAP-Q, 2009

#### 9.2.5.2.1. Velocidad Máxima

##### **Cunetas:**

En la siguiente figura se presenta la velocidad máxima en la que se van a erosionar las cunetas en función del material que se va utilizar:

### Figura 64

*Velocidad del agua para cunetas*

MATERIAL	VELOCIDAD m/s .	MATERIAL	VELOCIDAD m/s .
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4-4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 – 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5-7.5

Nota. Velocidad de diseño para las cunetas. Fuente: Normativa de Diseño Geométrico (MOP 2003)

##### **Alcantarillas:**

En la siguiente figura se presenta la velocidad máxima en la que se van a erosionar las alcantarillas en función del material que se va a utilizar:

## Figura 65

*Velocidad máxima para alcantarillas en función del material de tubería*

Material de la tubería	Velocidad máxima (m/s)
Tubería de hormigón simple hasta 60 cm. De diámetro	1.5
Tubería de hormigón simple hasta 60 cm. De diámetro o mayores	6.0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm <sup>2</sup>	6.0-6.5
Hormigón armado en obra 280/350 cm <sup>2</sup> . grandes conducciones	7.0-7.5
PEAD, PVC, PRFV	7.5
Acero	9.0 o mayor
Hierro dúctil o fundido	9.0 o mayor

Nota. Velocidad de diseño para las alcantarillas. Fuente: EMAAP-Q, 2009.

### 9.2.5.2.2. Velocidad Mínima

A continuación, se presenta las velocidades mínimas para el diseño de cunetas y alcantarillado.

**Tabla 80**

*Velocidades mínimas del flujo de agua*

Velocidades mínimas	
Estructura	Velocidad (m/s)
Alcantarilla	0,60
Cunetas	0,25

Nota. Se presenta unas velocidades recomendadas para el diseño de alcantarillas y cunetas. Elaborado por: Los Autores.

## 9.3. Diseño de Obras de drenaje

Es de utilización para dimensionar las estructuras hidráulicas de la zona del proyecto, para el paso del flujo del agua y para que no exista retención de agua en la vía.

### 9.3.1. Diseño de Cunetas

Las cunetas son necesarias para la descarga del agua presente en la vía, se encuentran entre el espaldón de la vía y el talud de corte. En la siguiente tabla se presenta las consideraciones para el diseño de cunetas triangulares:

**Tabla 81**

*Cunetas triangulares*

CUNETAS FORMA DEL SECCIÓN	
Tipo	Talud
Triangulares	3:1
Pendiente (Valor mínimo)	
	0,50%

*Nota.* Se presenta el tipo y la pendiente de la cuneta que se ocupará en el proyecto.

Elaborado por: Los Autores.

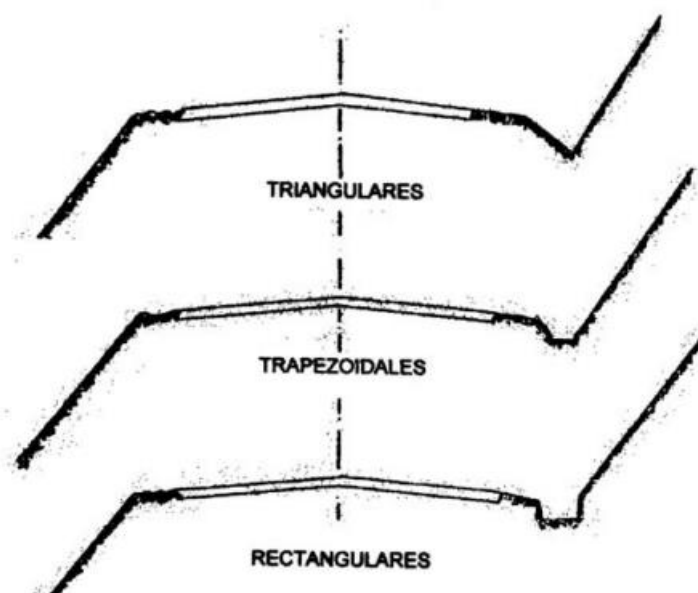
### 9.3.1.1. Diseño Hidráulico

Capacidad que tiene las cunetas para transportar el caudal de diseño, el diseño de las cunetas no debe de sobrepasar los 200 m, en el presente proyecto se va utilizar una longitud de 180 m, según las condiciones de la vía del proyecto.

Se presentan las diferentes secciones típicas de las cunetas:

**Figura 66**

*Secciones Típicas de las cunetas*



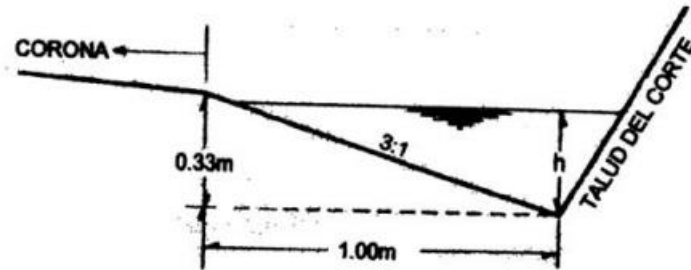
*Nota.* Se presentan las secciones típicas de las cunetas en las carreteras. Fuente: Normativa de Diseño Geométrico, MOP 2003, p.256.



En el presente proyecto se ha escogido la determinación del diseño de cunetas triangulares por una buena trabajabilidad al momento de la construcción y de la seguridad que transmite a los conductores.

**Figura 67**

*Sección Típica de la Cuneta Triangular*

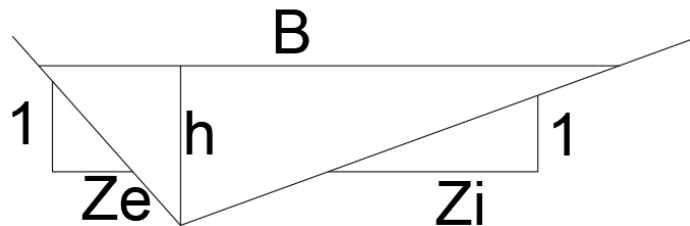


*Nota.* Sección típica de la cuneta triangular en las carreteras. Fuente: Normativa de Diseño Geométrico, MOP 2003, p.256.

Se presenta los elementos y características de las cunetas triangulares:

**Figura 68**

*Características de la Sección Triangular*



*Nota.* Se presenta las características de la cuneta triangular. Elaborado por: Los Autores, a través del software “CIVIL 3D”.

**Donde:**

**h** = Altura de la cuneta (m)

**Ze** = Talud del lado menor

**Zi** = Talud del lado mayor

**B**= Espejo de Agua

$$B = (Zi + Ze) \times h$$

**A** = Área

$$A = \frac{(Z_i + Z_e) \times h^2}{2}$$

**P** = Perímetro Mojado

$$P = \left( \sqrt{1 + Z_i^2} + \sqrt{1 + Z_e^2} \right) \times h$$

**R** = Radio Hidráulico

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

Como se mencionó anteriormente la capacidad del caudal de diseño debe ser menor a la capacidad del caudal calculado para que cumpla con la capacidad hidráulica del drenaje de la vía que garantice seguridad a los usuarios.

$$Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{calculado}}$$

En el diseño de las cunetas se debe prever la cantidad de agua que puede sobrepasar en la estructura de drenaje con el fin de que no tenga ningún problema en la vía, se considera entre el 5 al 30%

En el cálculo de los caudales se ha determinado que tienen similar proporción de cantidad de agua, por lo que se ha diseñado de la misma forma, en el caso del borde libre se ha utilizado el 20% más de la altura para cada cuneta (izquierda y derecha)

$$h = 0,30m$$

$$BORDE_{LIBRE} = 0,20 \times 0,30m \text{ (cuneta izquierda y derecha)}$$

$$BORDE_{LIBRE} = 0,06 \text{ (cuneta izquierda y derecha)}$$

$$Altura \text{ cuneta} = 0,36 m \approx 0,40 m \text{ (cuneta izquierda y derecha)}$$

Verificar la hoja de cálculo del diseño de las cunetas en el **ANEXO 7**.

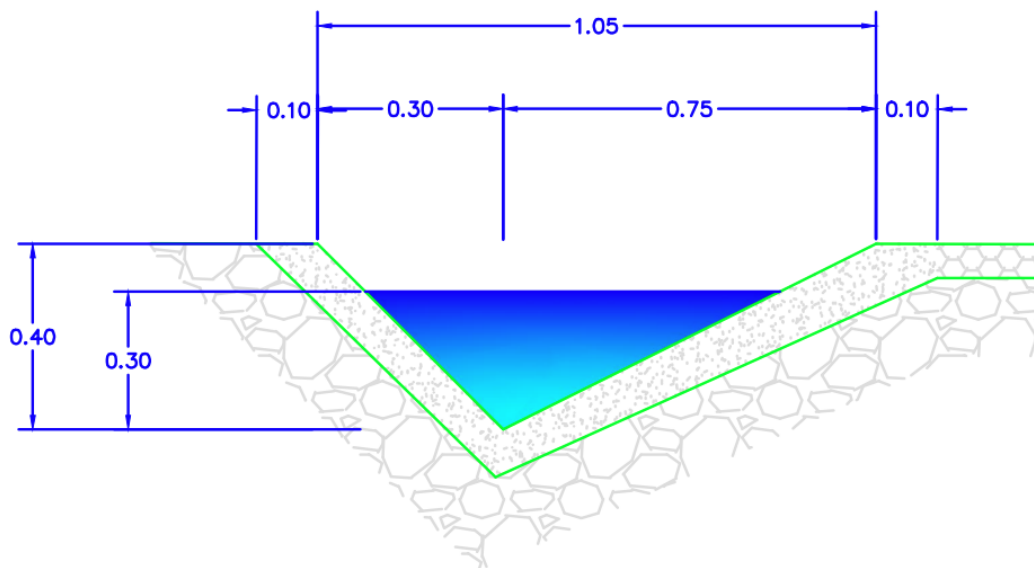
### 9.3.1.2. Sección Típica de la Cuneta

Para el presente proyecto se realizó los cálculos establecidos, en los que se consideró todos los parámetros necesarios para un correcto dimensionamiento.

Se presenta la sección de la cuneta izquierda:

**Figura 69**

*Sección de la cuneta Izquierda*

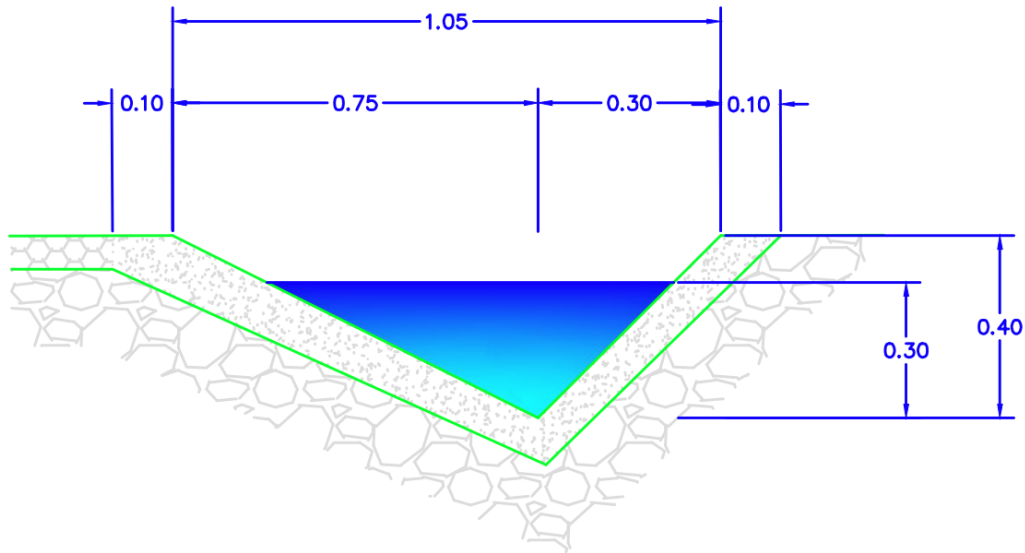


*Nota.* Se presenta las dimensiones de la cuneta del lado izquierdo de la vía.  
Elaborado por: Los Autores, a través del software “CIVIL 3D”.

Se presenta la sección de la cuneta derecha:

**Figura 70**

*Sección de la Cuneta Derecha*



*Nota.* Se presenta las dimensiones de la cuneta del lado derecho de la vía.  
Elaborado por: Los Autores, a través del software “CIVIL 3D”.

### 9.3.2. Diseño de Alcantarillas

Dimensionamiento a base de estudios hidráulicos realizados en la vía del proyecto, los cuales se requieren de un correcto análisis para un óptimo diseño de las estructuras hidráulicas, dadas que servirán como estructuras de flujo del agua doméstico, pluvial o fluvial.

#### 9.3.2.1. Localización

Para que abastezca toda la cantidad de agua, la alcantarilla deberá estar ubicada en un sitio específico, considerando los siguientes requerimientos:

- Su pendiente mínima deberá ser de 0.5%
- Deberá tener una entrada y una salida diseñada correctamente, ya que una profundidad excesiva producirá mayores costos y podría afectar a la integridad de la vía útil del proyecto.

### **9.3.2.2. Velocidad**

La velocidad no debe sobrepasar la velocidad máxima permisible, esta se encuentra en función del material que se utilice en el diseño de la alcantarilla. En este caso se ha determinado diseñar con material PVC, por la trabajabilidad y beneficios que dan este tipo de material como son:

- La resistencia a la corrosión
- Trabajabilidad en obra
- Resistencia al fuego

### **9.3.3. Diseño hidráulico y Profundidad de la tubería**

Las consideraciones que se analizará en el diseño de las alcantarillas se dan por las siguientes características:

$$Q \text{ calculado} > Q \text{ diseño}$$

$$V \leq \text{Vel. máx. perm}$$

$$h \geq h \text{ máx}$$

El diseño deberá obedecer a las siguientes expresiones, para que cumplas con las características establecidas:

**Tabla 82**

*Profundidad de la tubería y ancho de las alcantarillas*

<b>PROFUNDIDAD DE LA TUBERÍA</b>	
<b>PROFUNDIDAD</b>	
No menor a 1,50 metros	No mayor a 5 metros
<b>DISEÑO DE LA ALCANTARILLA</b>	
Su ancho no debe ser menor a 0,4 metros	

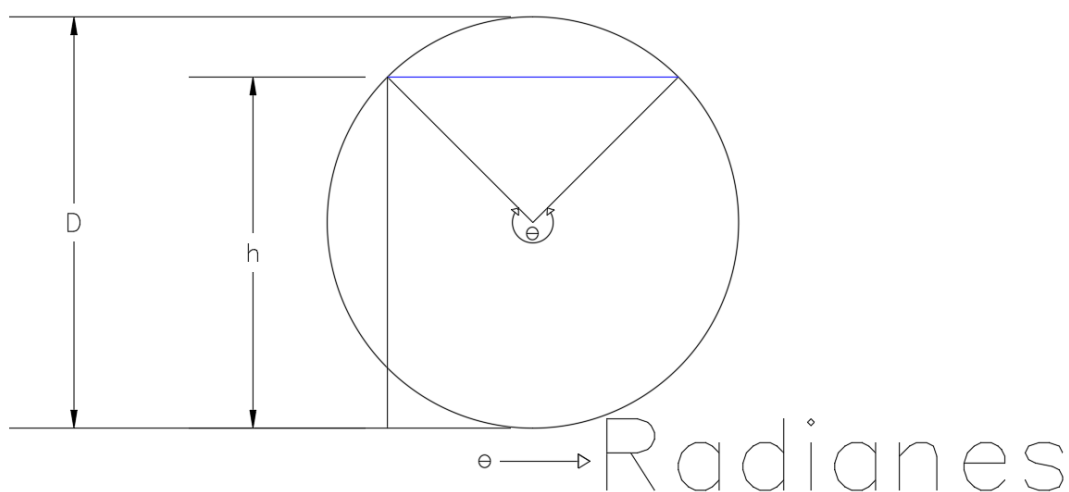
*Nota.* Se presenta las profundidades de las tuberías y el ancho de la alcantarilla.

Elaborado por: Los Autores.

A continuación, se presenta los elementos para el diseño de las dimensiones de la estructura hidráulica (alcantarillas):

**Figura 71**

*Diseño de Alcantarilla*



*Nota.* Se presenta los elementos de la alcantarilla. Elaborado por: Los Autores, a través del software “CIVIL 3D”

Elementos de la alcantarilla:

**Donde:**

**D=** Diámetro de la alcantarilla (m)

**θ=** Ángulo en radianes

**Donde:**

*T= Espejo de Agua*

$$T = D * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

*h= Relación diámetro/ calado*

$$h = \frac{D}{2} \left(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)$$

*P= Perímetro Mojado*

$$P = \frac{D}{2} * \theta$$

*A= Área*

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \sin(\theta)) * D^2$$

*R=Radio hidráulico*

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \left(\frac{\sin \theta}{\theta}\right)\right)$$

*yc= Calado critico*

$$yc = \left(\frac{1.01}{D^{0.26}}\right) \left(\frac{Q^2}{g}\right)^{0.25}$$

### 9.3.3.1. Corrección de caudal de diseño para alcantarilla

La determinación que se utilizó para la determinación del caudal de diseño para las cunetas fue del periodo de retorno de 25 años, pero para el de las alcantarillas se lo debe realizar con un periodo de retorno de 100 años, por tal razón se hace el cálculo de un factor de corrección para la determinación de los caudales para el diseño de las alcantarillas, mediante la siguiente expresión:

**Intensidad Período de Retorno (25 años) = 103,15 mm/h**

**Intensidad Período de Retorno (100 años) = 129,70 mm/h**

$$f = \frac{\text{Intensidad Pretorno (100 años)}}{\text{Intensidad Pretorno (25 años)}}$$

$$f = \frac{129,70 \text{ mm/h}}{103,15 \text{ mm/h}}$$

$$f = 1,257$$

Los caudales de aportación de cada cuneta son:

**Tabla 83**

*Caudales de aportación de las abscisas 0+000 - 1+800*

		<b>CAUDAL</b>
<b>CAUDAL DE APORTACIÓN</b>	<b>ABSCISAS</b>	<b>(m3/s)</b>
<b>CUNETA DERECHA</b>	0+000 - 1+800	0,120
<b>CUNETA IZQUIERDA</b>	0+000 - 1+800	0,098
<b>CAUDAL DE DISEÑO</b>	0,218 m3/s	

*Nota.* Se presenta los caudales de aportación de cada cuneta en las abscisas 0+000 - 1+1800. Elaborado por: Los Autores.

Se procede a realizar la determinación del caudal de diseño de las alcantarillas por medio del factor de corrección del período de retorno:

$$\text{Caudal de diseño (alcantarillas)} = \text{Caudal de diseño} * f$$

$$\text{Caudal de diseño (alcantarillas)} = 0,218 * 1,257$$

$$\text{Caudal de diseño (alcantarillas)} = 0,274026$$

### **9.3.3.2. Secciones e implantación de Alcantarillas**

Mediante el cálculo del diseño de cada alcantarilla, se ha determinado 6 alcantarillas para la evacuación del agua que se produce por el agua lluvia y por las diferentes actividades que procede de la población como pueden ser domésticas, comerciales o industriales.



El cálculo de la determinación del diseño de las rejillas esta adjunto en el **ANEXO 8.**

Se presenta en la siguiente tabla el diámetro y el lugar de implantación de cada alcantarilla:

**Tabla 84**

*Alcantarillas con sus respectivas características*

<b>ALCANTARILLA</b>	<b>ABSCISA</b>	<b>DIÁMETRO (m)</b>	<b>MATERIAL</b>
<b>1</b>	0+360	0,60	PVC
<b>2</b>	0+720	0,60	
<b>3</b>	1+080	0,60	
<b>4</b>	1+440	0,60	
<b>5</b>	1+800	0,60	
<b>6</b>	2+008	0,60	

Elaborado por: Los Autores.

## CAPÍTULO X

### EVALUACIÓN AMBIENTAL

#### 10.1. Diagnóstico de la problemática

La parroquia de Tambillo se encuentra ubicado en la parte norte del cantón Mejía, misma que limita con la parroquia de Cutuglagua, con una extensión territorial de 49,83  $km^2$ , el cual más del 40% presenta zonas de cultivos, mismas que los pobladores de la zona utilizan para el cultivo y el ganado.

A los límites de la parroquia de Tambillo y Cutuglagua existe un camino vecinal que conecta la Avenida Maldonado con la Colectora Quito – Tambillo, mismo tramo de vía no se encuentra en buenas condiciones ya que la vía es empedrada, la cual en varios tramos de la vía existen baches y deformaciones viales, además de la presencia de lodo cuando las condiciones climáticas son desfavorables.

Por muchas razones se ha presentado este proyecto de diseño vial para la rectificación y mejoramiento de la vía arterial secundaria, ubicada entre el Km 0+800 y el Km 2+000, de Santa Rosa Alta de Uyumbicho, en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía, donde que ayudará a reducir tiempo y consumo de combustible para los pobladores aledaños de la zona del proyecto, ya que no tendrían que transitar por la Avenida Colectora Quito – Tambillo, misma que tiene una congestión vehicular y gran porcentaje de accidentes viales, la cual con el paso del tiempo “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” irá desarrollándose y los pobladores tendrán un mejor estilo de vida.

En la elaboración de un proyecto de estas características se ve afectado la zona del proyecto, tanto sus pobladores como el medio ambiente, por lo cual se elaborará planes regulatorios para que el medio ambiente sea el menos afectado en la elaboración de este proyecto vial.

## **10.2. Área de influencia socio económica**

En la parroquia de Tambillo existe alrededor de 11700 habitantes, con alrededor de 22 barrios, en el cual el diseño vial de realizará en el barrio de “Santa Rosa Alta de Yámbico”, mismo que presenta de gran ayuda al comercio a la parroquia de Tambillo, con la importación de productos agrícolas a diferentes regiones del territorio Ecuatoriano, además en la zona del proyecto existen diferentes miradores, el cual se busca que el crecimiento turístico aumente con la realización del mejoramiento vial.

El Área de Influencia de un proyecto es el ámbito espacial donde se manifiestan los posibles impactos ambientales ocasionados por las actividades del proyecto; dentro de esta área se evalúa la magnitud e intensidad de los distintos impactos para poder definir medidas de prevención o mitigación a través de un Plan de Manejo (Entrix Americas S.A, 2016, p. 5-1)

Mismo que se evaluará las alteraciones que podría causar este proyecto al medio ambiente dentro del área de trabajo, el cual se determinará la magnitud e intensidad para definir los planes de mitigación.

## **10.3. Ubicación de escombrera**

Dada la localización del proyecto vial, se ubica en una zona rural del cantón de Mejía, con una distancia de 21 Km la escombrera más cercana autorizada llamada “RANCHO LA PAZ”, la cual se ha escogido para depositar el material sobrante, y reutilizar los escombros del empedrado como Sub-Base, previa autorización del Fiscalizador de la obra.

## **10.4. Caracterización ambiental**

En diferentes zonas de la parroquia de Tambillo existen sedimentos volcánicos provenientes del cerro Atacazo, entre los cuales se presentan los depósitos lagunares, además de presencia de organismos y medios producidos por la mano humana entre los cuales son:

- Sistemas abióticos
- Sistemas bióticos
- Medios antrópicos

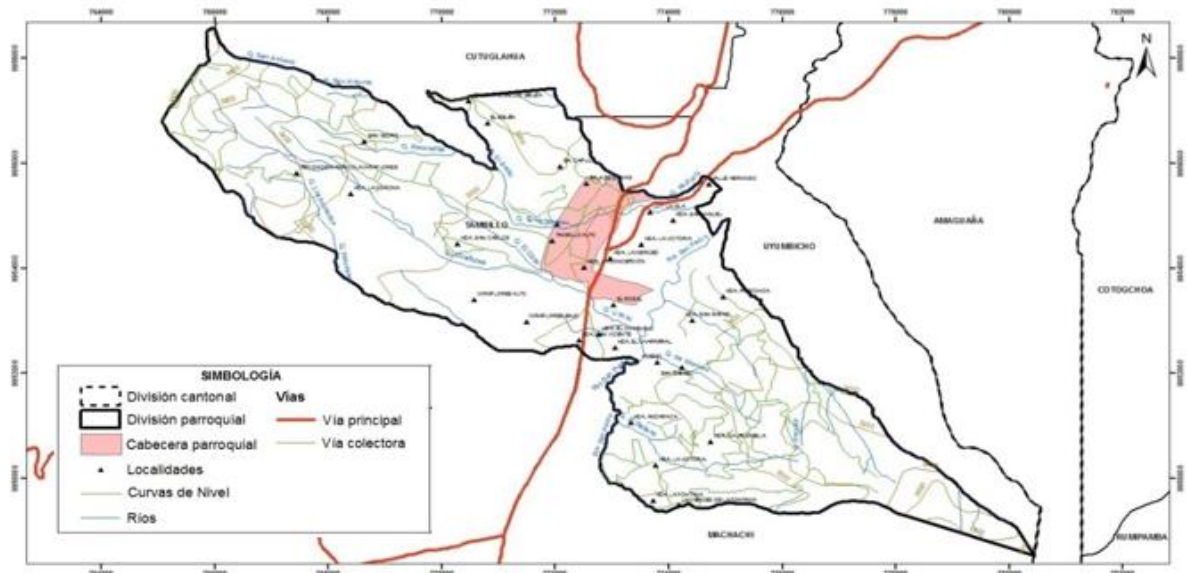
#### 10.4.1. Sistemas abióticos

##### 10.4.1.1. Recurso del agua

El agua es un recurso fundamental para la supervivencia del hombre, la cual en la parroquia de Tambillo existen sedimentos aluviales naturales, mismos que aprovechados por los pobladores para su aseo personal y en ocasiones para el consumo humano.

**Figura 72**

*Mapa Hidrológico de la Parroquia de Tambillo*



*Nota.* Se presentan las afluentes naturales de la parroquia de Tambillo. Fuente: Gobierno Parroquial Tambillo 2022.

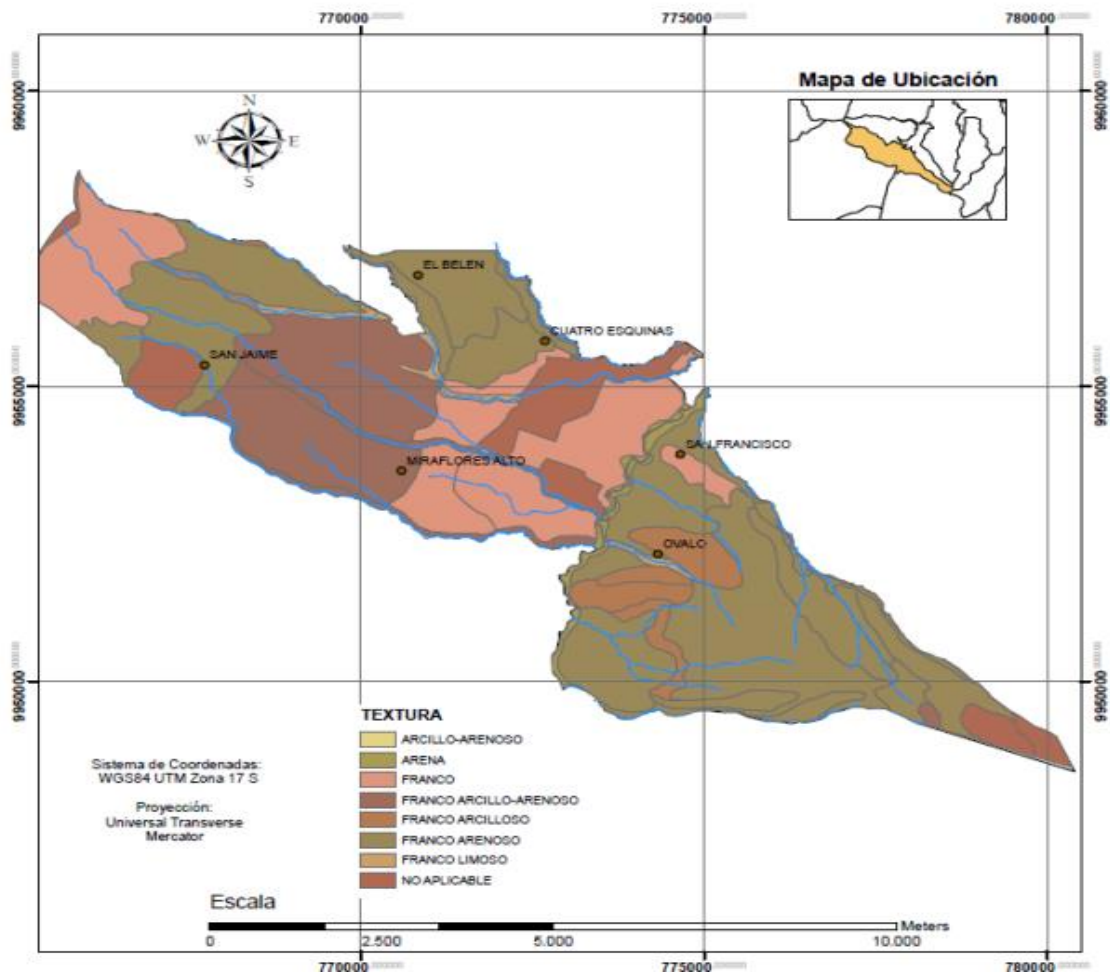
Según la localidad y características de la zona del proyecto, no presenta afluentes que pasen por el sector, lo cual es muy bueno ya que no habrá afectaciones a las mismas.

### 10.4.1.2. Recurso del Suelo

La subrasante de la parroquia de Tambillo está compuesta por: arcilla, arena, franco, franco arcilloso – arenoso, franco arcilloso, franco arenoso, franco limoso, los cuales se puede apreciar que posee un suelo apto para un cultivo.

**Figura 73**

*Mapa de los tipos de suelos de la Parroquia de Tambillo*

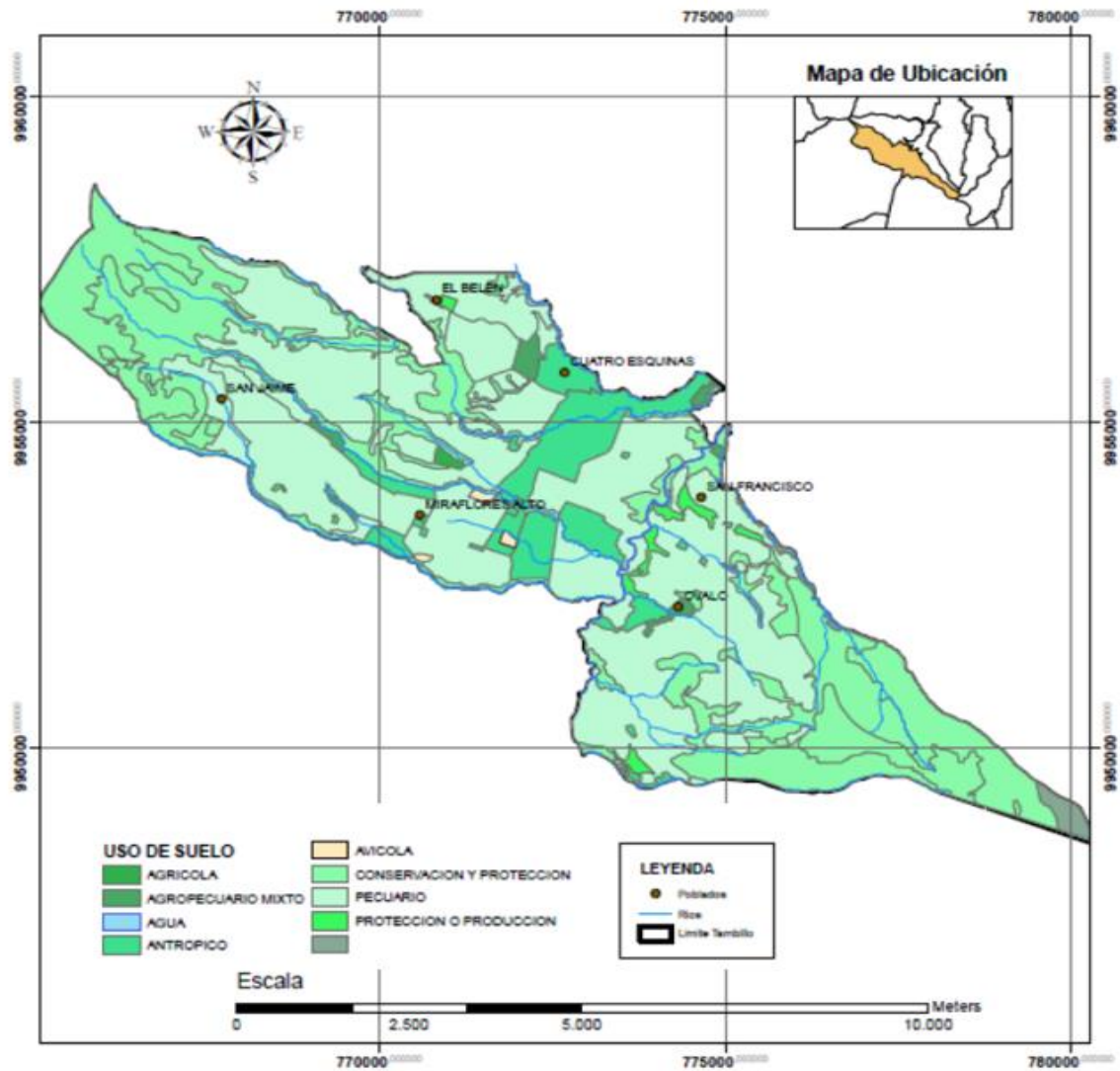


*Nota.* Se presentan los diferentes tipos de suelos de la parroquia de Tambillo. Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Tambillo, p. 25, 2015.

En los cuales sirven para asentamiento de sectores agrícolas, agropecuarios mixto, avícola, zonas de conservación y protección, entre otras. En el siguiente cuadro se presentará las zonas ocupadas por los sectores mencionados.

**Figura 74**

*Zonificación del suelo de la Parroquia de Tambillo*



*Nota.* Se presentan los usos de suelos de la parroquia de Tambillo. Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Tambillo, p. 27, 2015.

## 10.4.2. Factores Bióticos

### 10.4.2.1. Flora

En la parroquia de Tambillo se puede identificar diferentes componentes de recursos naturales renovables, cuya superficie abarca las 950 hectáreas.

**Tabla 85**

*Recursos renovables de la parroquia Tambillo*

<b>Recursos Naturales Renovables</b>			
<b>Recursos</b>	<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>	<b>Área (ha)</b>
Flora	Bosque	Intervenido	893
	Páramo	Intervenido	57
Total			950

*Nota.* Se presenta los recursos renovables que presenta la zona. Elaborado por: Los Autores, a través del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Tambillo, p. 35, 2015.

### 10.4.2.2. Fauna

Se refiere al conjunto de animales que habitan en la parroquia, en los cuales presentan gran variedad de especies de aves como los Huiracchuro (chugos), *Turdus merula* (mirlo), lechuzas, colibrí, gavilanes, búhos entre otras.

## 10.5. Evaluación de Impactos Ambientales

**Tabla 86**

*Causas de daños ambientales en la zona del proyecto*

<b>Impactos Ambientales</b>			
<b>Daño ecológico</b>	<b>Problemática</b>	<b>Alcance</b>	<b>Nivel de Impacto (bajo - medio - alto)</b>
Calidad del aire	El paso de vehículos ha ido afectando la calidad del aire, producidas por las emisiones de estos, contaminando el aire de la zona.	Puntual	Baja

Uso del Suelo	Con el paso del tiempo la calidad del suelo ha ido deteriorándose, producida por la erosión del suelo y por los desechos tóxicos que desechan en la zona.	Puntual	Medio
---------------	---	---------	-------

---

*Nota.* Se presenta las causas de daños ambientales que tiene la zona del proyecto.

Elaborado por: Los Autores.

## **10.6. Plan de manejo ambiental**

Para el presente plan de manejo ambiental, se tomará en cuenta las condiciones ambientales presentes en la zona del proyecto, en el cual se implementará unas fases de construcción y operación para la ayuda del plan mencionado.

- Plan de Prevención, mitigación ambiental
- Programa de seguridad industrial y salud ocupacional
- Programa de manejo de desechos
- Plan de capacitación ambiental
- Programa de participación ciudadana y relaciones comunitarias
- Programa de monitoreo, control y seguimiento
- Plan de contingencias
- Plan de retiro

### **10.6.1. Plan de prevención, mitigación ambiental**

El presente plan debe cumplir la función de prevenir, mitigar, corregir y compensar todos los impactos negativos que este proyecto logre ocasionar, entre los programas que plantearemos serán el de prevención y control del aire, del agua y del suelo de la zona del proyecto.

Prevención y control del aire: El cual se basa en indicar controles de impactos negativos que puedan causar los automotores, los cuales generan emisiones que contaminan el aire de la zona del proyecto.



**Tabla 87**

*Plan de prevención y control del aire*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Condiciones del aire	Contaminación del Aire	Prohibición de la quema de desechos al aire libre en la zona del proyecto	No hay indicadores	Avisos, registros fotográficos de prohibición	Al iniciar el proyecto	Indefinido	Al finalizar el proyecto
	Contaminación del Aire	Revisión de todas las maquinarias que estén aprobadas por la Revisión Técnica Vehicular	$\frac{\text{Certificados de revision vehicular de los automotores de carga}}{\# \text{ total de vehículos de carga}}$	Registros fotográficos y tablas donde conste información esencial del vehículo	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
Existencia de material particulado	Contaminación del Aire	Maquinaria que se utilice para el retiro de escombros o desechos de la vía, serán cubiertos para evitar emisiones de polvo y caída de los materiales	$\frac{\text{total de maquinaria ocupada para el retiro de desechos de la vía}}{\text{total de maquinaria muestreada}}$	Registros fotográficos	Al iniciar la fase de retiro de material	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto

	Contaminación del Aire	Cubrir con plástico los materiales finos, para evitar el levantamiento del mismo	No hay indicadores	Registros fotográficos	Al iniciar el proyecto	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
	Contaminación del Aire	Mojar o humedecer el material fino, generados por excavaciones, para evitar su esparcimiento	No hay indicadores	Registros fotográficos	Al iniciar el proyecto	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
Ruido	Contaminación por ruido	Mantenimiento preventivo, para garantizar el buen uso de la maquinaria en el tiempo que dure el proyecto	$\frac{\# \text{ de mantenimientos realizados}}{\# \text{ de mantenimientos previsto}}$	Informes de los mantenimientos realizados	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
	Contaminación por ruido	Poner un horario para la recolección y embarque de los materiales	No hay indicadores	Tablas de los horarios permitidos	Al iniciar el proyecto	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
	Contaminación por ruido	Establecer el uso del claxon para el caso de emergencias	No hay indicadores	Registros fotográficos y Señaléticas	Al iniciar el proyecto	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta los planes de prevención y control del aire de la zona del proyecto. Elaborado por: Los Autore

**Prevenir y mitigar impactos del agua: el cual se basa en establecer un plan para monitorear el agua y sus usos que se puedan dar en el proyecto:**

**Tabla 88**

*Plan del control del agua*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Utilización del agua	Uso del agua	Revisar mensualmente el consumo de agua que se ocupa en el proyecto, utilización de tanqueros con el agua necesaria	$\frac{\text{Litros de agua}}{\text{Litros de bebida}}$	Seguimientos del consumo del agua mes a mes	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Cada mes	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta un plan de consumo de agua, en el proyecto. Elaborado por: Los Autores.

**Calidad del agua: mismo que se presentará un programa para evitar la contaminación del agua en la zona del proyecto.**

**Tabla 89**

*Plan de prevención del agua*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Ubicación de las aguas residuales	Calidad del agua	Impedir la creación de vertederos de residuos a la vía o canales de agua	Registro de señalética	Capacitaciones a los pobladores y trabajadores de la zona del proyecto Registro fotográfico	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
	Calidad del agua	Plan de protección del agua, en el cual se tome en cuenta la importancia de mantener limpio el sistema hidrosanitario	<u>Litro de agua</u> <u>Litro de bebida</u>	Control del agua	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Mes a mes	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta un plan para la prevención de la contaminación del agua. Elaborado por: Los Autores.

**Plan de control de la contaminación del suelo: mismo que servirá tanto para los pobladores como para la construcción del proyecto**

**Tabla 90**

*Plan para prevenir la contaminación del suelo del proyecto*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Contaminación del suelo	Alteraciones en el suelo	Revisiones periódicas de los automotores al mecánico, para evitar posibles fugas de aceite o combustible	$\frac{\text{total de mantenimientos hechos}}{\text{total mantenimientos propuestos}}$	Hojas de reporte de cada automotor realizado las revisiones de un mecánico autorizado	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
	Alteraciones en el suelo	Creación de recipientes aptos para almacenar desperdicios de aceite o combustible	$\frac{\text{total de depositos para almacenar aceite o combustible}}{\text{total de depositos requeridos para el almacenamiento de desechos tóxicos}}$	Registro fotográfico	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se expone un programa de ayuda para evitar la contaminación del suelo. Elaborado por: Los Autores.

### 10.6.2. Programa de seguridad industrial y salud ocupacional

Se elaborará a base de un plan de seguridad y salud para el personal laboral que trabajen en la construcción del proyecto, los cuales se tratará de evitar accidentes o riesgos futuros. El cual todo el personal estará capacitado y con implementos de seguridad industrial, para precautelar su salud y seguridad en la obra del proyecto.

**Tabla 91**

*Plan de seguridad y salud para los trabajadores de la vía del proyecto*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Seguridad del personal laboral	Riesgos a la integridad física	Identificar los posibles riesgos en diferentes lugares de la obra	% de los posibles riesgos en la obra	Informes de los posibles riesgos laborales	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto

Riesgos a la integridad física	Conocer y establecer los procedimientos que se deben hacer ante un posible accidente	Cantidad de los procedimientos y sus evaluaciones ante los posibles accidentes	Informe de los procedimientos ante un posible accidente	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Una vez, al iniciar el proyecto	Al finalizar el proyecto
Riesgos a la integridad física	Medidas de seguridad industrial, para evitar o desaparecer los posibles accidentes laborales	Total, de medidas preventivas de seguridad para la eliminación de los posibles accidentes	Elaboración de un manual de seguridad en la obra de construcción	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
Riesgos a la integridad física	Utilizar la maquinaria y equipos de alto impacto, solo cuando sea necesario	% de riesgos por el mal uso de maquinaria y equipos de alto impacto	Informe detallado de los accidentes producidos por el mal uso de los equipos o maquinaria	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto

Riesgos a la integridad física	Afiliar a los trabajadores al IESS, según lo establece la ley ecuatoriana	$\frac{\text{total de trabajadores afiliados}}{\text{total de trabajadores}}$	Registro de cada trabajador extraído de la página oficial del IESS	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Una vez, a cada trabajador	Al finalizar el proyecto
Riesgos a la integridad física	Señaleticas preventivas en donde exista el movimiento de personal y maquinaria pesada	Total de señaleticas preventivas	Registro fotográfico	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
Riesgos a la integridad física	Exigir a los trabajadores que usen el equipo de seguridad adecuado en todo momento	$\frac{\text{total de trabajadores que usen el equipo de seguridad}}{\text{total de trabajadores}}$	Tabla de registro de entrega de equipo de protección con un registro fotográfico	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto



Riesgos a la integridad física	Establecer puntos, en donde consten equipos como extintores, botiquines entre otras	total, de extintores y botiquines por área de construcción	Registros fotográficos y total de extintores y botiquines	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
Riesgos a la integridad física	Señaleticas en donde se prohíben fumar, el uso de fosforos o cualquier elemento que produzca fuego	% de las áreas con señaleticas	Registro fotográfico	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto
Riesgos a la integridad física	Preparar al personal laboral en primeros auxilios	total, de trabajadores capacitados en primeros auxilios	Registro de cada trabajador que asistió a las capacitaciones	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el tiempo que dure el proyecto	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta un plan de salud y seguridad para prevenir accidentes. Elaborado por: Los Autores.

### 10.6.3. Plan de manejo de desechos

Se realizará un programa de un buen manejo de desechos líquidos y sólidos durante el tiempo que dure la construcción del proyecto.

Programa de manejo de desechos no peligrosos el cual se planteará un programa para el buen uso de los desechos, y una forma de reciclar todo lo que podamos.

**Tabla 92**

*Plan de un adecuado manejo de desechos no peligrosos, reciclables*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Desechos sólidos no peligrosos	Desechos esparcidos por la zona del proyecto	Plantear un registro de los materiales ocupados y de los que no son reciclables, separarlos por composición	<i>Total de registros elaborados de los desechos de los materiales ocupados mensualmente</i> <hr/> <i>Total de desechos de materiales en toda la obra</i>	Informe de los registros de los desechos del material ocupado mes a mes	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

Desechos esparcidos por la zona del proyecto	Creación de lugares específicos para el almacenamiento de desechos no peligrosos con su respectiva señalización	<i>Total de volumen de desechos almacenados en los lugares destinados</i> <u><i>Total de volumen de desechos almacenados</i></u>	Registro fotográfico y elaboración de registros de almacenamientos mes a mes	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
--	---	---	--	--	---	--------------------------

---

*Nota.* Se presenta un plan de manejo de residuos no peligrosos. Elaborado por: Los Autores.

Programa de manejo de residuos peligrosos, el cual se elaborará un plan para un buen manejo de estos residuos peligrosos para el humano y el medio ambiente.

**Tabla 93**

*Plan de manejo de residuos sólidos peligrosos*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Desechos sólidos peligrosos	Alteración en los ecosistemas de la zona del proyecto	Llevar a entidades adecuadas para el desecho de materiales peligrosos	$\frac{\text{Total de registros elaborados de los desechos de los materiales ocupados mensualmente}}{\text{Total de desechos de materiales en toda la obra}}$	Informe de los registros de los desechos del material ocupado mes a mes	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
	Alteración en los ecosistemas de la zona del proyecto	Creación de lugares específicos para el almacenamiento de desechos peligrosos con su respectiva señalización	$\frac{\text{Total de volumen de desechos almacenados en los lugares destinados}}{\text{Total de volumen de desechos almacenados}}$	Registro fotográfico y elaboración de registros de almacenamientos mes a mes	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta un programa de residuos peligrosos. Elaborado por: Los Autores.

#### 10.6.4. Plan de capacitación ambiental

En este plan se tendrá que capacitar al personal laboral del proyecto, las cuales deben tener un conocimiento básico sobre el cuidado del medio ambiente y que se puede hacer para evitar la contaminación del medio ambiente de la zona del proyecto.

**Tabla 94**

*Programa de capacitación ambiental*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Desconocimiento de los cuidados ambientales	Contaminación del medio ambiente en la zona	Capacitar al cuerpo de trabajadores, el cual se tratará temas como el manejo de los residuos y separación de sustancias nocivas.	$\frac{\text{Total de trabajadores que recibieron capacitaciones de la contaminación}}{\text{Total de charlas impartidas}}$	Informe de un plan de capacitación para los trabajadores	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
	Contaminación del medio ambiente en la zona	Charlas a los empleados, para el buen uso del agua y desechos tóxicos	$\frac{\text{Total de trabajadores que recibieron capacitaciones del buen uso de los recursos}}{\text{Total de charlas impartidas}}$	Informe de un plan de capacitación para los trabajadores	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta un programa de capacitación ambiental. Elaborado por: Los Autores.

### 10.6.5. Programa de participación ciudadana y relaciones comunitarias

El presente programa se lo realizará con los pobladores, para que exista una buena relación entre trabajadores y moradores de la zona, por medio de reuniones y la recepción de inquietudes para un buen trato de ambas partes.

**Tabla 95**

*Plan de participación y relaciones comunitarias*

<b>Problema</b>	<b>Medidas planteadas</b>	<b>Lugar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Informes</b>	<b>Tiempo</b>
Inconvenientes entre moradores y trabajadores	Organización de reuniones informativas, a través del presidente del barrio y los moradores del sector	Casa comunal del barrio	$\frac{\text{Total de personas que asistieron a las reuniones}}{\text{Total de invitaciones dadas}}$	Registro de asistencia con registro fotográfico	Una vez hasta finalizar el proyecto
	Recepción de inquietudes de los moradores mediante la implementación de un buzón de sugerencias	Buzón de sugerencias	$\frac{\text{Total de recepciones de inquietudes}}{\text{Total de inquietudes resueltas}}$	Registro fotográfico	Durante el periodo de duración del proyecto

*Nota.* Se presenta un pequeño pero contundente plan de participación de los moradores en el proyecto. Elaborado por: Los Autores.

### 10.6.6. Programa de monitoreo, control y seguimiento.

El presente plan de monitoreo, control y seguimiento tendrá como objetivo principal hacer un seguimiento a los aspectos generados por la elaboración del proyecto.

Programa de monitoreo, dicho plan tendrá la finalidad de hacer monitoreos, los cuales sirvan como una supervisión experimentada para un correcto plan.

**Tabla 96**

*Plan de monitoreo y control*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Generación de residuos y gases nosivos	Contaminación del aire	Llevar un control exigente para evitar la generación de gases y tener un control de los residuos de la obra	$\frac{\text{Total de controles realizados}}{\text{Total de controles planificados}}$	Informes de los monitoreos realizados en obra	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

	Existencia de desechos peligrosos	Controles del almacenaje de desechos peligrosos	$\frac{\text{Total de controles realizados}}{\text{Total de controles planificados}}$	Informes de los controles realizados	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
Daño del suelo en la zona del proyecto	Pérdida de ecosistemas	Verificar a base de estudios la clase de animales que puede haber en la zona del proyecto, para evitar daños en sus hábitats	$\frac{\text{Total de estudios realizados de los hábitats de los animales}}{\text{Total de estudios planificados}}$	Registro fotográfico de las especies, con un informe de las especies	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta un plan de monitoreo y control en el área del proyecto. Elaborado por: Los Autores.



Plan de seguimiento el cual se establece una evaluación de seguimiento a las diferentes acciones que se realizarán en el proyecto.

**Tabla 97**

*Programa de seguimiento*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Seguimiento de control ambiental	Contaminación del medio ambiente	Monitoreo mensual, del plan de manejo ambiental	% de cumplimiento del plan de manejo ambiental	Reuniones del personal, con sus informes del cumplimiento del plan ambiental	Al comenzar la obra del proyecto	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
	Contaminación del medio ambiente	Control del agua, a través del consumo mensual	Tendencias de subida o bajada en el consumo del agua, luz eléctrica	Planillas mensuales del consumo	Al comenzar la obra del proyecto	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
	Contaminación del medio ambiente	Verificar la cantidad de residuos desechados	Volumen de la cantidad de residuos durante la construcción del proyecto	Informe de la cantidad de residuos reciclables u no reciclables en la obra	Dos semanas antes de acabar el proyecto	Durante el periodo del informe de residuos	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta un plan de seguimiento de obra. Elaborado por: Los Autores.

### 10.6.6.1. Programa de la rehabilitación del área del trabajo

El presente plan tiene como objetivo la rehabilitación de la zona del trabajo, el cual se debe de dejar en las mismas condiciones que las que encontramos.

**Tabla 98**

*Plan de rehabilitación de la zona del proyecto*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Afectaciones en la zona del proyecto	Contaminación del medio ambiente	Realizar un muestreo del área afectada, para su rehabilitación	$\frac{\text{Muestreo de zonas afectadas}}{\text{Total de zonas afectadas}}$	Informes de rehabilitaciones ambientales	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
	Contaminación del medio ambiente	Incorporación de árboles y arbustos en la zona del proyecto área por área	$\frac{\text{Total de incorporación de áreas verdes}}{\text{Total de áreas afectas}}$	Registro fotográfico	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta una tabla de un programa de rehabilitación del área de trabajo. Elaborado por: Los Autores.

### 10.6.7. Plan de contingencias

En el presente programa de contingencia, se pretende establecer un plan de seguridad de los trabajadores y de la población de la zona del proyecto

**Tabla 99**

*Programa de contingencias*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
	Daño perjudicial para el personal del proyecto	Realizar un listado del personal laboral que trabaja en la zona del proyecto	<i>Listado de personal laboral</i> <hr/> <i>Listado total de trabajadores</i>	Informe del total de trabajadores en la zona del proyecto	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
Cuidado de la salud de los trabajadores y del medio ambiente	Daño perjudicial para el personal del proyecto	Implementación de extintores en caso de emergencia	Registro total de cuantos extintores hay en la zona del proyecto	Registro fotográfico	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
	Daño perjudicial para el personal del proyecto	Señaléticas de no fumar en diferentes zonas de peligro de incendio	Total, de señalética de no fumar	Registro fotográfico	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

Daño perjudicial para el personal del proyecto	Elaboración de un plan de ruta de escape ante cualquier posible peligro en la zona del proyecto, con un punto de encuentro	Puntos específicos de escape en la zona del proyecto, con su respectivo punto de encuentro	Informe de las rutas de escape, con su punto de encuentro	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
Daño perjudicial para el personal del proyecto	Implementación de simulacros ante posibles emergencias ambientales	Total, de simulacros realizados	Informe de los simulacros realizados	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
Daño perjudicial para el personal del proyecto	Capacitar al personal laboral, para que actúe de forma adecuada ante una emergencia	Total, de trabajadores capacitados	Informe de las capacitaciones a los trabajadores	Al poseer la licencia de emisión Ambiental	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto

*Nota.* Se presenta un programa de contingencia ante posibles accidentes. Elaborado por: Los Autores.

### 10.6.8. Plan de retiro

En el presente programa se establece como objetivo reacondicionar las áreas en donde se asentó el proyecto, el cual se va a permitir el retiro del personal laboral una vez finalizado la obra.

**Tabla 100**

*Programa de retiro de la zona del proyecto*

Problema	Impacto	Medidas planteadas	Indicadores	Informes	Plazos		
					Inicio	Tiempo	Finalización
Basura o desechos en la zona del proyecto	Contaminación ambiental de la zona de trabajo	Recoger todo desecho sobrante de la obra	Total, de limpiezas realizada en la zona del proyecto	Informe de cuantas limpiezas se realizaron en la obra	Al iniciar el proyecto	Durante el periodo de duración del proyecto	Al finalizar el proyecto
Entrega del área de trabajo	Inconvenientes con el ministerio del ambiente	Notificar a las autoridades competentes ambientales la finalización de la obra	Notificaciones a las autoridades competentes	Informes de las notificaciones para las entidades competentes	Al iniciar el proyecto	Una sola vez	Al finalizar el proyecto

Problemas con los pobladores de la zona	Comunicar a los pobladores el cierre del proyecto, por medio de volantes y una reunión en la casa comunal de la zona	<i>Personal avisado <u>del cierre de la obra</u> Personal que acudió a la reunión de cierre de obra</i>	Registro fotográfico	Al iniciar el proyecto	Una sola vez	Al finalizar el proyecto
---	--	---	----------------------	------------------------	--------------	--------------------------

---

*Nota.* Se presenta un programa de retiro de obra. Elaborado por: Los Autores.

## **CAPÍTULO XI**

### **SEÑALIZACIÓN VIAL**

Para el presente capítulo se elaborará con base a lo estipulado en capítulos anteriores, los cuales servirán de apoyo para brindar una mayor seguridad para los vehículos que transiten en la misma. La señalización vial tiene un factor importante para evitar accidentes vehiculares, mismos que deberán estar en lugares específicos, los cuales puedan ser vistos para los conductores de los vehículos como para los peatones que se movilizan por la zona.

#### **11.1. Normativa vigente**

En el territorio ecuatoriano, existen reglamentos técnicos los cuales deben ser aplicados en todos los diseños viales, con la finalidad de implementar señaléticas apropiadas para la vía del proyecto. La cual para el presente capítulo ocuparemos el siguiente reglamento técnico.

Señalización vial. Primera revisión RTE INEN 004-1:2011

Señalización vial. Primera revisión RTE INEN 004-2:2011

#### **11.2. Señalización vertical**

La señalización vial es de vital importancia ya que con ellas se podrá tener un tráfico más fluido y ordenado, los cuales sirven de apoyo visual para los peatones como para los choferes de los vehículos. Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 “La uniformidad en el diseño de las señales facilita la identificación por parte del usuario vial. Se debe estandarizar el uso de la forma, color y mensaje, de tal manera que todas las señales sean reconocidas con rapidez” (p. 7). Cuyas señales deberán ser de un material reflectivo, para ser observadas por las horas de la noche. En las cuales el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 nos facilita una clasificación de las señales con sus funciones.

**Tabla 101**

*Tabla de la clasificación de las señales con su código respectivo*

SEÑALES	CÓDIGO
REGULATORIAS	R
PREVENTIVAS	P
INFORMACIÓN	I
DELINEADORAS	D
TRABAJOS EN LA VÍA Y PROPÓSITOS ESPECIALES	T

*Nota.* Se presenta una tabla de las señales que existen para una correcta señalización vial. Elaborado por: Los Autores, a través de Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 7).

### **11.2.1. Señales Regulatorias (R)**

Señales que tienen como objetivo indicar cuales son las limitaciones o prohibiciones a los conductores o peatones que transiten por la vía, las cuales, al hacer caso omiso, tendrán una contravención y puesto a las autoridades competentes.

#### **Pare (R1-1)**

Son necesarios en los cruces de las intersecciones, las cuales regulan y dan prioridad a la ruta principal obligando a detenerse a los vehículos que quieran incorporarse o cruzar la calle de mayor afluencia vehicular.



## Figura 75

### Señal Regulatoria Pare

Leyenda y borde retroreflectivo blanco  
Fondo retroreflectivo rojo



R1 - 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1C	900 x 900	280 Ca

*Nota.* Se presenta una señal regulatoria con su código y dimensiones normadas.

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 16).

## Doble vía (R2-2)

Colocada al inicio de una calle principal o secundaria, cuya señal representa los sentidos en las cuales podrán circular los vehículos.

## Figura 76

### Señal Reglamentaria Doble Vía

Leyenda y fondo negro mate  
Flecha y borde blanco retroreflectivo



R2-2

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R2-2A	900 x 300	100 Cm
R2-2B	1350 x 450	140 Cm

*Nota.* Se presenta una señal regulatoria la cual indica que se puede circular en dos sentidos o direcciones. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 20).

## Límite máximo de velocidad (R4-1)

Límite de velocidad permitida para circular en la vía, la cual deberá estar detallada en múltiplos de 10, cuya velocidad debe ser calculada a través de un estudio previo.

## Figura 77

### Señal Regulatoria del límite de velocidad permitida

Símbolo y orla negros  
Círculo rojo retroreflectivo  
Fondo blanco retroreflectivo



R4-1

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

*Nota.* Se presenta una señal regulatoria la cual indica la velocidad permitida en la vía. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 37).

## No estacionar (R5-1)

Señal que nos indica la prohibición de parquearse en la zona donde se encuentre está colocada.

## Figura 78

### Señal Regulatoria de No Estacionar

Símbolo flecha y orla negros  
Círculo rojo retroreflectivo  
Fondo blanco retroreflectivo



R5-1

Código No.	Dimensiones (mm)
R5-1a A	600 x 600
R5-1b B	750 x 750
R5-1c C	900 x 900

*Nota.* Se presenta una señal regulatoria de no estacionar en el sentido de la vía. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 41).

## 11.2.2. Señales preventivas (P)

Son todas las señales que sirven para prevenir algún posible riesgo en la circulación por la vía, con la finalidad de que el conductor esté listo para tomar una acción y precautelar la seguridad de los conductores o peatones que transitan por la misma.

**Tabla 102**

*Dimensiones de las señales preventivas*

VELOCIDAD Km/h	DIMENSIÓN DE LA SEÑAL (mm)
MENOR A 60	600 x 600
ENTRE 70 - 80	750 x 750
SUPERIOR A 90	900 x 900

*Nota.* Se presenta las diferentes medidas de las señales regulatorias en función de la velocidad expresada en km/h. Elaborado por: Los Autores, a través de Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 50)

### Curva abierta izquierda (P1-2I) derecha (P1-2D)

Se implementan esas señales preventivas cuando se aproximan a una curva abierta, la cual se recomienda bajar la velocidad.

**Figura 79**

*Señales Regulatorias para Curvas Abiertas*

Cambiar símbolos  
Símbolo y orla negros  
Fondo amarillo retroreflectivo



**P1-1 I**



**P1-1 D**

Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900

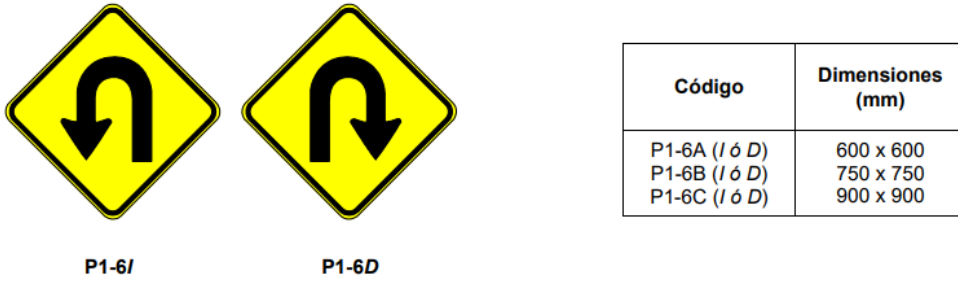
*Nota.* Se presenta señales regulatorias, las cuales nos indican a la llegada de curvas abiertas a la izquierda o a la derecha. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 52).

### Curva tipo U izquierda (P1-6I) derecha (P1-6D)

Se especifica a la aproximación de una curva en U la cual se debe reducir la velocidad para evitar accidentes viales.

#### Figura 80

*Señales Regulatorias de Curva Tipo U*



*Nota.* Se presenta una señal regulatoria de una aproximación de una curva en U.  
Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 53).

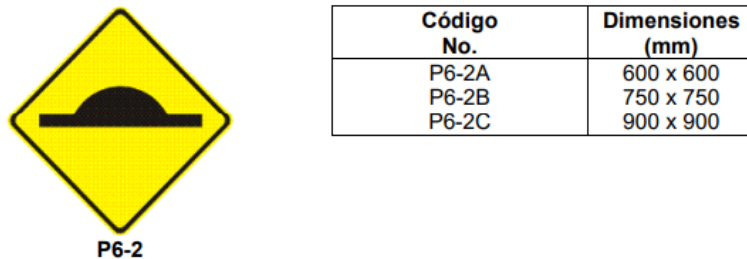
### Resalto / Reductor de velocidad (P6-2)

Señal regulatoria, la cual representa la existencia de un reductor de velocidad.

#### Figura 81

*Señal Regulatoria de un Resalto*

Símbolo y orla negros  
Fondo amarillo retroreflectivo



*Nota.* Se presenta una señal regulatoria de una aproximación de un reductor de velocidad. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 75).

### 11.2.3. Señales Informativas (I)

Señales con el fin de informar, guiar a los usuarios de la vía, además de presentar lugares turísticos, kilometrajes recomendados, hospitales, gasolineras, entre otras. Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 “Las señales de información tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionándole la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible” (p. 88). Las cuales es recomendable observarlas ante cualquier emergencia.

#### Figura 82

*Escudo Identificativo de Ruta Provincial*



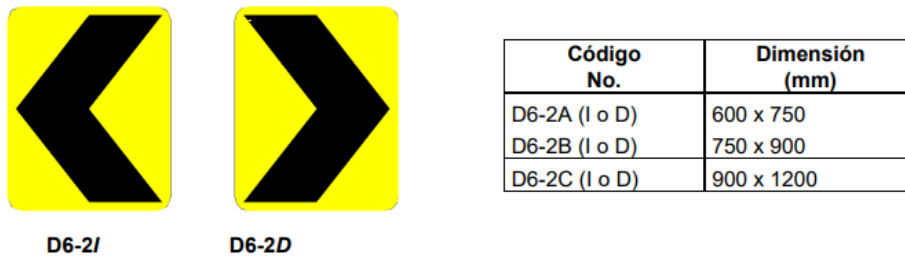
*Nota.* Se presentan escudos en los cuales se representan las rutas arteriales. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 75).

### 11.2.4. Alineamientos horizontales (D6-2I – D6-2D)

Señales que se utilizan para un cambio de rasante en el sentido de la señal, además de la utilización de radios de curvas abiertas. Las cuales se deberán colocar entre 0.6 y 1.5 metros con una altura de 1.5 metros.

### Figura 83

#### Señal Horizontal D6-2 (I o D)



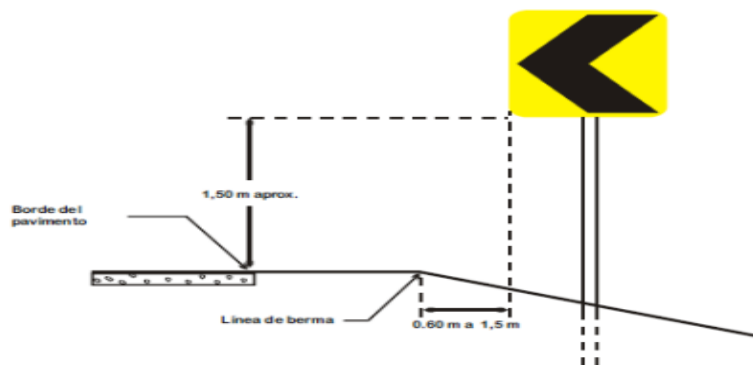
*Nota.* Se presentan señales horizontales, las cuales se ocupa para señalar una curva a la izquierda o derecha según corresponda. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 134)

#### Ubicación lateral

Los cuales se colocarán en los costados de la vía, deberán ser colocados en ambas caras.

### Figura 84

#### Ubicaciones laterales en curvas horizontales



*Nota.* Se presenta la ubicación de las curvas horizontales. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 135).

**Tabla 103**

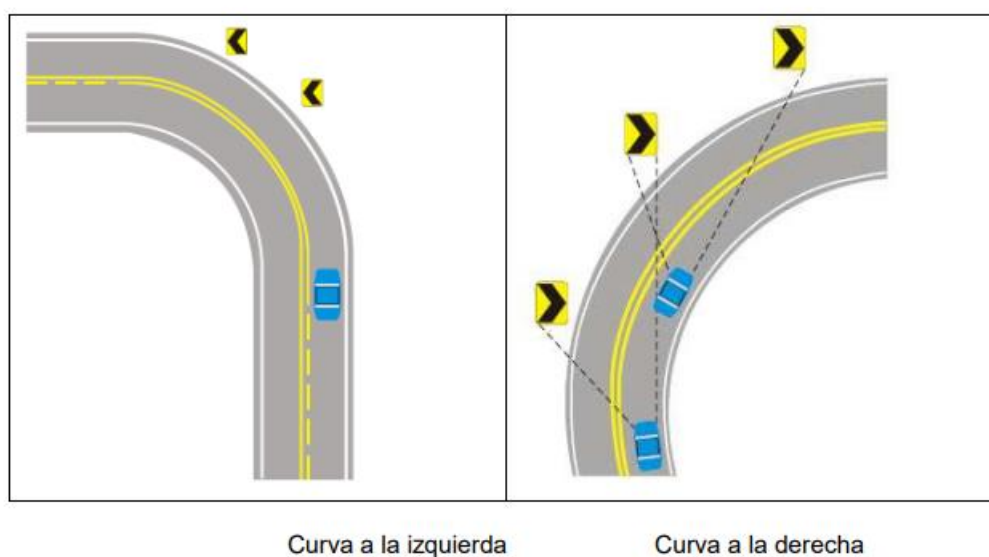
*Espaciamiento máximo de delineadores de curva horizontal, en función al radio de la curva*

<b>RADIO DE LA CURVATURA (M)</b>	<b>ESPACIAMIENTO EN CURVA (M)</b>
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

*Nota.* Se presenta los espaciamentos en curvas. Elaborado por: Los Autores, a través del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 135)

**Figura 85**

*Ubicación Longitudinal de los delineadores en Curvas Horizontales*



*Nota.* Se presenta la ubicación de los delineadores. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1, 2011 (p. 137)

**Tabla 104***Ubicación de chevrones en la vía del proyecto*

N° CURVA	L (m)	NÚMERO DE CHEVRONES			CANTIDAD
		1	2	3	
C1	8.47	0+047.60	0+051.835	0+056.06	3
C2	13.62	0+107.70	0+114.51	0+121.31	3
C3	10.66	0+152.77	0+158.11	0+163.43	3
C4	3.17	0+186.92	0+188.51	0+190.10	3
C5	12.51	0+261.09	0+267.345	0+273.60	3
C6	4.71	0+347.20	0+349.56	0+351.92	3
C7	6.21	0+376.65	0+379.76	0+382.86	3
C8	9.39	0+427.39	0+432.085	0+436.78	3
C9	4.15	0+477.33	0+479.405	0+481.48	3
C10	5.40	0+546.72	0+549.42	0+552.12	3
C11	4.00	0+597.98	0+599.98	0+601.99	3
C12	11.59	0+998.73	1+004.525	1+010.33	3
C13	3.19	1+107.87	1+109.47	1+111.07	3
C14	21.20	1+196.37	1+206.97	1+217.57	3
C15	14.18	1+253.06	1+260.15	1+267.24	3
C16	10.30	1+366.36	1+371.51	1+376.66	3
C17	4.81	1+479.32	1+481.725	1+484.13	3
C18	4.72	1+518.85	1+521.21	1+523.56	3
C19	5.99	1+595.12	1+598.115	1+601.11	3
C20	14.58	1+868.98	1+1876.27	1+883.56	3
C21	11.52	2+004.18	2+009.94	2+015.70	3

*Nota.* Se presentan una tabla de la ubicación de los chevrones (D6) sobre la vía del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

### 11.2.5. Ubicación de las señales en la vía del proyecto

En lo largo del proyecto se han implementado diferentes señales viales, las cuales se han diseñado para que sean colocados en la parte derecha según el sentido de circulación, en los sitios específicos donde lo estipula la norma técnica.

#### 11.2.5.1. Ubicación de las señales a lo largo de la vía del proyecto.

##### 11.2.5.1.1. Señales preventivas (P)

La ubicación de las señales preventivas debe estar a una distancia prudente para que los conductores sepan actuar ante cualquier posible peligro



**Tabla 105***Intervalo de señales preventivas*

Distancias	Velocidad de Diseño		
	30-50 km/h	60-80 km/h	90-100 km/h
PC o PT (m)	60	100	130
ET o TE (m)	20	30	40

*Nota.* Se presenta los intervalos de las señales preventivas en función a la velocidad de diseño. Elaborado por: Los Autores

#### 11.2.5.1.2. Señales informativas (I)

Las señales informativas se encuentran antes de cada cruce de vías, las cuales deben estar presentes a una distancia prudente para evitar posibles accidentes.

**Tabla 106***Recomendaciones para la colocación de las señales informativas*

Señales Informativas
Distancias < 60 m antes de PT o PC
Distancias < 20 m antes de TE o ET

*Nota.* Se presenta las distancias recomendables para la implantación de las señales informativas. Elaborado por: Los Autores

#### 11.2.6. Vallas de defensa

También llamada guardavías, colocadas al borde de la vía en curvas cerradas como elemento de seguridad en especial en zonas montañosas o en condiciones con barrancos a los costados.

## Figura 86

### Baranda doble sin separador



*Nota.* Se presenta un barandal doble sin separador, el cual servirá de apoyo para las curvas cerradas del proyecto. Fuente: NTE INEN – 2473 – 2013.

### 11.3. Señalización horizontal

La señalización horizontal cumple un papel primordial para el diseño vial, ya que se aplican delgadas líneas al borde de la vía o al medio, las cuales separan los carriles y señalan la dirección de la vía. Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011 señala que:

Corresponde a los materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con microesferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación.

Los cuales deberán tener un espesor mínimo establecido en el reglamento mencionado.

#### Tabla 107

##### *Espesores mínimos de la señalización horizontal*

<b>MÍNIMO ZONA URBANA</b>	300 micras en seco
<b>MÍNIMO ZONA RURAL</b>	250 micras en seco

*Nota.* Para el presente proyecto se implementará un espesor de 250 micras en la señalización horizontal. Elaborado por: Los Autores, a través del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2, 2011 (p. 6).

En el mismo que se deberá implementar a través de símbolos o escritos en la superficie de la vía, las cuales estarán en zonas en donde el conductor no se distraiga de la carretera para prevenir accidentes viales.

De acuerdo con sus condiciones físicas existen limitaciones entre las cuales son:

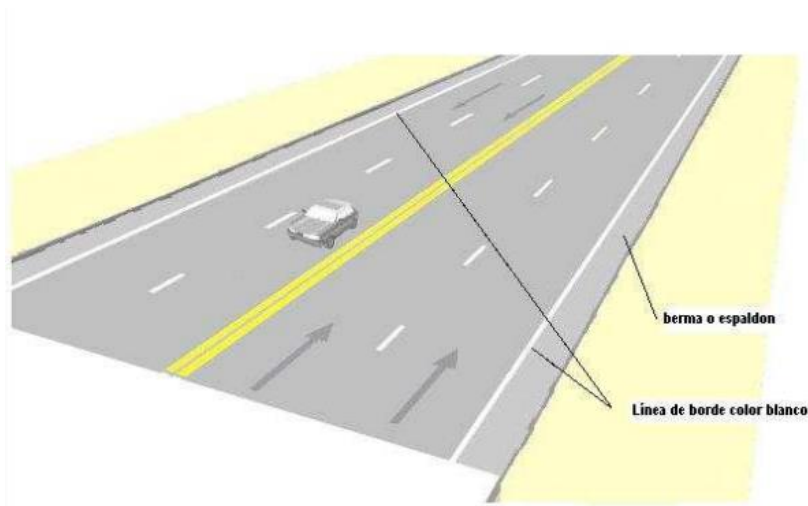
- Con el paso del tiempo se pueden ocultar por las condiciones de la vía
- A través del paso de condiciones climáticas desfavorables pueden ser menos visibles
- Necesitan un mantenimiento en un corte lapso, ya que se deterioran rápidamente
- Dificulta la visión de los conductores a diferencia de las señales verticales

### **11.3.1. Líneas de borde de calzada**

Líneas implementadas al borde de la calzada, donde representan a los conductores el límite de ancho de la vía. Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2 (2011), “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” (p. 22).

## Figura 87

### Representación de las líneas de borde



*Nota.* Se presentan las líneas de borde con color blanco. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2, 2011 (p. 20).

### 11.3.2. Líneas de separación de flujos opuestos

Por lo general son de color amarillo, las cuales se implementarán en vías de doble sentido, con el objetivo de separar los sentidos de la vía. Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2 (2011) señala que:

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. Cuando existen juntas de construcción en la calzada, es conveniente desplazar levemente estas líneas para asegurar una mayor duración de estas. (p. 10)

Las cuales para ser implementadas deben cumplir unas condiciones de diseño

- En vías rurales el ancho de la vía no debe ser menor a 5,60 metros
- El TPDA no debe ser menor a 300 vehículos

### 11.3.2.1. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta

Deben ser de color amarillo, las cuales son entrecortadas, se podrá hacer un rebasamiento de estas líneas siempre y cuando se cumpla las condiciones de seguridad

**Tabla 108**

*Separación de circulación opuesta segmentada*

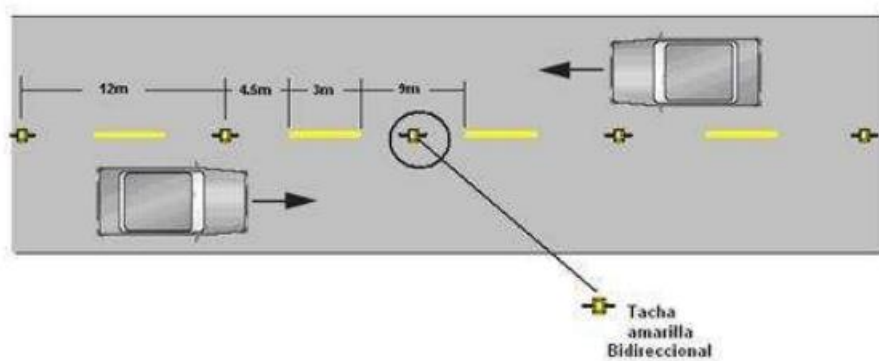
Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12	3 a 9
Mayor a 50	150	12	3 a 9

*Nota.* Se presenta una relación de separación de circulación opuesta segmentada.

Elaborado por: Los Autores, a través de Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011 (p. 11).

**Figura 88**

*Representación de líneas segmentadas con circulación opuesta*



*Nota.* Se presenta una circulación opuesta, con líneas segmentadas en el medio de la calzada. Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2, 2011 (p. 11)

## CAPÍTULO XII

### PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTO

#### 12.1. Costos (Egresos)

Se define como la contabilidad del proyecto, con un estudio de costos óptimo podremos ver lo gastado en el tiempo de obra. En el cual se podrá incorporar si existiera préstamos, servicios básicos, alimentación, cuidado personal, entre otros.

En todos los proyectos es indispensable la realización de un análisis de costos ya que nos ayudará a determinar el presupuesto, mismo que será la determinada por la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \textit{Costo Directo} + \textit{Costo Indirecto} + \textit{Costo de Administración} + \textit{Utilidad} \\ & + \textit{Impuestos} \end{aligned}$$

##### 12.1.1. Costos directos

Son todos los costos que, involucrados en este caso a la realización del proyecto, el cual será de importancia para determinar su rentabilidad, a través de los precios de los productos.

Los cuales se podrán dividir en varios tipos, entre los cuales están:

- Materia prima
- Mano de obra
- Equipo y Herramientas
- Transporte

##### 12.1.1.1. Materia prima

Se refiere al costo de los materiales utilizados, en el cual es relevante para el análisis de costo ya que involucra con lo que vamos a trabajar y la calidad de los materiales.

#### **12.1.1.2. Mano de obra**

Es todo el personal que trabaja en la obra del proyecto, los cuales sus labores son indispensables, así mismo de los trabajadores que intervienen poco en sus labores, se les pagará por horas trabajadas.

#### **12.1.1.3. Equipo y Herramientas**

Costos de los equipos y herramientas ocupadas en el proyecto, los cuales se revisará los costos de alquiler por hora de trabajo.

#### **12.1.1.4. Transporte**

Se revisará los costos para el transporte de materiales esenciales, ya sea adoquín, agregados gruesos y finos, entre otros. De la misma manera se tomará en cuenta la distancia recorrida hasta la zona del proyecto.

#### **12.1.2. Costos Indirectos**

Son todos los costos involucrados en obra, entre ellos están trabajos de oficina, residencia de obra, para su previa revisión de obra, durante el tiempo que dure la obra.

- **Costos de administración:** Son todos los costos generados por el área administrativa del proyecto, los cuales son los fundamentales para que la obra se lleve a cabo.
- **Utilidad:** Es toda la ganancia que tiene la empresa o constructor realizadora del proyecto.
- **Impuestos:** Son los tributos, los cuales los ciudadanos debemos pagar por un producto o en este caso para la realización del estudio económico.

#### **12.2. Rubro**

Son todas las actividades por realizar, las cuales deberán estar detalladas sus características y su alcance respectivo.

### 12.3. Cantidad de obra

Características de las actividades de los rubros, las cuales estarán siempre en función del tipo de rubro a estudiar.

**Tabla 109**

*Cantidades de obra*

Nombre del Proyecto:	Diseño vial para la rectificación y mejoramiento de la vía arterial secundaria, ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía		
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
1,1	Desbroce, desbosque y limpieza	0,2	ha
1,2	Replanteo y nivelación	1,2	km
1,3	Excavación a máquina del terreno	31993,36	m3
1,4	Desalojo de materiales extraídos (distancia=27 km)	1184,93	m3/km
<b>2</b>	<b>OBRAS DE ALCANTARILLADO</b>		
2,1	Excavación para cunetas triangulares	432	m3
2,2	Desalojo de materiales extraídos (distancia=27 km)	16.10	m3/km
2,3	Cuneta triangular de hormigón simple f'c=210kg/cm2, e=10cm	2400	m
2,5	Excavación para el alcantarillado	2.54	m3
2,6	Colocación de tubería de PVC D=500mm	36	m3
<b>3</b>	<b>CALZADA</b>		m
3.1	Movilización de material para el mejoramiento	80	m3/km
3.2	Mejoramiento de la subrasante	2160	m3
3,2	Suministro y colocación de la sub base clase III, e=50cm	3600	m3
3,2	Cama de arena, e=50mm	360	m3
3,3	Colocación de adoquín hexagonal f'c=400kg/cm2, e=80mm	144000	u
3,4	Movilización de material para sub base III (distancia=27 km)	133,333	m3/km
3,5	Movilización de la cama de arena (distancia= 27 km)	13,333	m3/km
3,6	Movilización de los adoquines (distancia= 27 km)	5333,333	u/km
3,7	Espaldones	1200	ml
<b>4</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>		
4,1	Plan de prevención, mitigación ambiental	1	p.i.a
4,2	Plan de seguridad industrial y salud ocupacional	1	p.i.a
4,3	Plan de manejo de desechos	1	p.i.a
4,4	Plan de capacitación ambiental	1	p.i.a
4,5	Plan de participación ciudadana y relaciones comunitarias	1	p.i.a
4,6	Plan de monitoreo, control y seguimiento	1	p.i.a
4,7	Plan de la rehabilitación del área del trabajo	1	p.i.a
4,8	Plan de contingencias	1	p.i.a
4,9	Plan de retiro	1	p.i.a
<b>5</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>		



5,1	Señal Regulatoria 600x600mm	4	u
5,2	Señal Preventiva 600x600mm	53	u
5,3	Señales Informativas	3	u
5,4	Delineador de curva horizontales 600x750mm	63	u
5,5	Línea continua	2400	u

Nota. Se presenta las cantidades de obra del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

#### 12.4. Análisis de Precios Unitarios (APUs)

Es un análisis de precios detallado por separado, en el cual se expresarán sus características, su precio para la construcción. Presentados en una planilla en donde se presenta los rendimientos, cálculos y precios vigentes. Verificar ANEXO 9

#### Figura 89

Análisis del precio unitario - Excavación a máquina del terreno

Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	Desbroce, desbrosque y limpieza				UNIDAD	ha
DETALLE	1.1					
<b>EQUIPO</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
HERRAMIENTAS VARIAS	0,05	0,50	0,03	1,000	0,02500	
RETROEXCAVADORA	1,00	28,00	28,00	3,000	84,000	
	1,00					
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL - EQUIPOS</b>	84,03000
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Peón	0,01	4,05	0,04	1,000	0,04050	
CHOFER: Para camiones p	1,00	5,95	5,95	0,077	0,46	
CHOFER: Volquetas (Estr. C	1,00	5,95	5,95	0,100	0,60	
<b>SUBTOTAL - MANO DE OBRA</b>					1,100000	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
AGUA EN OBRA	m3	0,08	0,01	0,00080		
SEÑALES	U	1,00	21,69	21,69		
<b>SUBTOTAL - MATERIALES</b>					21,69	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL - TRANSPORTE</b>						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			TOTAL COSTOS DIREC		106,82000	
Quito, julio de 2023			COSTOS INDIRECTOS %		20,00%	
			OTROS INDIRECTOS %			
REALIZO			COSTO TOTAL DEL RUBRO		128,1840	
ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER			VALOR OFERTADO		128,18	

Elaborado por: Los Autores.

A través del análisis de precios unitarios (APU) se puede establecer el presupuesto, como de la misma manera los egresos producidos durante la elaboración del proyecto.

**Tabla 110**

*Presupuesto Referencial*

<b>Nombre del Proyecto:</b>		Diseño vial para la rectificación y mejoramiento de la vía arterial secundaria, ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>P. TOTAL</b>
<b>1 OBRAS PRELIMINARES</b>					
1,1	Desbroce, desbosque y limpieza	0,2	ha	128,18	25,636
1,2	Replanteo y nivelación	1,2	km	106,08	127,296
1,3	Excavación a máquina del terreno	31993,36	m3	5,38	172124,2768
1,4	Transporte de materiales extraídos	1184,84	m3/km	19,5	23104,38
<b>2 OBRAS DE ALCANTARILLADO</b>					
2,1	Excavación para cunetas triangulares	432	m3	11,03	4764,96
2,2	Transporte de materiales extraídos	16,1	m3	33,14	533,554
2,3	Cuneta triangular de hormigón simple f'c=210kg/cm2, e=10cm	2400	m	205,8	493920
2,4	Excavación para el alcantarillado	2,54	m	21,83	55,4482
2,5	Colocación de tubería de PVC D=600mm	36	m	86,51	3114,36
<b>3 CALZADA</b>					
3,1	Transporte de material para mejoramiento (distancia=27 km)	80	m3/km	14,28	1142,4
3,2	Mejoramiento de la subrasante	2160	m3	13,716	29626,56
3,3	Suministro y colocación de la sub base clase III, e=50cm	3600	m3	19,84	71424
3,4	Cama de arena, e=50mm	360	m3	33,56	12081,6
3,5	Colocación de adoquín hexagonal de concreto f'c=400kg/cm2, e=80mm	144000	u	1,2	172800
3,6	Transporte de material para sub base III (distancia=27 km)	133,333	m3/km	4,97	662,66501
3,7	Transporte de la cama de arena (distancia= 27 km)	13,333	m3/km	2,23	29,73259
3,8	Transporte de los adoquines	5333,333	u/km	0,38	2026,666
3,9	Espadones	1200	ml	12,92	4883,76

<b>4 IMPACTOS AMBIENTALES</b>					
4,1	Plan de prevención, mitigación ambiental	1	p.m.a	2420	2420
4,2	Plan de seguridad industrial y salud ocupacional	1	p.m.a	245	245
4,3	Plan de manejo de desechos	1	p.m.a	620	620
4,4	Plan de capacitación ambiental	1	p.m.a	855	855
4,5	Plan de participación ciudadana y relaciones comunitarias	1	p.m.a	190	190
4,6	Plan de monitoreo, control y seguimiento	1	p.m.a	2320	2320
4,7	Plan de la rehabilitación del área del trabajo	1	p.m.a	325	325
4,8	Plan de contingencias	1	p.m.a	270	270
4,9	Plan de retiro	1	p.m.a	620	620
<b>5 SEÑALIZACIÓN</b>					
5,1	Señal Regulatoria 600x600mm	4	u	6,658	26,632
5,2	Señal Preventiva 600x600mm	53	u	39,95	2117,35
5,3	Señales Informativas	3	u	34,62	103,86
5,4	Delineador de curva horizontales 600x750mm	63	u	36,76	2315,88
5,5	Línea continua	2400	m	5,36	12864
				<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>1.028.370,80</b>

*Nota.* Se presenta un análisis de un presupuesto referencial del proyecto vial.

Elaborado por: Los Autores.

## 12.5. Cronograma valorado

Se basa en el detalle de todos los gastos producidos para el desarrollo del proyecto a realizar, dicho cronograma nos facilita establecer un control de las diferentes actividades en el cual se verá reflejado en donde hubo una mayor o menor inversión de capital.

### 12.5.1. Curva de inversión (curva S)

Esta curva nos ayuda a interpretar los datos acumulados más esenciales del proyecto, en el que constará datos relevantes como las tarifas en función del tiempo implementado. La cual se podrá realizar con los cronogramas y el presupuesto del proyecto, mismo que deberá tener en el EJE X el tiempo y en el EJE Y los valores del presupuesto a medida que va avanzando el proyecto.



## 12.6. Beneficios valorados

Se definen al incremento de activos una vez terminado el proyecto, misma que se encuentra en una zona rural de la parroquia de Tambillo, el cual generará un alto impacto en la movilización de los pobladores, lo cual influirá a una mejor calidad de vida.

### 12.6.1. Cálculo de beneficios valorado

A través de un estudio previo de TPDA realizado en la zona del proyecto, se podrá determinar los beneficios que generará el mismo.

**Tabla 111**

*Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)*

<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>
Livianos	42
Buses	5
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4
<b>Total</b>	<b>69</b>

*Nota.* Se presenta la tabla relacionada con el TPDA, misma que se encuentra detallada en el capítulo VI. Elaborado por: Los Autores.

En la determinación del análisis de costos, se implementará una comparativa de los costos antes de la implementación del proyecto, con los costos después de la implementación del proyecto, mismo que se representará en el siguiente gráfico la vía habilitada para la circulación, la cual cuenta con una curva de altos índices de accidentes de tráfico, a diferencia de la vía del proyecto no presenta ninguna curva que podría generar accidentes automovilísticos.

**Figura 91**

*Vía Habilitada para la movilización entre la Avenida Maldonado - Colectora Quito - Tambillo*



*Nota.* Vía habilitada a la circulación vehicular. Elaborado por: Los Autores, a través de Google Maps.

En el cual se puede visualizar el recorrido que tiene que hacer un vehículo, movilizándose por curvas de altos índices de accidentes automovilísticos sin la implementación de la vía del proyecto, el cual se ejecutará factores de importancia como la distancia y el tiempo.

**Tabla 112**

*Comparación entre vías*

	<b>Velocidad (km/h)</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo (min)</b>
<b>Con la vía del proyecto</b>	25	2,9	7
<b>Sin vía del proyecto</b>	90	4,2	6

*Nota.* Se presenta una comparación en función de la velocidad, distancia y tiempo en recorrer. Elaborado por: Los Autores.

El cual se ve un aumento de tiempo de recorrido en la vía del proyecto, producido por un factor importante al momento de circular por la vía que es la velocidad, además con la implementación del proyecto la distancia en recorrer es menor, a la vía habilitada para la circulación vehicular.

A continuación, se presentará un análisis de costos de operación.

**Costo de combustible:** En los últimos años el precio del combustible ha ido cambiando, el cual un costo referencial será de \$2.40 por cada galón, mismo que se recorrerá aproximadamente 45 km y 12 km por cada litro de combustible, en caso de transporte pesados que utilizan diésel su costo por galón será de 1.7049 lo cual circularán por cada galón 35 km y 2.5 km por cada litro de diésel.

**Tabla 113**

*Costo de operación en función del combustible en un año*

Con la implementación de la vía del proyecto							Total, del costo del combustible
VEHÍCULOS	TPDA	km	Cantidad de viajes	Galones consumidos	Precio del combustible		
Livianos	42	2,9	4	10,8266667	\$ 2,40	\$	4.365,31
Buses	5	2,9	2	0,82857143	\$ 1,7049	\$	14,13
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	2,9	6	3,48	\$ 1,7049	\$	249,19
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	2,9	4	1,32571429	\$ 1,7049	\$	36,16
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	2,9	2	0,49714286	\$ 1,7049	\$	5,09

Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	2,9	4	1,32571429	\$ 1,7049	\$ 36,16
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	2,9	2	0,66285714	\$ 1,7049	\$ 9,04
<b>Costo total anual en combustible con la implementación de la vía del proyecto</b>						<b>\$ 4.715,08</b>
<b>Sin la implementación de la vía del proyecto</b>						
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes</b>	<b>Galones consumidos</b>	<b>Precio del combustible</b>	<b>Total, del costo del combustible</b>
Livianos	42	4,2	4	15,68	\$ 2,40	\$ 6.322,18
Buses	5	4,2	2	1,2	\$ 1,7049	\$ 20,46
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	4,2	6	5,04	\$ 1,7049	\$ 360,89
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	4,2	4	1,92	\$ 1,7049	\$ 52,37
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	4,2	2	0,72	\$ 1,7049	\$ 7,37
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	4,2	4	1,92	\$ 1,7049	\$ 52,37
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	4,2	2	0,96	\$ 1,7049	\$ 13,09
<b>Costo total anual en combustible sin la implementación de la vía del proyecto</b>						<b>\$ 6.828,74</b>
<b>Ahorro con la implementación de la vía en función del combustible</b>						<b>\$ 2.113,66</b>

*Nota.* Se presenta una tabla del costo del combustible, según el tipo de vehículo en un año. Elaborado por: Los Autores.



**Costo de los neumáticos:** Con el pasar del tiempo los neumáticos van perdiendo su vida útil, la cual influye en la calidad de la calzada y su uso. En el mercado ecuatoriano el precio de una llanta para un vehículo liviano está alrededor de los 65 dólares americanos a diferencia de los vehículos pesados cuyo valor varía según el tipo de llanta, pero las más compradas cuestan alrededor de 190 dólares americanos. Misma que tendrá su vida útil a los 55000 kilómetros o a su vez 5 años en promedio.

**Tabla 114**

*Ahorro en los neumáticos al año*

<b>Con la implementación de la vía del proyecto</b>							
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes</b>	<b>Cambios de neumáticos</b>	<b>Cantidad de neumáticos</b>	<b>Costo de los neumáticos</b>	<b>Total, de costo de los neumáticos</b>
Livianos	42	2,9	4	0,00885818	4,00	\$ 65,00	\$ 840,64
Buses	5	2,9	2	0,00052727	6,00	\$ 190,00	\$ 219,40
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	2,9	6	0,00221455	4,00	\$ 65,00	\$ 210,16
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	2,9	4	0,00084364	6,00	\$ 190,00	\$ 351,04
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	2,9	2	0,00031636	6,00	\$ 190,00	\$ 131,64
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	2,9	4	0,00084364	6,00	\$ 190,00	\$ 351,04
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	2,9	2	0,00042182	10,00	\$ 190,00	\$ 292,53
<b>Costo total anual en neumáticos con la implementación de la vía del proyecto</b>							<b>\$ 2.396,44</b>
<b>Sin la implementación de la vía del proyecto</b>							
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes</b>	<b>Cambios de neumáticos</b>	<b>Cantidad de neumáticos</b>	<b>Costo de los neumáticos</b>	<b>Total, de costo de los neumáticos</b>
Livianos	42	4,2	4	0,01282909	4,00	\$ 65,00	\$ 1.217,48
Buses	5	4,2	2	0,00076364	6,00	\$ 190,00	\$ 317,75
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	4,2	6	0,00320727	4,00	\$ 65,00	\$ 304,37

Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	4,2	4	0,00122182	6,00	\$ 190,00	\$ 508,40
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	4,2	2	0,00045818	6,00	\$ 190,00	\$ 190,65
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	4,2	4	0,00122182	6,00	\$ 190,00	\$ 508,40
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	4,2	2	0,00061091	10,00	\$ 190,00	\$ 423,67
<b>Costo total anual en neumáticos sin la implementación de la vía del proyecto</b>							<b>\$ 3.470,71</b>
<b>Ahorro con la implementación de la vía en función de los neumáticos</b>							<b>\$ 1.074,27</b>

*Nota.* Se presenta una comparativa entre costos anuales en la compra de neumáticos. Elaborado por: Los Autores.

**Costo de cambio de aceite:** Para un correcto funcionamiento de nuestro vehículo es recomendable hacer un cambio de aceite cada 5000 km, el cual existe varios tipos de aceites tanto para vehículos livianos y pesados, entre los cuales el más comercial se vende a 21.99 dólares americanos.

**Tabla 115**

*Comparativa de los costos del cambio de aceite*

<b>Con la implementación de la vía del proyecto</b>						
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes</b>	<b>Cambios de aceite</b>	<b>Costo de cambio del aceite</b>	<b>Total, de costo de cambio de aceite</b>
Livianos	42	2,9	4	0,09744	\$ 21,99	\$ 782,09
Buses	5	2,9	2	0,0058	\$ 45,00	\$ 95,27
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	2,9	6	0,02436	\$ 45,00	\$ 400,11
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	2,9	4	0,00928	\$ 45,00	\$ 152,42
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	2,9	2	0,00348	\$ 45,00	\$ 57,16

Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	2,9	4	0,00928	\$ 45,00	\$ 152,42
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	2,9	2	0,00464	\$ 45,00	\$ 76,21
<b>Costo total anual en cambio de aceite con la implementación de la vía del proyecto</b>						<b>\$ 1.715,68</b>
<b>Sin la implementación de la vía del proyecto</b>						
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes</b>	<b>Cambios de aceite</b>	<b>Costo de cambio del aceite</b>	<b>Total, de costo de los neumáticos</b>
Livianos	42	4,2	4	0,14112	\$ 21,99	\$ 1.132,68
Buses	5	4,2	2	0,0084	\$ 45,00	\$ 137,97
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	4,2	6	0,03528	\$ 45,00	\$ 579,47
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	4,2	4	0,01344	\$ 45,00	\$ 220,75
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	4,2	2	0,00504	\$ 45,00	\$ 82,78
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	4,2	4	0,01344	\$ 45,00	\$ 220,75
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	4,2	2	0,00672	\$ 45,00	\$ 110,38
<b>Costo total anual en cambio de aceite sin la implementación de la vía del proyecto</b>						<b>\$ 2.484,78</b>
<b>Ahorro con la implementación de la vía en función del cambio de aceite</b>						<b>\$ 769,10</b>

*Nota.* Se presenta una comparativa de los costos del cambio de aceite. Elaborado por: Los Autores.

**Costos de los amortiguadores:** A medida con el pasar del tiempo, los amortiguadores de los vehículos tienden a desgastarse o a descomponerse, el cual se recomienda cambiar cada 40000 km, cuyo costo comercial está en 80 dólares americanos para vehículos livianos, y para vehículos pesados un costo de 130 dólares americanos.

**Tabla 116***Costo anual del cambio de amortiguadores*

<b>Con la implementación de la vía del proyecto</b>							
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes</b>	<b>Cambios de amortiguadores</b>	<b>Cantidad de amortiguadores</b>	<b>Costo de un cambio de amortiguador</b>	<b>Total, de costo de cambios de amortiguadores</b>
Livianos	42	2,9	4	0,01218	4,00	\$ 80,00	\$ 1.422,62
Buses	5	2,9	2	0,000725	4,00	\$ 130,00	\$ 137,61
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	2,9	6	0,003045	4,00	\$ 130,00	\$ 577,94
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	2,9	4	0,00116	4,00	\$ 130,00	\$ 220,17
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	2,9	2	0,000435	4,00	\$ 130,00	\$ 82,56
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	2,9	4	0,00116	4,00	\$ 130,00	\$ 220,17
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	2,9	2	0,00058	4,00	\$ 130,00	\$ 110,08
<b>Costo total anual en cambio de amortiguadores con la implementación de la vía del proyecto</b>							<b>\$ 2.771,15</b>

Sin la implementación de la vía del proyecto							
VEHÍCULOS	TPDA	km	Cantidad de viajes	Cambios de amortiguadores	Cantidad de amortiguadores	Costo de un cambio de amortiguador	Total, de costo de cambios de amortiguadores
Livianos	42	4,2	4	0,01764	\$ 4,00	\$ 80,00	\$ 2.060,35
Buses	5	4,2	2	0,00105	\$ 4,00	\$ 130,00	\$ 199,29
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	4,2	6	0,00441	\$ 4,00	\$ 130,00	\$ 837,02
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	4,2	4	0,00168	\$ 4,00	\$ 130,00	\$ 318,86
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	4,2	2	0,00063	\$ 4,00	\$ 130,00	\$ 119,57
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	4,2	4	0,00168	\$ 4,00	\$ 130,00	\$ 318,86
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	4,2	2	0,00084	\$ 4,00	\$ 130,00	\$ 159,43
<b>Costo total anual en cambio de amortiguadores sin la implementación de la vía del proyecto</b>							<b>\$ 4.013,39</b>
<b>Ahorro con la implementación de la vía en función de los amortiguadores</b>							<b>\$ 1.242,24</b>

*Nota.* Se presenta una comparativa, la cual nos indica los costos anuales de los cambios de amortiguadores. Elaborado por: Los Autores

**Costo del sistema de frenado:** Para evitar accidentes de tránsito se debe hacer chequeos paulatinamente, mismos que se recomienda el cambio cada 30000 km con un de 140 dólares americanos para vehículos livianos, y 265 dólares americanos para vehículos pesados.

**Tabla 117**

*Costo total anual de cambio de frenos*

<b>Con la implementación de la vía del proyecto</b>							
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes</b>	<b>Cambios de frenos</b>	<b>Sistemas de frenado</b>	<b>Costo de un cambio de frenos</b>	<b>Total, de costo de cambios de frenos</b>
Livianos	42	2,9	4	0,01624	4,00	\$ 140,00	\$ 3.319,46
Buses	5	2,9	2	0,00096667	4,00	\$ 265,00	\$ 374,00
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	2,9	6	0,00406	4,00	\$ 265,00	\$ 1.570,81
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	2,9	4	0,00154667	4,00	\$ 265,00	\$ 598,41
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	2,9	2	0,00058	4,00	\$ 265,00	\$ 224,40
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	2,9	4	0,00154667	4,00	\$ 265,00	\$ 598,41
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	2,9	2	0,00077333	4,00	\$ 265,00	\$ 299,20
<b>Costo total anual en cambio de frenos con la implementación de la vía del proyecto</b>							<b>\$ 6.984,69</b>

<b>Sin la implementación de la vía del proyecto</b>							
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes</b>	<b>Cambios de frenos</b>	<b>Sistemas de frenado</b>	<b>Costo de un cambio de frenos</b>	<b>Total, de costo de cambios de frenos</b>
Livianos	42	4,2	4	0,02352	4,00	\$ 140,00	\$ 4.807,49
Buses	5	4,2	2	0,0014	4,00	\$ 265,00	\$ 541,66
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	4,2	6	0,00588	4,00	\$ 265,00	\$ 2.274,97
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	4,2	4	0,00224	4,00	\$ 265,00	\$ 866,66
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	4,2	2	0,00084	4,00	\$ 265,00	\$ 325,00
Volqueta de dos ejes 8m2 (V2DB)	4	4,2	4	0,00224	4,00	\$ 265,00	\$ 866,66
Volqueta de tres ejes 10-14 m2 (V3A)	4	4,2	2	0,00112	4,00	\$ 265,00	\$ 433,33
<b>Costo total anual en cambio de frenos sin la implementación de la vía del proyecto</b>							<b>\$ 10.115,76</b>
<b>Ahorro con la implementación de la vía en función de los frenos</b>							<b>\$ 3.131,07</b>

*Nota.* Se presenta la comparativa anual en el cambio de frenos. Elaborado por: Los Autores.

**Transporte de productos:** Para el presente análisis se elaborará a base de los comerciantes de la zona del proyecto en función de cuantas veces transportan sus productos o ganado, en el cual el costo de los fletes está a 25 dólares americanos y se estima que con la implementación del proyecto este cueste a 8 dólares americanos.

**Tabla 118***Costos de Transporte*

<b>Con la implementación de la vía del proyecto</b>					
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes semanales</b>	<b>Costo por flete</b>	<b>Total, costos anuales</b>
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	2,9	3	\$ 15,00	\$ 16.380,00
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	2,9	1	\$ 15,00	\$ 3.120,00
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	2,9	1	\$ 15,00	\$ 2.340,00
<b>Costo total de fletes anuales con la implementación del proyecto</b>					<b>\$ 21.840,00</b>
<b>Sin la implementación de la vía del proyecto</b>					
<b>VEHÍCULOS</b>	<b>TPDA</b>	<b>km</b>	<b>Cantidad de viajes semanales</b>	<b>Costo por flete</b>	<b>Total, costos anuales</b>
Camión de dos ejes pequeño (2D)	7	4,2	3	\$ 35,00	\$ 38.220,00
Camión de dos ejes mediano (2DA)	4	4,2	1	\$ 35,00	\$ 7.280,00
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	3	4,2	1	\$ 35,00	\$ 5.460,00
<b>Costo total de fletes anuales sin la implementación del proyecto</b>					<b>\$ 50.960,00</b>
<b>Ahorro en función del costo del flete en relación con el nuevo proyecto</b>					<b>\$ 29.120,00</b>

*Nota.* Se presenta una reducción considerable de los costos de los fletes con la implementación del proyecto. Elaborado por: Los Autores

En la siguiente tabla se detalla todos los beneficios en función de los costos de que tienen los pobladores de la zona.



**Tabla 119***Ahorros anuales de los pobladores de la zona del proyecto*

<b>Valores anuales</b>				
<b>Costos</b>	<b>Con proyecto</b>	<b>Sin proyecto</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Total</b>
<b>Combustible</b>	\$ 4.715,08	\$ 6.828,74	\$ 2.113,66	\$ 10.046,02
<b>Neumáticos</b>	\$ 2.396,44	\$ 3.470,71	\$ 1.074,27	
<b>Cambio de aceite</b>	\$ 1.715,68	\$ 6.828,74	\$ 2.484,78	
<b>Amortiguadores</b>	\$ 2.771,15	\$ 4.013,39	\$ 1.242,24	
<b>Sistema de frenos</b>	\$ 6.984,69	\$ 10.115,76	\$ 3.131,07	
<b>Total</b>	\$ 18.583,05	\$ 31.257,33	\$ 10.046,02	
<b>Transporte (fletes)</b>				
<b>Costos</b>	<b>Con proyecto</b>	<b>Sin proyecto</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Total</b>
<b>Fletes agrícolas o ganaderos</b>	\$ 21.840,00	\$ 50.960,00	\$ 29.120,00	\$ 29.120,00
<b>Costos</b>	\$ 40.423,05	\$ 82.217,33	\$ 39.166,02	<b>\$ 39.166,02</b>

*Nota.* Se presenta todos los beneficios que pueden tener los pobladores de la zona, si se implementa el proyecto realizado. Elaborado por: Los Autores.

Para el correcto análisis se implementa una tabla de los beneficios a 20 años, mismos que estarán en función de los resultados obtenidos.

**Tabla 120***Ahorro a los 20 años*

<b>Tiempo (años)</b>	<b>Ahorro valorado anual</b>	<b>Transporte</b>	<b>Total</b>
2023	\$ 10.046,02	\$ 29.120,00	\$ 39.166,02
2024	\$ 10.046,02	\$ 29.120,00	\$ 39.166,02
2025	\$ 10.046,02	\$ 29.120,00	\$ 39.166,02
2026	\$ 10.046,02	\$ 29.120,00	\$ 39.166,02
2027	\$ 10.046,02	\$ 29.120,00	\$ 39.166,02
2028	\$ 12.021,56	\$ 32.240,00	\$ 44.261,56
2029	\$ 12.021,56	\$ 32.240,00	\$ 44.261,56
2030	\$ 12.021,56	\$ 32.240,00	\$ 44.261,56
2031	\$ 12.021,56	\$ 32.240,00	\$ 44.261,56
2032	\$ 12.021,56	\$ 32.240,00	\$ 44.261,56
2033	\$ 14.163,98	\$ 34.320,00	\$ 48.483,98

2034	\$ 14.163,98	\$ 34.320,00	\$ 48.483,98
2035	\$ 14.163,98	\$ 34.320,00	\$ 48.483,98
2036	\$ 14.163,98	\$ 34.320,00	\$ 48.483,98
2037	\$ 14.163,98	\$ 34.320,00	\$ 48.483,98
2038	\$ 15.767,93	\$ 37.440,00	\$ 53.207,93
2039	\$ 15.767,93	\$ 37.440,00	\$ 53.207,93
2040	\$ 15.767,93	\$ 37.440,00	\$ 53.207,93
2041	\$ 15.767,93	\$ 37.440,00	\$ 53.207,93
2042	\$ 15.767,93	\$ 37.440,00	\$ 53.207,93
2043	\$ 15.411,70	\$ 37.440,00	\$ 52.851,70

*Nota.* Se presenta una tabla proyectada a 20 años en función de los beneficios en ahorros de gastos que tendrán los pobladores de la zona. Elaborado por: Los Autores.

## 12.7. Evaluación Económica – Financiera

Con la ayuda de los datos obtenidos con anterioridad obtendremos un análisis económico en el cual se detallará las ganancias y sus futuros costos producto de la realización del proyecto, en los cuales se realizará con criterios bases como son:

### 12.7.1. Mantenimiento vial

Se define al proceso de trabajos en un tiempo establecido en el cual se implementa cuidados, mantenimientos en la vía, su señalización, cunetas, con un solo propósito de mantener la vía en óptimas condiciones de esta manera aumentando su vida útil.

**Mantenimiento periódico:** Mantenimiento que se le da en un lapso de 1 a 5 años en el cual aumenta se prevé estabilizar su índice de seguridad de la vía.

**Mantenimiento rutinario:** Mantenimiento realizado en un transcurso del año, evitando daños que pueda tener la vía en cuestión.

**Mantenimiento preventivo:** Mantenimiento realizado antes de un proceso ambiental, el cual podría afectar a la estructura de la vía.

**Mantenimiento de emergencia:** A diferencia del mantenimiento preventivo, este se realiza durante las condiciones ambientales desfavorables.

### 12.7.1.1. Costo de mantenimiento vial

Para el costo de mantenimiento vial, en el cual se utilizó adoquines se deberá realizar una limpieza de las cunetas implementadas en el área, de las alcantarillas y si fuera el caso un cambio de la estructura superficial (adoquinado), mismas que tendrá su mantenimiento en un lapso de 20 años, el cual es la vida útil del mismo.

**Tabla 121**

*Presupuesto del mantenimiento vial (adoquinado)*

<b>Presupuesto vial (rutinario)</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (m3)</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total, de veces realizado</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	Limpieza de las alcantarillas (u)	6	15,07	19	\$ 1.717,98
<b>2</b>	Limpieza de cunetas (m3)	432	0,81	19	\$ 6.648,48
<b>Total, de presupuesto</b>					<b>\$ 8.366,46</b>
<b>Presupuesto vial (rutinario anual)</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (m3)</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total, de veces realizado</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	Limpieza de las alcantarillas (u)	6	15,07	1	\$ 90,42
<b>2</b>	Limpieza de cunetas (m3)	432	0,81	1	\$ 349,92
<b>3</b>	Cambio de adoquín (m2)	12000	24	1	\$ 288.000
<b>Total, de presupuesto</b>					<b>\$ 288.440,34</b>

*Nota.* Se presenta un presupuesto periódico por 20 años de su vida útil además de un presupuesto rutinario anual. Elaborado por: Los Autores.

Mediante el análisis de presupuesto de mantenimiento del adoquinado de la vía del proyecto, el costo a lo largo de su vida útil es de \$ 296806.8 dólares americanos.

### 12.7.2. Valor actual neto (VAN)

Análisis del presupuesto, el cual sirve para desarrollar un criterio crítico acerca de que si el proyecto es factible desarrollar a su vez valorar que inversión será la mejor en función de criterios establecidos.

- El VAN debe ser mayor que 0
- Si el VAN es igual a 0, quiere decir que no recibirá de ganancias ni pérdidas
- Si el VAN es menor que 0, el presupuesto del proyecto tendrá pérdidas.

Cuya fórmula para desarrollar el VAN será la siguiente

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

#### Donde:

- VAN= Valor actual neto
- Vt= Beneficios netos
- I<sub>0</sub>= Inversión inicial
- n= Número de periodos a realizar
- k= Tasa de crecimiento (12%)

A continuación, se presenta el cálculo del VAN en función de los ingresos y egresos en la zona del proyecto.

**Tabla 122***Valor Actual Neto*

Tiempo	Ingresos	Egresos	Flujo Neto	FACTOR (1 + k) <sup>N</sup>	Valor Acumulado (VAN)
-	I.o	\$-1.028.370,80	\$-1.028.370,80	1	\$ -1.028.370,80
1	\$ 39.166,02	\$ -8.366,46	\$ 30.799,56	1,12	\$27.499,61
2	\$ 39.166,02	\$ -8.366,46	\$ 30.799,56	1,25	\$52.052,83
3	\$ 39.166,02	\$ -8.366,46	\$ 30.799,56	1,40	\$73.975,35
4	\$ 39.166,02	\$ -8.366,46	\$ 30.799,56	1,57	\$93.549,02
5	\$ 44.261,56	\$ -8.366,46	\$ 35.895,10	1,76	\$113.916,87
6	\$ 44.261,56	\$ -8.366,46	\$ 35.895,10	1,97	\$132.102,44
7	\$ 44.261,56	\$ -8.366,46	\$ 35.895,10	2,21	\$148.339,56
8	\$ 44.261,56	\$ -8.366,46	\$ 35.895,10	2,48	\$162.836,99
9	\$ 44.261,56	\$ -8.366,46	\$ 35.895,10	2,77	\$175.781,12
10	\$ 48.483,98	\$ -8.366,46	\$ 40.117,52	3,11	\$188.697,89
11	\$ 48.483,98	\$ -8.366,46	\$ 40.117,52	3,48	\$200.230,72
12	\$ 48.483,98	\$ -8.366,46	\$ 40.117,52	3,90	\$210.527,89
13	\$ 48.483,98	\$ -8.366,46	\$ 40.117,52	4,36	\$219.721,79
14	\$ 48.483,98	\$ -8.366,46	\$ 40.117,52	4,89	\$227.930,63
15	\$ 53.207,93	\$ -8.366,46	\$ 44.841,47	5,47	\$236.123,00
16	\$ 53.207,93	\$ -8.366,46	\$ 44.841,47	6,13	\$243.437,61
17	\$ 53.207,93	\$ -8.366,46	\$ 44.841,47	6,87	\$249.968,52
18	\$ 53.207,93	\$ -8.366,46	\$ 44.841,47	7,69	\$255.799,68
19	\$ 53.207,93	\$ -8.366,46	\$ 44.841,47	8,61	\$261.006,08
20	\$ 52.851,70	\$ -288.440,34	\$ 341.292,04	9,65	\$296.386,72
				<b>VAN</b>	<b>\$1.324.757,52</b>

*Nota.* Se presenta una tabla de valor neto, la cual representa a la viabilidad del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

Mismo que una vez realizado el cálculo del VAN mediante la su fórmula obtenemos un valor de **\$1.226.694,86** el cual refleja su alto grado de viabilidad mediante los criterios mencionados con anterioridad

### 12.7.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Presenta la tasa interna de la factibilidad de una inversión en este caso del proyecto a realizar, el cual podría generar beneficios o pérdidas, dependiendo el análisis que se le dé al proyecto como su presupuesto. A mayor TIR mayor rentabilidad. A continuación, se presenta una fórmula para su realización. Además, existe criterios los cuales se presentan a continuación:

- El TIR debe ser mayor a la tasa de descuento(k), para que un proyecto sea aceptado
- SI el TIR es igual a la tasa de descuento(k), puede ser aceptado o no
- Si el TIR es menor a la tasa de descuento(k), el proyecto no puede ser aceptado.

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

**Donde:**

- $I_0$ = Inversión inicial
- $C_n$ = Flujo de caja
- $N$ = Numero de periodos
- $n$ = Año de los beneficios de cada periodo
- $r$ = TIR

**Tabla 123**

*Presentación de cálculos obtenidos del VAN y el TIR*

<b>I.O</b>	\$-1.028.370,80
<b>VAN</b>	\$1.324.757,52
<b>TIR</b>	71,18%

*Nota.* Se presenta los cálculos del VAN y el TIR, mediante un análisis económico del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

Mediante los parámetros establecidos se pudo definir que el proyecto es altamente viable aprobando las condiciones del VAN y el TIR.

**12.7.4. Relación Beneficio – Costo (RBC)**

Sirve para la comparación de los costos del proyecto, los cuales fueron desarrollados mediante un análisis de costos de mantenimiento, inversión y operación. Se presenta la formula a continuación:

$$\frac{B}{C} = \frac{VPi}{VPe}$$

**Donde:**

- $VPi$  = Flujos de beneficios netos
- $VPe$  = Flujos de costos netos

Mismos que para que el proyecto sea aceptado debe cumplir las siguientes consideraciones

- Si  $\frac{B}{C}$  es mayor a 0 el proyecto podrá ser aceptado a cabalidad
- Si  $\frac{B}{C}$  es menor a 0 el proyecto no podrá ser aceptado

Se debe realizar con precisión este parámetro ya que es el responsable de analizar la rentabilidad del proyecto

**Tabla 124***Relación de Beneficios - Costos*

Tiempo	Ingresos	Egresos	FACTOR $(1 + k)^N$	Valor actual de ingresos	Valor Actual de Egresos
-	I.o	\$ -	1	-	\$-1.028.370,80
1	\$39.166,02	\$ -8.366,46	1,12	34969,66	\$ -7.470,05
2	\$39.166,02	\$ -8.366,46	1,25	31222,91	\$ -6.669,69
3	\$39.166,02	\$ -8.366,46	1,40	27877,60	\$ -5.955,08
4	\$39.166,02	\$ -8.366,46	1,57	24890,71	\$ -5.317,04
5	\$44.261,56	\$ -8.366,46	1,76	25115,20	\$ -4.747,35
6	\$44.261,56	\$ -8.366,46	1,97	22424,28	\$ -4.238,71
7	\$44.261,56	\$ -8.366,46	2,21	20021,68	\$ -3.784,56
8	\$44.261,56	\$ -8.366,46	2,48	17876,50	\$ -3.379,07
9	\$44.261,56	\$ -8.366,46	2,77	15961,16	\$ -3.017,03
10	\$48.483,98	\$ -8.366,46	3,11	15610,54	\$ -2.693,78
11	\$48.483,98	\$ -8.366,46	3,48	13937,99	\$ -2.405,16
12	\$48.483,98	\$ -8.366,46	3,90	12444,63	\$ -2.147,46
13	\$48.483,98	\$ -8.366,46	4,36	11111,28	\$ -1.917,38
14	\$48.483,98	\$ -8.366,46	4,89	9920,78	\$ -1.711,94
15	\$53.207,93	\$ -8.366,46	5,47	9720,89	\$ -1.528,52
16	\$53.207,93	\$ -8.366,46	6,13	8679,37	\$ -1.364,75
17	\$53.207,93	\$ -8.366,46	6,87	7749,43	\$ -1.218,53
18	\$53.207,93	\$ -8.366,46	7,69	6919,14	\$ -1.087,97
19	\$53.207,93	\$ -8.366,46	8,61	6177,80	\$ -971,40
20	\$52.851,70	\$-288.440,34	9,65	5478,96	\$ -29.901,68
VAN				1324757,52	\$-1.119.897,95
<b>BENEFICIO/COSTO</b>					<b>1.18</b>

*Nota.* Se presenta una relación de beneficios – costos em función de los ingresos y egresos del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

Como se visualiza el proyecto cumple la relación  $\frac{B}{C}$  mayor que 0, el cual cumple con los requisitos necesarios para que el proyecto sea realizado a cabalidad.



## CONCLUSIONES

Mediante el levantamiento topográfico, se determinó que el terreno del área del proyecto es de tipo montañoso, por lo tanto, se considera que es un relieve significativo difícil para la construcción de vías ya que este tipo de terreno tiene mucha inclinación y es de mucha peligrosidad para que los vehículos transiten, con el objetivo de cumplir el diseño se consideró todos los parámetros (alineamiento horizontal, alineamiento vertical, velocidad de diseño, distancia de visibilidad y secciones transversales), de la normativa MOP 2003 para este tipo de terreno.

De acuerdo con el estudio del tráfico, mediante el conteo vehicular manual y la estimación del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) para 20 años, se logró determinar y clasificar el tipo de vía del proyecto, mediante la Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP 2003), en una vía CLASE IV (Camino Vecinal), con un TPDA de 109.

En base a los estudios del suelo, se determinó que el suelo de la subrasante del proyecto tiene un valor de CBR (4,85%), en su mayoría un tipo de suelo OL (limo orgánico arenosa), que significa que es deficiente para la construcción de una carretera. Por consiguiente, se optó por la realización del mejoramiento de la subrasante con un valor del CBR del 10%, que va a ser de gran aporte para la estabilización de las cargas de soporte de la estructura del pavimento articulado, mediante la colocación de estabilizadores como son los geo-sintéticos en el proceso constructivo de la vía.

Mediante la Guía AASHTO 1993, se diseñó el pavimento semiflexible o articulado, considerando para el diseño de este los parámetros del pavimento flexible, dando como resultado la estructura conformada por 8.00 cm de adoquinado, 5.00 cm de cama de arena, 50.00 cm de Sub-Base Clase III y 30.00 cm de Mejoramiento de la Subrasante.

En el análisis de las alternativas para el diseño hidráulico se consideraron el diseño de estructuras hidráulicas que permitan la descarga del agua para el buen funcionamiento de la carretera, en este caso se determinó que el caudal de diseño para ambos casos de los extremos de la vía es similar, por lo tanto, se diseñó cunetas triangulares de 0,40m de altura con un ancho de 1,05 m, que cumplen con los parámetros y criterios admisibles.

En el diseño de las estructuras hidráulicas del drenaje transversal, se diseñaron 6 alcantarillas de 0,60 m de diámetro que permitan la evacuación del agua que se produce por la descarga que llegan a las cunetas por medio del agua lluvia y por las diferentes actividades que procede de la población, con el objetivo de preservar la vida útil de la carretera.

El resultado del análisis económico, indica que el análisis de los parámetros económicos VAN, TIR y beneficio – costo son favorables a lo largo de la proyección de los 20 años, lo que significa que el diseño vial para la rectificación y mejoramiento de la vía “Santa Rosa Alta de Uyumbicho” es viable para su proceso de construcción con pavimento articulado sin el requerimiento de una estructura de pavimento flexible.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda revisar la Normativa de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003, donde se puede considerar algunos parámetros donde el terreno sea de mucha dificultad, el presente proyecto se encuentra en un terreno montañoso con una carretera Clase IV (Camino Vecinal), donde se puede aumentar la gradiente en 3% en longitudes menores a 750 m y se podrá utilizar  $V_o = 20$  km/h y  $R = 15$  m siempre y cuando el terreno se encuentre con un relieve difícil.

Para realizar el modelamiento de la vía, se recomienda utilizar el software “CIVIL 3D”, que permite identificar la topografía y las características del relieve de forma clara y precisa, como también criterios favorables al momento de realizar el proceso de diseño como son el alineamiento horizontal, alineamiento vertical, distancias de visibilidad, secciones transversales y el drenaje.

Se sugiere tener criterio técnico al momento de realizar el diseño de pavimento de los espesores que van a conformar la estructura, ya que un diseño óptimo y viable van a permitir diseñar y dimensionar correctamente las capas que conformen dicha estructura, para que el pavimento seleccionado (flexible, rígido o articulado) sea el más adecuado.

Se recomienda efectuar mantenimientos rutinarios y periódicos, como son la limpieza de cunetas y alcantarillas, además de la conservación de las señalizaciones, en la implementación de la carretera, para que la estructura no sufra ningún tipo de daño en toda la vida útil del proyecto, con el fin de asegurar el funcionamiento permanente de la vía.

Se recomienda, tener una previa socialización con los pobladores del sector, para que se encuentren informados sobre el cronograma y actividades que se van a realizar al momento de ejecutar el proyecto, para que no exista ningún tipo de afectación en los predios colindantes del área del proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of State and Transportation Highway Officials (1997). Guía AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimentos. (IDPP; 1° ed.). Instituto para el desarrollo de los pavimentos del Perú. (Original work published 1993).
- Bravo, A. Guevara, C. (2022). *Propuesta de mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, Cantón Quito, provincia de Pichincha*. [Tesis de pregrado, Ingeniero Civil, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22889>
- Cepeda, C. (2019). *Diseño vial a nivel de subrasante para la construcción de la vía de longitud de 6.0 km, que va desde la av. Chone hasta la av. Quevedo ubicada en el cantón Santo domingo de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional UPS. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2454?mode=full>
- Gavilanes, R. (2013). *Diseñar una propuesta de señalización vial horizontal y vertical para el centro de la ciudad de Latacunga*. [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio institucional USFQ. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2454?mode=full>
- Gordillo, I. (2021). *Diseño de pavimentos para vías de bajo volumen de tráfico*. [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio digital USFQ. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/10915>
- Guamaní, M. (2022). *Diseño preliminar para la apertura del tramo de vía rural desde la abscisa 0+000 A1+000 en la “Comunidad de Cielo Verde”, ubicada en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23072>

- Herrera, R. Moreno, S. (2013). *Estudio y diseño vial de la Av. 15 de noviembre (Etapa III de 1.71 Km de Longitud), Cantón Tena, Provincia de Napo*. [ Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1736>
- Herrera, V. Farinango, D. (2014). *Análisis comparativo de costo entre el pavimento rígido y flexible*. [ Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2559>
- Herrera, V. Torres, A. (2015). *Levantamiento topográfico y replanteo vial del Barrio cristalina de Huarca de la Parroquia La Ecuatoriana*. [ Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5732>
- INAMHI (2019). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Estudio de Intensidades V. [https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO\\_DE\\_INTENSIDADES\\_V\\_FINAL.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf)
- León, T. Guashpa, F. Salazar, C. (2018). *Diseño de adoquinado de las calles Roldos Aguilera, Guabos, Atahualpa, Luis Cordero, Pedro Bruning y Elías Sinalin de la Parroquia de Nayón*. [ Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8908>
- Lozada, J. (2018). *Diseño vial y comparación técnico-económica entre pavimento flexible (asfáltico) y pavimento semiflexible (adoquinado) para la urbanización los pinos ubicada en la parroquia Cutuglahua cantón Mejía provincia Pichincha*. [ Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15224/1/UPS%20-%20ST003425.pdf>

Mariño, M. (2021). *Manual de prácticas de topografía básica y aplicada de la Universidad Politécnica Salesiana*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19883>

Maygua, C. Nagua, E. (2022). *Diseño Vial de la carretera Intercomunidades Alta de 7 km de longitud, perteneciente a la Parroquia Tupigachi, en el Cantón Pedro Moncayo en la Provincia de Pichincha*. [Tesis de pregrado, Ingeniero Civil, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17315>

Ministerio de Obras públicas. (2003). Norma de diseño Geométrico de carreteras. [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera\\_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf)

MOP – 001- F 2002. (2002). Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR\\_Chimborazo\\_Cumanda\\_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf)

Morales, P. (2020). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en la comunidad de Calpaquí perteneciente a la provincia de Imbabura*. [ Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio institucional USFQ. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9219>

NTE INEN 00-2:2011. (2011). Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015\\_reglamento\\_tecnico\\_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n\\_horizontal.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf)

Pontón, C. Angamarca, A. (2013). *Determinación del CBR de Laboratorio y natural en suelos finos y su correlación con el DCP para la determinación de la capacidad portante de la sub-rasante, en el diseño de pavimentos flexibles de la Ciudad de Quito*. [ Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/969>

Procedimientos Gerenciales de Construcción (1997). *Movimiento de Tierras (3° ed.)*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. [https://oa.upm.es/67524/1/movimiento\\_tierras.pdf](https://oa.upm.es/67524/1/movimiento_tierras.pdf)

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual):** Promedio diario anual del flujo vehicular, mediante el conteo vehicular para la clasificación de carretera según su función.

**Suelo Inalterado:** Muestra del suelo que no ha sufrido ninguna alteración o cambio en un espacio natural.

**CBR:** Es un parámetro que indica la estabilidad del suelo o las capas que conforman la subrasante, para reconocer si es deficiente o favorable la construcción de una carretera.

**Pavimento Rígido:** Losa de concreto simple o armada que se encuentra apoyada sobre una base o sub- base, de alta rigidez para poder absorber todos los esfuerzos provocados por la fatiga del tránsito vehicular.

**Pavimento Flexible:** Estructura de una vía formada por varias capas asfálticas las cuáles son: la capa de rodadura, base, sub - base, sub – rasante, cuyos recubrimientos se deforman debido a las cargas aplicadas sobre ella.

**Pavimento Articulado:** Estructura de una vía formada por capas estructuras las cuales son: adoquinado, cama de arena, sub-base y subrasante, cuyo objetivo es la estabilidad de las cargas de que se producen en la carretera.

**Capa de Rodadura:** Capa superior del pavimento, el cual soporta todas las cargas generadas por el tráfico.

**Software “CIVIL 3D”:** Programa de la casa AUTODESK, que es de utilidad para el diseño y planificación de obras civiles, además de la producción de documentos y planos.



## ANEXOS

### Anexo 1: Puntos del Levantamiento Topográfico

 <b>LIBRETA DE CAMPO</b>				
<b>DISEÑO VIAL PARA LA RECTIFICACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VÍA ARTERIAL SECUNDARIA, UBICADA ENTRE EL KM 0+800 Y KM 2+000, DE “SANTA ROSA ALTA DE UYUMBICHO”, EN LA PARROQUIA DE TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA</b>				
<b>FECHA:</b>	14/04/2023 -18/04/2023			
<b>UBICACIÓN:</b>	Barrio Santa Rosa Alta de Uyumbicho - Parroquia Tambillo - Cantón Mejía - Provincia Pichincha			
<b>RESPONSABLES:</b>	Adrian Andrade y Roger Jumbo			
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>				
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	773118,6830	9956333,5210	2975,6880	GPS
2	773102,4870	9956357,7780	2980,6810	vía
3	773104,5380	9956361,4980	2980,5810	vía
4	773105,4800	9956363,2910	2980,1980	lindero
5	773102,9390	9956356,1670	2980,5230	lindero
6	773098,5580	9956356,4560	2980,9280	poste
7	773094,5860	9956360,5070	2981,2000	lindero
8	773124,6910	9956346,1500	2978,8770	lindero
9	773125,4410	9956347,9490	2978,7940	vía
10	773126,3970	9956350,6820	2978,8460	eje
11	773127,0770	9956353,3180	2978,7330	vía
12	773127,1700	9956354,4400	2978,9540	lindero
13	773147,7240	9956340,2300	2977,3720	lindero
14	773147,4860	9956341,0610	2977,3790	poste
15	773147,7820	9956342,3870	2977,1720	vía
16	773148,4220	9956344,3260	2977,2730	eje
17	773148,9380	9956345,9000	2977,2800	vía
18	773149,3620	9956347,9520	2977,3590	lindero
19	773166,4910	9956335,2110	2976,3710	lindero
20	773167,0760	9956337,0620	2975,9230	vía
21	773167,6340	9956338,9770	2976,0300	eje
22	773168,0230	9956341,4630	2976,1110	vía
23	773168,3540	9956343,0090	2976,0660	lindero
24	773173,0170	9956337,8020	2975,6810	pozo
25	773172,9980	9956337,8040	2975,7430	pozo
26	773191,0510	9956326,1590	2974,6750	lindero

27	773191,0500	9956326,1610	2974,6700	lindero
28	773191,2250	9956327,4090	2974,5570	poste
29	773191,1540	9956327,5240	2974,5170	poste
30	773192,0130	9956329,5440	2974,2610	vía
31	773192,7650	9956331,8930	2974,3970	eje
32	773193,3990	9956334,2510	2974,3800	vía
33	773194,9590	9956337,6640	2974,3040	lindero
34	773217,5040	9956320,0250	2972,5140	eje
35	773218,4810	9956321,8100	2972,4260	vía
36	773219,9400	9956325,0500	2972,1700	lindero
37	773216,6530	9956313,5090	2972,2560	lindero
38	773218,5380	9956317,4860	2972,3760	vía
39	773238,9590	9956308,3270	2970,6550	vía
40	773238,0470	9956305,2560	2970,8950	poste
41	773237,1400	9956304,0480	2970,9230	lindero
42	773239,1650	9956310,6540	2970,6320	eje
43	773240,1930	9956312,3250	2970,4990	vía
44	773241,2620	9956316,5610	2970,2920	lindero
45	773260,5120	9956301,8790	2968,8580	vía
46	773259,1530	9956297,8040	2968,9560	lindero
47	773260,8990	9956304,6570	2968,8010	eje
48	773260,9000	9956306,3260	2968,7660	vía
49	773262,2350	9956310,8980	2968,7010	it
50	773286,6280	9956304,7680	2966,3490	it
51	773286,0470	9956301,0990	2966,3470	vía
52	773285,6180	9956299,0620	2966,4970	eje
53	773285,0810	9956296,7020	2966,5270	vía
54	773285,9260	9956292,1930	2966,4290	pm
55	773285,1070	9956291,9930	2966,4920	lindero
56	773302,2410	9956293,8860	2964,9170	vía
57	773301,6100	9956289,0890	2964,9560	poste
58	773302,3710	9956288,1890	2964,6700	lindero
59	773303,3810	9956295,8210	2964,8020	eje
60	773303,6930	9956298,3700	2964,8640	vía
61	773306,6770	9956302,8680	2964,7070	it
62	773317,8760	9956290,0090	2963,3160	vía
63	773321,8410	9956288,1590	2962,8280	vía
64	773325,6170	9956284,2150	2961,9310	vía
65	773324,8430	9956282,3410	2961,6180	lindero
66	773320,0200	9956295,2870	2963,5460	vía
67	773319,8840	9956304,2130	2964,7250	it
68	773334,1220	9956294,8610	2962,5160	descarga
69	773337,8180	9956291,5510	2962,3510	lindero

<b>70</b>	773340,2710	9956287,0930	2962,1110	lindero
<b>71</b>	773342,5840	9956282,1790	2962,0330	lindero
<b>72</b>	773341,8780	9956279,2410	2961,8100	vía
<b>73</b>	773342,4130	9956277,5440	2961,5320	lindero
<b>74</b>	773333,8230	9956282,9500	2961,8940	vía
<b>75</b>	773329,5890	9956289,3560	2962,6550	vía
<b>76</b>	773326,5460	9956287,4720	2962,4970	eje
<b>77</b>	773329,0600	9956285,4920	2962,2290	eje
<b>78</b>	773331,0220	9956278,7520	2961,1570	eje
<b>79</b>	773330,4700	9956273,7460	2960,4740	eje
<b>80</b>	773333,7960	9956272,6910	2960,7210	vía
<b>81</b>	773341,0180	9956270,0410	2961,1680	lindero
<b>82</b>	773327,4780	9956276,8010	2960,5080	vía
<b>83</b>	773326,0340	9956270,8500	2959,5450	vía
<b>84</b>	773322,0760	9956273,1550	2959,7230	it
<b>85</b>	773331,5810	9956266,4930	2960,0710	vía
<b>86</b>	773328,4060	9956267,9260	2959,6620	eje
<b>87</b>	773336,8870	9956261,7170	2960,5170	lindero
<b>88</b>	773329,1050	9956253,6390	2959,7090	lindero
<b>89</b>	773325,2450	9956260,0570	2959,3030	vía
<b>90</b>	773321,8330	9956264,4050	2958,6770	vía
<b>91</b>	773323,3890	9956262,5780	2958,9980	eje
<b>92</b>	773318,3720	9956267,7680	2958,9100	it
<b>93</b>	773300,5530	9956260,4810	2958,9360	lindero
<b>94</b>	773302,1860	9956255,9730	2957,9540	vía
<b>95</b>	773300,0860	9956256,8400	2958,1080	poste
<b>96</b>	773303,3350	9956251,6190	2958,3600	vía
<b>97</b>	773303,2060	9956253,0360	2958,2770	eje
<b>98</b>	773304,0220	9956245,9780	2958,4340	lindero
<b>99</b>	773275,7780	9956254,4920	2957,8570	lindero
<b>100</b>	773276,1730	9956251,5990	2957,0840	vía
<b>101</b>	773276,5520	9956247,2660	2957,2200	vía
<b>102</b>	773276,2340	9956249,2960	2957,1960	eje
<b>103</b>	773276,9770	9956242,6230	2957,1970	lindero
<b>104</b>	773256,7490	9956251,9620	2956,0940	poste
<b>105</b>	773257,2250	9956252,0470	2955,9760	it
<b>106</b>	773256,6770	9956248,9750	2956,1080	vía
<b>107</b>	773257,0140	9956244,5670	2956,2850	vía
<b>108</b>	773256,7950	9956246,8040	2956,2700	eje
<b>109</b>	773258,2450	9956240,4650	2956,0320	lindero
<b>110</b>	773227,4700	9956249,3840	2954,2010	it
<b>111</b>	773227,7620	9956245,4020	2954,6570	vía
<b>112</b>	773228,0830	9956241,6600	2954,8200	vía

<b>113</b>	773228,0970	9956243,4400	2954,8210	eje
<b>114</b>	773228,5930	9956236,7840	2954,5870	lindero
<b>115</b>	773210,4860	9956234,2810	2953,8200	lindero
<b>116</b>	773209,6790	9956240,0770	2953,9470	vía
<b>117</b>	773209,3770	9956243,6420	2953,7620	vía
<b>118</b>	773209,8040	9956241,7320	2953,9360	eje
<b>119</b>	773209,1390	9956247,1720	2953,9210	poste
<b>120</b>	773208,3850	9956247,7130	2954,1920	it
<b>121</b>	773175,4470	9956242,4120	2952,2140	it
<b>122</b>	773175,7050	9956240,3760	2952,3310	vía
<b>123</b>	773176,3020	9956236,5610	2952,4450	vía
<b>124</b>	773175,9230	9956238,2160	2952,4420	eje
<b>125</b>	773177,9080	9956229,7130	2952,3460	lindero
<b>126</b>	773160,7380	9956228,4500	2951,3150	lindero
<b>127</b>	773159,7560	9956234,7770	2951,8290	vía
<b>128</b>	773159,4350	9956238,3560	2951,7520	vía
<b>129</b>	773159,8130	9956236,6480	2951,8770	eje
<b>130</b>	773159,3990	9956240,3820	2951,6400	it
<b>131</b>	773160,2270	9956241,5290	2952,9680	poste
<b>132</b>	773133,1170	9956236,3240	2950,7040	it
<b>133</b>	773133,1020	9956236,0320	2950,6850	vía
<b>134</b>	773133,1640	9956238,0770	2952,6000	lindero
<b>135</b>	773132,2560	9956233,7970	2950,7230	eje
<b>136</b>	773131,8890	9956231,7420	2950,7470	vía
<b>137</b>	773132,3010	9956224,4760	2949,9760	lindero
<b>138</b>	773110,8470	9956231,2120	2949,8730	eje
<b>139</b>	773110,2630	9956236,2740	2951,0300	poste
<b>140</b>	773110,9110	9956237,7990	2952,2530	lindero
<b>141</b>	773112,1600	9956229,5730	2949,8520	vía
<b>142</b>	773112,6330	9956222,5760	2949,6040	lindero
<b>143</b>	773073,0930	9956216,9180	2946,8790	lindero
<b>144</b>	773074,2440	9956223,8950	2947,5640	vía
<b>145</b>	773073,3880	9956229,9150	2947,6420	vía
<b>146</b>	773073,9640	9956226,9400	2947,7610	eje
<b>147</b>	773073,2660	9956232,0000	2948,4590	poste
<b>148</b>	773072,4410	9956234,0840	2949,4660	lindero
<b>149</b>	773052,2990	9956228,8680	2946,2760	vía
<b>150</b>	773051,3050	9956222,9430	2946,2060	vía
<b>151</b>	773051,8400	9956226,5770	2946,3690	eje
<b>152</b>	773037,3720	9956229,4070	2945,5290	eje
<b>153</b>	773036,9490	9956227,5300	2945,5090	vía
<b>154</b>	773036,3810	9956222,9150	2945,7110	tensor
<b>155</b>	773036,4700	9956220,0300	2945,5080	lindero

<b>156</b>	773038,7120	9956236,3490	2947,3170	lindero
<b>157</b>	773038,3940	9956234,6550	2946,2860	poste
<b>158</b>	773037,1860	9956231,2710	2945,4200	vía
<b>159</b>	773005,1600	9956242,4220	2943,2810	vía
<b>160</b>	773003,9890	9956238,7950	2943,3230	vía
<b>161</b>	773004,5580	9956240,7990	2943,3640	eje
<b>162</b>	773005,6730	9956247,5630	2945,5910	it
<b>163</b>	772998,3220	9956234,8340	2942,7180	lindero
<b>164</b>	772979,0640	9956246,0300	2941,5960	eje
<b>165</b>	772979,0360	9956244,4150	2941,5240	vía
<b>166</b>	772979,6500	9956248,2770	2941,4920	vía
<b>167</b>	772979,7800	9956249,4870	2942,1770	poste
<b>168</b>	772986,3880	9956251,2180	2943,3810	it
<b>169</b>	772979,9780	9956238,6720	2941,3710	lindero
<b>170</b>	772959,4910	9956248,9110	2939,9960	eje
<b>171</b>	772960,3390	9956251,2720	2939,8940	vía
<b>172</b>	772959,9820	9956254,8790	2941,7240	it
<b>173</b>	772958,7620	9956247,0700	2939,9830	vía
<b>174</b>	772953,5810	9956240,7460	2939,6330	lindero
<b>175</b>	772933,8960	9956255,7570	2937,9740	eje
<b>176</b>	772934,9410	9956258,0910	2937,9310	vía
<b>177</b>	772935,0490	9956259,4700	2938,7680	poste
<b>178</b>	772936,5860	9956259,8830	2939,0380	it
<b>179</b>	772933,1480	9956253,5560	2937,9080	vía
<b>180</b>	772929,9830	9956243,1540	2938,1470	lindero
<b>181</b>	772919,9290	9956260,9120	2937,2820	vía
<b>182</b>	772920,9660	9956265,2940	2939,1350	lindero
<b>183</b>	772919,6130	9956258,5540	2937,1730	eje
<b>184</b>	772919,4310	9956256,2270	2937,0220	vía
<b>185</b>	772918,7320	9956244,0110	2937,3390	lindero
<b>186</b>	772909,5040	9956244,7130	2937,3830	lindero
<b>187</b>	772909,7330	9956254,6740	2936,6220	vía
<b>188</b>	772905,8620	9956253,1600	2936,5070	vía
<b>189</b>	772902,6870	9956250,2830	2936,4250	vía
<b>190</b>	772900,5090	9956246,1350	2936,1090	vía
<b>191</b>	772899,5490	9956243,5250	2935,8660	cuneta
<b>192</b>	772898,8740	9956236,7360	2935,4990	vía
<b>193</b>	772901,4110	9956230,1080	2934,8950	vía
<b>194</b>	772898,8070	9956229,2440	2935,1320	eje
<b>195</b>	772896,7760	9956234,3630	2935,4880	eje
<b>196</b>	772899,1100	9956224,6960	2934,8700	vía
<b>197</b>	772891,9560	9956211,6420	2940,5020	cerramiento
<b>198</b>	772884,7710	9956230,1560	2940,9890	cerramiento

<b>199</b>	772888,1250	9956231,2500	2939,3400	construcción
<b>200</b>	772886,0730	9956238,4950	2940,7210	construcción
<b>201</b>	772883,7170	9956247,3960	2939,3580	construcción
<b>202</b>	772882,5880	9956253,4170	2938,8150	construcción
<b>203</b>	772881,4660	9956252,1550	2939,4700	adoquín
<b>204</b>	772881,9830	9956247,0880	2939,4110	adoquín
<b>205</b>	772883,1340	9956263,5810	2939,0100	construcción
<b>206</b>	772883,3570	9956255,0640	2938,8170	protección
<b>207</b>	772886,4580	9956258,6460	2938,5790	protección
<b>208</b>	772887,2010	9956255,6030	2938,7420	eje poli
<b>209</b>	772888,2280	9956254,9770	2937,7820	cuneta
<b>210</b>	772888,7880	9956255,1050	2938,0350	vía
<b>211</b>	772887,4560	9956266,1230	2938,8940	vía
<b>212</b>	772891,4680	9956266,4500	2938,8910	vía
<b>213</b>	772893,1660	9956258,9170	2937,8110	vía
<b>214</b>	772897,5340	9956255,5250	2936,7380	vía
<b>215</b>	772896,2600	9956250,4750	2936,6830	vía
<b>216</b>	772894,4790	9956244,1820	2936,2380	vía
<b>217</b>	772893,8870	9956237,0910	2935,8360	vía
<b>218</b>	772895,2900	9956231,4580	2935,4160	vía
<b>219</b>	772900,1080	9956226,9930	2934,9350	eje
<b>220</b>	772897,4250	9956232,6030	2935,3120	eje
<b>221</b>	772896,2000	9956238,7320	2935,8390	eje
<b>222</b>	772897,3720	9956245,8850	2936,2320	eje
<b>223</b>	772899,9090	9956251,3330	2936,4230	eje
<b>224</b>	772905,0060	9956255,8070	2936,6290	eje
<b>225</b>	772911,4400	9956258,5150	2936,8630	eje
<b>226</b>	772897,6560	9956257,6410	2937,1730	poste
<b>227</b>	772895,9670	9956258,7040	2938,2870	lindero
<b>228</b>	772894,0940	9956264,4880	2939,4110	lindero
<b>229</b>	772894,4520	9956252,3150	2936,9320	adoquín
<b>230</b>	772894,6060	9956248,7150	2936,7750	adoquín
<b>231</b>	772892,5790	9956247,4020	2936,5180	tanque
<b>232</b>	772892,4640	9956240,8270	2936,6380	tanque
<b>233</b>	772889,2850	9956240,4070	2938,6530	tanque
<b>234</b>	772889,3390	9956247,4650	2937,8540	tanque
<b>235</b>	772903,0110	9956231,9470	2935,1620	protección
<b>236</b>	772906,0480	9956230,9460	2934,9520	marcapk9
<b>237</b>	772907,3920	9956229,3500	2935,0890	eje poli
<b>238</b>	772905,4080	9956224,4100	2934,2880	vía
<b>239</b>	772902,6650	9956220,7150	2934,5420	vía
<b>240</b>	772904,5340	9956222,3380	2934,2920	eje
<b>241</b>	772901,6830	9956213,0280	2934,1070	poste

<b>242</b>	772906,9370	9956217,4820	2934,0190	vía
<b>243</b>	772908,3170	9956219,0730	2933,9220	eje
<b>244</b>	772909,6640	9956220,9070	2933,8710	vía
<b>245</b>	772917,3040	9956216,2030	2933,0440	vía
<b>246</b>	772916,4300	9956214,1580	2933,0880	eje
<b>247</b>	772915,8230	9956212,2780	2933,0270	vía
<b>248</b>	772915,5960	9956208,5350	2933,2940	terreno
<b>249</b>	772917,9060	9956217,8090	2933,1740	protección
<b>250</b>	772920,3560	9956222,5160	2933,2080	protección
<b>251</b>	772930,2630	9956213,2420	2931,7610	vía
<b>252</b>	772930,2310	9956210,8820	2931,8010	vía
<b>253</b>	772930,1130	9956208,6920	2931,7450	vía
<b>254</b>	772948,4790	9956206,1120	2930,6100	terreno
<b>255</b>	772948,6190	9956209,1410	2930,1040	vía
<b>256</b>	772948,6250	9956211,0760	2930,2770	vía
<b>257</b>	772948,6160	9956212,8250	2930,3580	vía
<b>258</b>	772948,6320	9956213,5810	2930,6550	protección
<b>259</b>	772948,5910	9956219,2870	2930,8590	protección
<b>260</b>	772955,4280	9956220,6540	2930,4490	poste
<b>261</b>	772961,1160	9956213,3830	2929,4670	vía
<b>262</b>	772960,9220	9956210,5660	2929,3290	vía
<b>263</b>	772960,6730	9956208,1350	2929,1660	vía
<b>264</b>	772960,4940	9956204,6150	2929,6180	poste
<b>265</b>	772971,7800	9956203,8920	2928,1220	vía
<b>266</b>	772970,4180	9956201,7670	2928,3080	lindero
<b>267</b>	772972,6930	9956205,6130	2928,2860	vía
<b>268</b>	772973,6020	9956206,9930	2928,4660	vía
<b>269</b>	772973,7160	9956207,3560	2928,5580	protección
<b>270</b>	772976,4720	9956213,0310	2929,0110	protección
<b>271</b>	772976,3150	9956208,3900	2928,7670	eje poli
<b>272</b>	772991,1340	9956188,7370	2926,7710	poste
<b>273</b>	772992,6090	9956191,0960	2926,6700	vía
<b>274</b>	772993,5870	9956192,5700	2926,7860	vía
<b>275</b>	772995,1750	9956193,6630	2926,7140	vía
<b>276</b>	772995,9410	9956194,2260	2926,7510	protección
<b>277</b>	772999,7560	9956199,0390	2927,0340	poste
<b>278</b>	773014,7370	9956179,1620	2924,9990	protección
<b>279</b>	773014,5380	9956178,7810	2924,9450	vía
<b>280</b>	773012,5590	9956176,1510	2924,7510	vía
<b>281</b>	773038,8820	9956159,8340	2922,6630	protección
<b>282</b>	773043,3330	9956163,3090	2923,0490	poste
<b>283</b>	773038,9680	9956158,9040	2922,5640	vía
<b>284</b>	773037,4400	9956157,8140	2922,6740	vía

<b>285</b>	773036,0650	9956156,4660	2922,7190	vía
<b>286</b>	773038,9130	9956151,3980	2923,2200	poste
<b>287</b>	773053,9820	9956138,1980	2921,1570	lindero
<b>288</b>	773055,2150	9956141,0130	2921,0330	vía
<b>289</b>	773056,1780	9956142,9190	2921,1300	vía
<b>290</b>	773057,1840	9956144,4240	2921,0690	vía
<b>291</b>	773066,1060	9956141,1070	2920,4820	protección
<b>292</b>	773067,2540	9956146,1710	2921,0110	poste
<b>293</b>	773065,5420	9956140,1190	2920,4480	vía
<b>294</b>	773064,9060	9956138,4960	2920,4870	vía
<b>295</b>	773064,1030	9956136,3070	2920,2720	vía
<b>296</b>	773063,6870	9956134,9290	2920,4200	lindero
<b>297</b>	773093,0660	9956134,2010	2918,8850	eje poli
<b>298</b>	773099,7520	9956134,4660	2918,4490	poste
<b>299</b>	773098,3820	9956130,5030	2918,1190	protección
<b>300</b>	773098,0590	9956129,5090	2918,0050	vía
<b>301</b>	773097,4490	9956128,3450	2917,9380	vía
<b>302</b>	773096,8140	9956126,4550	2917,9140	vía
<b>303</b>	773096,1960	9956124,1970	2917,9950	lindero
<b>304</b>	773117,4500	9956118,7250	2916,3110	vía
<b>305</b>	773118,1130	9956120,4100	2916,4720	vía
<b>306</b>	773118,8260	9956122,1760	2916,4920	vía
<b>307</b>	773127,9950	9956117,8920	2915,8020	protección
<b>308</b>	773129,9840	9956122,4370	2916,2810	poste
<b>309</b>	773127,6900	9956117,5510	2915,7860	vía
<b>310</b>	773126,7720	9956116,3590	2915,7090	vía
<b>311</b>	773125,5430	9956114,8160	2915,5950	vía
<b>312</b>	773124,9010	9956113,4790	2915,6710	lindero
<b>313</b>	773140,7660	9956107,7460	2914,5020	vía
<b>314</b>	773139,6810	9956106,1130	2914,3820	vía
<b>315</b>	773139,0760	9956104,8950	2914,2920	lindero
<b>316</b>	773141,6670	9956108,8340	2914,4820	vía
<b>317</b>	773165,3070	9956092,3220	2912,3420	protección
<b>318</b>	773167,1830	9956093,7490	2912,9470	eje poli
<b>319</b>	773169,1600	9956095,5700	2912,6500	poste
<b>320</b>	773164,8680	9956091,6520	2912,2540	vía
<b>321</b>	773163,8930	9956090,3640	2912,2820	vía
<b>322</b>	773162,7880	9956089,1180	2912,2450	vía
<b>323</b>	773161,3530	9956088,1450	2912,1840	lindero
<b>324</b>	773171,7910	9956080,2610	2911,1460	tanque
<b>325</b>	773173,3790	9956081,6170	2911,2130	vía
<b>326</b>	773174,7580	9956082,8920	2911,1440	vía
<b>327</b>	773171,0930	9956078,4000	2911,1300	tanque



<b>328</b>	773172,8510	9956076,4670	2911,1180	tanque
<b>329</b>	773175,0070	9956076,6800	2910,8000	tanque
<b>330</b>	773189,8110	9956061,8080	2908,9080	vía
<b>331</b>	773188,3520	9956060,8920	2909,0400	vía
<b>332</b>	773187,0870	9956059,9670	2908,8930	vía
<b>333</b>	773185,5330	9956058,8610	2908,8140	lindero
<b>334</b>	773191,0250	9956062,0990	2908,9850	protección
<b>335</b>	773194,4420	9956065,1890	2910,0700	poste
<b>336</b>	773222,8530	9956017,7540	2905,2900	poste
<b>337</b>	773219,7920	9956015,6610	2904,8160	protección
<b>338</b>	773219,2720	9956015,3710	2904,6010	vía
<b>339</b>	773217,9530	9956014,5650	2904,6040	vía
<b>340</b>	773216,5450	9956013,7620	2904,5060	vía
<b>341</b>	773215,3500	9956013,1220	2904,5590	lindero
<b>342</b>	773226,8270	9955996,4020	2903,1130	lindero
<b>343</b>	773227,5420	9955996,7720	2903,0330	vía
<b>344</b>	773228,7150	9955997,6770	2903,2190	vía
<b>345</b>	773230,3260	9955998,3590	2903,1560	vía
<b>346</b>	773231,6700	9955999,0070	2903,9210	eje poli
<b>347</b>	773231,3880	9955996,6180	2903,0460	válvula
<b>348</b>	773234,4140	9955998,6880	2903,4840	válvula
<b>349</b>	773241,3070	9955980,8800	2901,7080	válvula
<b>350</b>	773245,0030	9955983,6830	2902,3790	válvula
<b>351</b>	773246,7310	9955980,7770	2902,4140	poste
<b>352</b>	773243,0410	9955977,5340	2901,4540	vía
<b>353</b>	773241,3560	9955976,3950	2901,3480	vía
<b>354</b>	773239,0640	9955974,8490	2901,1740	vía
<b>355</b>	773237,5190	9955972,9140	2901,1160	lindero
<b>356</b>	773237,8660	9955986,2780	2902,1980	válvula
<b>357</b>	773237,4570	9955986,1290	2902,1200	vía
<b>358</b>	773236,0470	9955985,2900	2902,1020	vía
<b>359</b>	773234,5030	9955984,4870	2902,0480	vía
<b>360</b>	773233,6500	9955984,7730	2901,9270	pasaje
<b>361</b>	773230,2830	9955981,6750	2901,6780	pasaje
<b>362</b>	773225,4810	9955986,9810	2901,0290	pasaje
<b>363</b>	773229,7760	9955989,6120	2901,2690	pasaje
<b>364</b>	773243,4050	9955965,8790	2900,8100	poste
<b>365</b>	773244,4760	9955966,9230	2900,5520	vía
<b>366</b>	773246,3700	9955968,1000	2900,6510	vía
<b>367</b>	773248,1480	9955969,1690	2900,5570	vía
<b>368</b>	773250,0300	9955955,3040	2899,9280	protección
<b>369</b>	773252,4840	9955952,4070	2899,4480	eje poli
<b>370</b>	773256,0680	9955950,5370	2899,4470	protección

<b>371</b>	773255,9660	9955949,2050	2899,3220	lindero
<b>372</b>	773256,4560	9955951,3560	2899,3660	vía
<b>373</b>	773257,7290	9955952,8030	2899,3240	vía
<b>374</b>	773259,5070	9955954,8410	2899,0080	vía
<b>375</b>	773262,4580	9955958,4370	2899,5100	it
<b>376</b>	773264,1430	9955944,6970	2898,9410	poste
<b>377</b>	773263,0200	9955942,8790	2898,6680	lindero
<b>378</b>	773264,7410	9955945,7210	2898,7740	vía
<b>379</b>	773265,4610	9955947,1830	2898,7520	vía
<b>380</b>	773266,7360	9955949,2130	2898,5080	vía
<b>381</b>	773267,6780	9955954,0240	2898,5290	it
<b>382</b>	773273,0680	9955951,6210	2898,5980	ingreso
<b>383</b>	773272,0470	9955948,0590	2898,4690	ingreso
<b>384</b>	773278,9230	9955949,0360	2898,8610	ingreso
<b>385</b>	773278,4730	9955952,2550	2898,8410	ingreso
<b>386</b>	773277,7370	9955940,2300	2897,6940	vía
<b>387</b>	773277,9430	9955941,8300	2897,6740	vía
<b>388</b>	773278,8040	9955944,3720	2897,5190	vía
<b>389</b>	773277,3340	9955937,9150	2897,9350	lindero
<b>390</b>	773303,8700	9955931,3960	2895,5810	poste
<b>391</b>	773303,7240	9955929,9380	2895,2640	lindero
<b>392</b>	773304,0140	9955932,5060	2895,4560	vía
<b>393</b>	773304,7680	9955934,2490	2895,5540	vía
<b>394</b>	773305,5430	9955936,2710	2895,4940	vía
<b>395</b>	773307,1740	9955943,1050	2895,3500	it
<b>396</b>	773317,3890	9955927,9880	2894,2580	bordillo
<b>397</b>	773344,4690	9955920,1800	2891,9810	poste
<b>398</b>	773344,6600	9955920,5340	2892,1370	bordillo
<b>399</b>	773344,9620	9955921,3290	2892,1070	vía
<b>400</b>	773345,4570	9955923,3730	2892,3000	vía
<b>401</b>	773345,9140	9955925,4870	2892,3090	vía
<b>402</b>	773346,2890	9955931,8690	2892,7500	it
<b>403</b>	773360,8790	9955925,1790	2891,4400	ingreso
<b>404</b>	773360,8460	9955929,0990	2891,7810	ingreso
<b>405</b>	773366,8740	9955924,7260	2891,6450	ingreso
<b>406</b>	773367,3270	9955928,4430	2891,8200	ingreso
<b>407</b>	773362,3140	9955913,5070	2890,8650	cerramiento
<b>408</b>	773385,8880	9955906,0760	2889,1350	cerramiento
<b>409</b>	773386,7300	9955908,5300	2889,1730	poste
<b>410</b>	773387,1340	9955910,4230	2889,1380	vía
<b>411</b>	773387,1500	9955912,2700	2889,1950	vía
<b>412</b>	773387,5050	9955914,3450	2889,2030	vía
<b>413</b>	773389,2700	9955920,4500	2889,7760	it

<b>414</b>	773409,0140	9955900,5970	2887,2920	cerramiento
<b>415</b>	773409,5180	9955904,0800	2887,2880	vía
<b>416</b>	773410,0280	9955902,6550	2887,1650	pasaje
<b>417</b>	773414,0690	9955901,7100	2886,9210	pasaje
<b>418</b>	773413,2130	9955897,5830	2886,0660	pasaje
<b>419</b>	773409,6740	9955898,2430	2886,1660	pasaje
<b>420</b>	773409,5360	9955903,8350	2887,2520	vía
<b>421</b>	773409,9970	9955905,9050	2887,4780	vía
<b>422</b>	773410,7280	9955908,1030	2887,3810	vía
<b>423</b>	773413,7690	9955914,1090	2887,5270	it
<b>424</b>	773434,5450	9955895,3970	2885,4170	poste
<b>425</b>	773434,1030	9955893,6980	2885,7470	lindero
<b>426</b>	773434,7200	9955896,4450	2885,3850	vía
<b>427</b>	773435,1650	9955898,0210	2885,4710	vía
<b>428</b>	773436,1650	9955900,5040	2885,5460	vía
<b>429</b>	773433,3910	9955902,4000	2885,8720	juegos
<b>430</b>	773434,4400	9955907,5970	2886,0300	juegos
<b>431</b>	773436,1190	9955908,7370	2885,8810	it
<b>432</b>	773437,9360	9955908,0430	2885,7780	poste
<b>433</b>	773454,3650	9955904,6750	2884,7220	juegos
<b>434</b>	773451,6040	9955896,1200	2884,7080	juegos
<b>435</b>	773453,6660	9955896,2960	2883,8660	cancha
<b>436</b>	773455,9740	9955904,4660	2883,8930	cancha
<b>437</b>	773462,1960	9955904,0420	2883,6120	it
<b>438</b>	773478,5160	9955898,3690	2883,1830	it
<b>439</b>	773478,7710	9955899,0640	2883,3490	it
<b>440</b>	773478,2440	9955898,4140	2883,2260	cancha
<b>441</b>	773476,4580	9955889,5400	2883,1270	cancha
<b>442</b>	773476,0860	9955887,8910	2882,4370	vía
<b>443</b>	773475,8760	9955885,2780	2882,6160	vía
<b>444</b>	773475,7700	9955882,2550	2882,5630	vía
<b>445</b>	773474,8790	9955881,1180	2882,6080	poste
<b>446</b>	773475,1030	9955880,0980	2882,5380	cerramiento
<b>447</b>	773491,1090	9955881,3990	2881,5610	cerramiento
<b>448</b>	773491,0490	9955883,2350	2881,4810	vía
<b>449</b>	773490,4160	9955886,0890	2881,6210	vía
<b>450</b>	773489,6730	9955889,1240	2881,5140	vía
<b>451</b>	773498,3510	9955883,9660	2881,1960	poste
<b>452</b>	773497,8870	9955885,1380	2881,1200	vía
<b>453</b>	773497,2210	9955887,4430	2881,1680	vía
<b>454</b>	773496,4320	9955890,4520	2881,1070	vía
<b>455</b>	773498,1850	9955897,6270	2882,1380	construcción
<b>456</b>	773488,1280	9955890,9210	2882,7760	adoquín

<b>457</b>	773484,5780	9955896,3250	2883,0060	adoquín
<b>458</b>	773504,4350	9955899,7590	2881,9260	construcción
<b>459</b>	773507,8180	9955900,2470	2880,3200	lindero
<b>460</b>	773510,1890	9955895,5280	2880,1340	vía
<b>461</b>	773511,1750	9955893,6830	2880,3230	vía
<b>462</b>	773512,3160	9955891,8470	2880,2420	vía
<b>463</b>	773513,1290	9955890,0450	2880,4190	poste
<b>464</b>	773517,1550	9955894,4340	2880,1930	tanque
<b>465</b>	773517,8640	9955893,0710	2880,1870	tanque
<b>466</b>	773519,2660	9955893,7350	2880,1990	tanque
<b>467</b>	773518,7110	9955895,1390	2880,0470	tanque
<b>468</b>	773520,0830	9955891,8820	2879,3790	lindero
<b>469</b>	773522,1230	9955897,9120	2879,6240	vía
<b>470</b>	773520,9080	9955898,7920	2879,6500	vía
<b>471</b>	773519,5520	9955900,4900	2879,5890	vía
<b>472</b>	773517,0320	9955903,2320	2879,3510	it
<b>473</b>	773531,2890	9955917,2800	2878,0260	poste
<b>474</b>	773530,6980	9955918,0450	2878,0510	lindero
<b>475</b>	773533,9200	9955915,1920	2878,0230	vía
<b>476</b>	773535,0780	9955913,8850	2878,1960	vía
<b>477</b>	773537,2660	9955912,4570	2878,0120	vía
<b>478</b>	773539,2900	9955910,9020	2878,1800	lindero
<b>479</b>	773553,7890	9955952,3400	2875,0510	poste
<b>480</b>	773553,4890	9955952,9440	2875,2400	it
<b>481</b>	773556,0930	9955951,1510	2874,8780	vía
<b>482</b>	773558,1170	9955950,0660	2874,9010	vía
<b>483</b>	773560,2470	9955948,6380	2874,9100	vía
<b>484</b>	773562,6270	9955947,3990	2875,2330	lindero
<b>485</b>	773560,4160	9955949,0570	2874,8930	vía
<b>486</b>	773570,7570	9955960,0170	2873,9460	lindero
<b>487</b>	773568,5650	9955961,8290	2873,8250	vía
<b>488</b>	773566,7770	9955963,5410	2873,7150	vía
<b>489</b>	773565,1490	9955965,3590	2873,6210	vía
<b>490</b>	773563,2930	9955966,7470	2873,5130	it
<b>491</b>	773571,4420	9955964,2610	2873,6980	lindero
<b>492</b>	773580,8500	9955970,2660	2872,4400	lindero
<b>493</b>	773579,2270	9955972,7340	2872,7730	vía
<b>494</b>	773577,4500	9955975,0860	2872,5900	vía
<b>495</b>	773575,9410	9955977,3950	2872,5050	vía
<b>496</b>	773574,8190	9955978,3600	2872,4620	it
<b>497</b>	773581,7340	9955983,6890	2871,9060	poste
<b>498</b>	773582,6360	9955982,5150	2871,9470	vía
<b>499</b>	773582,4050	9955982,3700	2871,9670	asfalto

<b>500</b>	773586,0590	9955978,1580	2872,0760	asfalto
<b>501</b>	773587,0650	9955976,8180	2872,1340	lindero
<b>502</b>	773592,6540	9955989,0220	2871,1930	asfalto
<b>503</b>	773594,0880	9955986,3210	2871,2210	asfalto
<b>504</b>	773596,1930	9955983,7490	2871,1630	asfalto
<b>505</b>	772884,4420	9956770,4400	3017,0720	lindero
<b>506</b>	772885,6890	9956771,2230	3017,2960	bordillo
<b>507</b>	772885,7240	9956771,2720	3017,0640	adoquín
<b>508</b>	772891,3390	9956775,6040	3017,2040	adoquín
<b>509</b>	772893,4590	9956776,2340	3017,4800	protección
<b>510</b>	772897,9150	9956779,0780	3017,5400	protección
<b>511</b>	772898,8470	9956779,3250	3017,4200	cerramiento
<b>512</b>	772896,2170	9956775,5940	3017,5570	eje poli
<b>513</b>	772901,4040	9956771,3900	3016,6790	bordillo
<b>514</b>	772903,2570	9956772,4740	3016,6170	cerramiento
<b>515</b>	772901,3930	9956771,2780	3016,4280	adoquín
<b>516</b>	772892,5240	9956763,1310	3016,2220	adoquín
<b>517</b>	772892,5670	9956763,0450	3016,3450	bordillo
<b>518</b>	772891,2640	9956761,7550	3015,6660	protección
<b>519</b>	772894,0760	9956759,6890	3015,9610	eje poli
<b>520</b>	772896,5220	9956756,0720	3015,6340	protección
<b>521</b>	772900,0720	9956753,7960	3015,3130	berma
<b>522</b>	772904,2140	9956757,1820	3015,5370	berma
<b>523</b>	772908,2070	9956760,5370	3015,4710	berma
<b>524</b>	772908,2570	9956760,5730	3015,6920	bordillo
<b>525</b>	772909,9650	9956761,7760	3015,7760	cerramiento
<b>526</b>	772901,1100	9956757,3320	3015,6110	pozo
<b>527</b>	772907,1740	9956739,2470	3014,1280	poste
<b>528</b>	772907,4910	9956738,4510	3013,8140	lindero
<b>529</b>	772910,6230	9956740,2850	3014,0260	vía
<b>530</b>	772913,3200	9956742,3200	3014,1220	vía
<b>531</b>	772917,9340	9956745,0550	3014,0510	vía
<b>532</b>	772918,1200	9956744,9290	3014,3680	bordillo
<b>533</b>	772919,7810	9956746,1310	3014,4530	cerramiento
<b>534</b>	772929,4030	9956707,0060	3011,7070	poste
<b>535</b>	772928,8790	9956705,9920	3011,4500	lindero
<b>536</b>	772930,1390	9956707,4640	3011,3140	vía
<b>537</b>	772933,6600	9956709,9690	3011,6060	vía
<b>538</b>	772936,3310	9956711,1520	3011,4600	vía
<b>539</b>	772938,4380	9956712,7440	3011,7300	bordillo
<b>540</b>	772939,9360	9956713,9300	3011,8100	cerramiento
<b>541</b>	772940,3750	9956709,8970	3011,4720	bordillo
<b>542</b>	772941,9840	9956707,8190	3011,2530	bordillo








<b>543</b>	772943,9130	9956705,7060	3011,0320	bordillo
<b>544</b>	772944,9580	9956704,6390	3010,8900	bordillo
<b>545</b>	772942,5550	9956702,2760	3010,5930	vía
<b>546</b>	772940,8460	9956700,8410	3010,6530	vía
<b>547</b>	772939,2490	9956699,2620	3010,5280	vía
<b>548</b>	772935,5170	9956697,2870	3010,3240	lindero
<b>549</b>	772938,1540	9956708,4300	3011,1840	vía
<b>550</b>	772936,6880	9956706,6680	3011,2600	vía
<b>551</b>	772933,4210	9956704,0570	3010,9860	vía
<b>552</b>	772960,3800	9956690,1340	3009,3180	bordillo
<b>553</b>	772961,7890	9956691,4520	3009,2630	cerramiento
<b>554</b>	772958,8250	9956688,0330	3008,9210	vía
<b>555</b>	772957,4710	9956686,3150	3008,9970	vía
<b>556</b>	772955,4770	9956683,4260	3008,7570	vía
<b>557</b>	772951,9860	9956678,6620	3008,2870	cerramiento
<b>558</b>	772963,3450	9956670,5720	3007,4010	poste
<b>559</b>	772962,0520	9956670,2800	3007,1610	cerramiento
<b>560</b>	772965,8250	9956675,3720	3007,8490	vía
<b>561</b>	772967,3490	9956677,3070	3007,9160	vía
<b>562</b>	772968,9380	9956678,9630	3007,8660	vía
<b>563</b>	772970,3560	9956680,7980	3008,2760	bordillo
<b>564</b>	772971,8470	9956682,1120	3008,3460	cerramiento
<b>565</b>	772987,5800	9956664,2370	3006,5850	bordillo
<b>566</b>	772989,2420	9956665,3150	3006,6280	cerramiento
<b>567</b>	772986,4780	9956662,4600	3006,1880	vía
<b>568</b>	772984,6080	9956660,9860	3006,1760	vía
<b>569</b>	772982,6830	9956659,3160	3006,0810	vía
<b>570</b>	772980,6480	9956656,4340	3006,0470	lindero
<b>571</b>	772996,1450	9956652,0240	3005,5700	bordillo
<b>572</b>	772998,1390	9956652,6530	3005,6270	cerramiento
<b>573</b>	772994,7440	9956650,9260	3005,1060	vía
<b>574</b>	772992,9780	9956649,4240	3005,1050	vía
<b>575</b>	772991,0150	9956648,3940	3005,0650	vía
<b>576</b>	772987,3280	9956646,6160	3005,0450	lindero
<b>577</b>	772991,5280	9956638,9140	3004,1500	poste
<b>578</b>	772994,6710	9956640,2320	3004,3060	vía
<b>579</b>	772997,2080	9956641,7220	3004,4680	vía
<b>580</b>	772999,0340	9956643,2460	3004,4780	vía
<b>581</b>	772999,5740	9956644,7800	3005,0020	bordillo
<b>582</b>	773000,0050	9956644,9660	3005,0880	poste
<b>583</b>	773001,3800	9956645,8020	3005,0460	cerramiento
<b>584</b>	773005,0080	9956632,5800	3004,0450	cerramiento
<b>585</b>	773002,9670	9956632,3490	3004,0390	bordillo


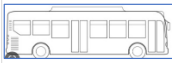





<b>586</b>	773001,5120	9956631,8130	3003,6560	vía
<b>587</b>	772999,3590	9956631,3780	3003,6510	vía
<b>588</b>	772996,6220	9956630,7670	3003,4740	vía
<b>589</b>	773004,4220	9956621,9710	3003,3100	bordillo
<b>590</b>	773006,3330	9956621,2970	3003,4150	cerramiento
<b>591</b>	773002,5040	9956619,8140	3002,7560	vía
<b>592</b>	773000,4740	9956619,2060	3002,6540	vía
<b>593</b>	772998,2460	9956618,8050	3002,5300	vía
<b>594</b>	772994,7130	9956615,8730	3002,3680	lindero
<b>595</b>	772994,4820	9956594,8150	3000,7570	lindero
<b>596</b>	772997,4280	9956594,6510	3000,5590	vía
<b>597</b>	772999,4560	9956594,4630	3000,5590	vía
<b>598</b>	773001,4440	9956594,2920	3000,5420	vía
<b>599</b>	773003,5720	9956593,8940	3000,8370	bordillo
<b>600</b>	773005,5960	9956593,5840	3000,8290	cerramiento
<b>601</b>	773004,1500	9956554,8950	2997,1000	cerramiento
<b>602</b>	773002,3910	9956555,6780	2997,6150	bordillo
<b>603</b>	773000,0340	9956555,7350	2997,3830	vía
<b>604</b>	772997,4460	9956555,9680	2997,4920	vía
<b>605</b>	772995,4460	9956555,8970	2997,4200	vía
<b>606</b>	772993,5430	9956556,0970	2997,5330	poste
<b>607</b>	772992,6340	9956554,6570	2997,4920	lindero
<b>608</b>	773001,5140	9956527,7280	2995,1810	bordillo
<b>609</b>	773003,5030	9956527,5260	2995,1420	cerramiento
<b>610</b>	772998,5500	9956527,8520	2995,1530	vía
<b>611</b>	772995,9400	9956527,9430	2995,2450	vía
<b>612</b>	772993,7150	9956527,9320	2995,1960	vía
<b>613</b>	772991,6690	9956527,6400	2995,5440	lindero
<b>614</b>	772994,2170	9956517,1660	2994,3060	vía
<b>615</b>	772996,4320	9956517,4260	2994,4210	vía
<b>616</b>	772998,6750	9956517,6060	2994,2790	vía
<b>617</b>	773001,7670	9956518,0720	2994,3420	bordillo
<b>618</b>	773003,8670	9956517,0550	2994,1730	cerramiento
<b>619</b>	773000,2900	9956511,1290	2993,6840	vía
<b>620</b>	772997,0630	9956510,1030	2993,8060	vía
<b>621</b>	772995,0860	9956509,0140	2993,6510	vía
<b>622</b>	772993,1860	9956508,3110	2993,9840	poste
<b>623</b>	772992,9940	9956507,5790	2994,0720	lindero
<b>624</b>	772998,6680	9956491,8650	2992,5100	lindero
<b>625</b>	773000,9550	9956493,0510	2992,3230	vía
<b>626</b>	773003,1170	9956493,8670	2992,3400	vía
<b>627</b>	773005,1880	9956494,9060	2992,3410	vía
<b>628</b>	773007,5340	9956496,1450	2992,6060	bordillo









<b>629</b>	773009,2630	9956496,9730	2992,5520	cerramiento
<b>630</b>	773018,7220	9956475,4590	2990,9380	cerramiento
<b>631</b>	773016,6980	9956475,0700	2990,9470	bordillo
<b>632</b>	773014,3160	9956474,1120	2990,7260	vía
<b>633</b>	773012,5170	9956473,0750	2990,7460	vía
<b>634</b>	773010,3860	9956472,4240	2990,6860	vía
<b>635</b>	773008,5500	9956471,6150	2991,1540	poste
<b>636</b>	773008,4480	9956471,1440	2990,8860	lindero
<b>637</b>	773024,4280	9956432,0330	2987,5010	lindero
<b>638</b>	773026,0380	9956430,9260	2987,7950	poste
<b>639</b>	773027,8760	9956431,9070	2987,6350	vía
<b>640</b>	773030,3100	9956433,5200	2987,7720	vía
<b>641</b>	773031,8450	9956434,9050	2987,7850	vía
<b>642</b>	773033,7530	9956436,1760	2987,9930	bordillo
<b>643</b>	773035,5560	9956436,9830	2988,0250	cerramiento
<b>644</b>	773048,8800	9956414,1310	2986,2160	bordillo
<b>645</b>	773050,2800	9956415,5990	2986,1070	cerramiento
<b>646</b>	773050,8510	9956414,6880	2986,3930	descarga cementerio
<b>647</b>	773046,4180	9956411,9140	2985,9810	vía
<b>648</b>	773044,9100	9956410,3490	2985,8970	vía
<b>649</b>	773043,4400	9956409,0510	2985,7360	vía
<b>650</b>	773041,5070	9956407,2880	2985,6910	lindero
<b>651</b>	773056,7730	9956389,2510	2984,1380	lindero
<b>652</b>	773058,3670	9956389,4470	2984,4810	poste
<b>653</b>	773059,7780	9956390,5280	2984,3880	vía
<b>654</b>	773061,3780	9956391,6260	2984,5010	vía
<b>655</b>	773062,6580	9956392,7210	2984,5040	vía
<b>656</b>	773065,1270	9956395,1460	2984,8080	lindero
<b>657</b>	773087,2060	9956375,6380	2982,5020	lindero
<b>658</b>	773085,6930	9956373,3820	2982,3430	vía
<b>659</b>	773084,5130	9956371,3240	2982,3210	vía
<b>660</b>	773083,1940	9956370,1350	2982,1980	vía
<b>661</b>	773082,5760	9956368,5910	2982,4660	lindero
<b>662</b>	773096,0200	9956370,3890	2982,3780	lindero
<b>663</b>	773094,7550	9956366,8740	2981,4520	vía
<b>664</b>	773093,8870	9956364,7940	2981,5370	vía
<b>665</b>	773093,1020	9956363,0640	2981,4200	vía
<b>666</b>	773092,5860	9956361,5380	2981,4350	lindero
















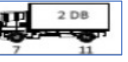
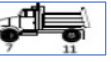

## Anexo 2: Conteo Vehicular Manual la Estación “El Mirador”



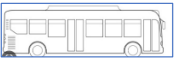





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA																
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																
UBICACIÓN:			SANTA ROSA ALTA DE "UYUMBICHO"				CONDICIONES CLIMÁTICAS:				SOLEADO / FAVORABLES					
OPERADORES:			ADRIAN ANDRADE Y ROGER JUMBO				DÍA Y FECHA:				LUNES - 24/04/2023					
HORARIO:	LIVIANOS		BUSES		CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)		CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)		VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)		VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)		TOTAL	
																
SENTIDO:	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
7:00 a 8:00	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
8:00 a 9:00	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5	
9:00 a 10:00	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	6	
10:00 a 11:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	
11:00 a 12:00	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	10	
12:00 a 13:00	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
13:00 a 14:00	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
14:00 a 15:00	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
15:00 a 16:00	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
16:00 a 17:00	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	
17:00 a 18:00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
18:00 a 19:00	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA																
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																
UBICACIÓN:			SANTA ROSA ALTA DE "UYUMBICHO"				CONDICIONES CLIMÁTICAS:				SOLEADO / FAVORABLES					
OPERADORES:			ADRIAN ANDRADE Y ROGER JUMBO				DÍA Y FECHA:				MARTES - 25/04/2023					
HORARIO:	LIVIANOS		BUSES		CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)		CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)		VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)		VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)		TOTAL	
																
SENTIDO:	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
7:00 a 8:00	2	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	7	
8:00 a 9:00	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	
9:00 a 10:00	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	7	
10:00 a 11:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5	
11:00 a 12:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	6	
12:00 a 13:00	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
13:00 a 14:00	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
14:00 a 15:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
15:00 a 16:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
16:00 a 17:00	0	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5	
17:00 a 18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
18:00 a 19:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>49</b>	

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA															
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
UBICACIÓN:			SANTA ROSA ALTA DE "UYUMBICHO"				CONDICIONES CLIMÁTICAS:				SOLEADO / FAVORABLES				
OPERADORES:			ADRIAN ANDRADE Y ROGER JUMBO				DÍA Y FECHA:				MIÉRCOLES - 26/04/2023				
HORARIO:	LIVIANOS		BUSES		CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)		CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)		VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)		VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)		TOTAL
															
SENTIDO:	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
7:00 a 8:00	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6
8:00 a 9:00	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6
9:00 a 10:00	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
10:00 a 11:00	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11:00 a 12:00	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
12:00 a 13:00	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:00 a 14:00	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14:00 a 15:00	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
15:00 a 16:00	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
16:00 a 17:00	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17:00 a 18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18:00 a 19:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>45</b>

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA															
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
UBICACIÓN:			SANTA ROSA ALTA DE "UYUMBICHO"				CONDICIONES CLIMÁTICAS:				SOLEADO / FAVORABLES				
OPERADORES:			ADRIAN ANDRADE Y ROGER JUMBO				DÍA Y FECHA:				JUEVES - 27/04/2023				
HORARIO:	LIVIANOS		BUSES		CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)		CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)		VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)		VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)		TOTAL
															
SENTIDO:	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
7:00 a 8:00	3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	7
8:00 a 9:00	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
9:00 a 10:00	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	1	0	7
10:00 a 11:00	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6
11:00 a 12:00	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
12:00 a 13:00	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	6
13:00 a 14:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14:00 a 15:00	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15:00 a 16:00	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	6
16:00 a 17:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:00 a 18:00	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
18:00 a 19:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>55</b>








UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA															
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
UBICACIÓN:			SANTA ROSA ALTA DE "UYUMBICHO"				CONDICIONES CLIMÁTICAS:				SOLEADO / FAVORABLES				
OPERADORES:			ADRIAN ANDRADE Y ROGER JUMBO				DÍA Y FECHA:				VIERNES - 28/04/2023				
HORARIO:	LIVIANOS		BUSES		CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)		CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)		VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)		VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)		TOTAL
															
SENTIDO:	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
7:00 a 8:00	2	4	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	11
8:00 a 9:00	4	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8
9:00 a 10:00	3	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	9
10:00 a 11:00	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7
11:00 a 12:00	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
12:00 a 13:00	1	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	2	0	9
13:00 a 14:00	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
14:00 a 15:00	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:00 a 16:00	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4
16:00 a 17:00	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
17:00 a 18:00	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
18:00 a 19:00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>69</b>

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA															
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
UBICACIÓN:			SANTA ROSA ALTA DE "UYUMBICHO"				CONDICIONES CLIMÁTICAS:				SOLEADO / FAVORABLES				
OPERADORES:			ADRIAN ANDRADE Y ROGER JUMBO				DÍA Y FECHA:				SÁBADO - 29/04/2023				
HORARIO:	LIVIANOS		BUSES		CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)		CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)		VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)		VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)		TOTAL
															
SENTIDO:	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
7:00 a 8:00	3	3	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	10
8:00 a 9:00	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8
9:00 a 10:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
10:00 a 11:00	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
11:00 a 12:00	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00 a 13:00	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
13:00 a 14:00	1	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
14:00 a 15:00	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
15:00 a 16:00	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	6
16:00 a 17:00	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17:00 a 18:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18:00 a 19:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>60</b>


## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA



## CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL


UBICACIÓN:		SANTA ROSA ALTA DE "UYUMBICHO"				CONDICIONES CLIMÁTICAS:				SOLEADO / FAVORABLES					
OPERADORES:		ADRIAN ANDRADE Y ROGER JUMBO				DÍA Y FECHA:				DOMINGO - 30/04/2023					
HORARIO:	LIVIANOS		BUSES		CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑO (2D)		CAMIÓN DE DOS EJES MEDIANO (2DA)		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES (2DB)		VOLQUETA DE DOS EJES 8m2 (V2DB)		VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m2(V3A)		TOTAL
															
SENTIDO:	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
7:00 a 8:00	3	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
8:00 a 9:00	3	2	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	10
9:00 a 10:00	4	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
10:00 a 11:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:00 a 12:00	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
12:00 a 13:00	5	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
13:00 a 14:00	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
14:00 a 15:00	2	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
15:00 a 16:00	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
16:00 a 17:00	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
17:00 a 18:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18:00 a 19:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>63</b>

# Anexos 3: Ensayos de Clasificación SUCS, Clasificación AASHTO



**Pontificia Universidad Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA  
INFORME DE ENSAYO  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

**PROYECTO:** Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria, Ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de "Santa Rosa alta de Uyumbicho", En la parroquia de Tambillo, Cantón Mejía

**LOCALIZACIÓN:** Santa Rosa alta de Uyumbicho

**MUESTRA:** Tomada por el Laboratorio

**DESCRIPCIÓN:** Muestra P1 Subrasante

**NORMA:** ASTM D2187 / ASTM D2282

**HOJA:** 1 de 9

**N° DE RECEPCIÓN:** 66055

**SOLICITADO POR:** Marcelo Andrade y Roger Junco

**FISCALIZACIÓN:** \_\_\_\_\_

**CONTRATISTA A:** \_\_\_\_\_

**FECHA INGRESO:** 2023-05-23

**FECHA ENTREGA:** 2023-06-11

**1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216**

REtenido Tamiz N° 4	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed

PASANTE Tamiz N° 4	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
	17,88	73,79	60,97	30,05	
	16,83	77,81	62,63	30,20	30,18

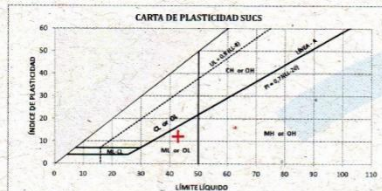
**2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318**

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,26	19,63	16,61	30,66	30,63
4,92	21,43	18,47	30,99	


**3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318**

**A**      **MÉTODO MULTIPUNTO**

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
35	6,27	35,45	26,65	43,18
27	7,15	30,41	23,50	42,26
17	5,85	28,74	21,81	43,42



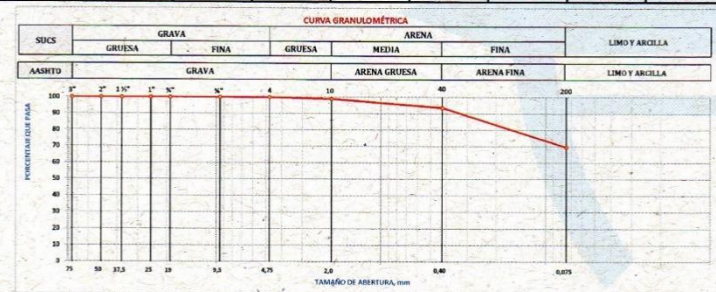
**CARTA DE PLASTICIDAD SUCS**



**CARTA DE PLASTICIDAD AASHTO**

**4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422**

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm.)	76,2	50,8	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,06	6,46	30,35
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	98,9	93,5	69,7



**CURVA GRANULOMÉTRICA**

**5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN**

**HUMEDAD NATURAL (%)**  
% Humedad : 30

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
Limite Líquido, LL : 43  
Limite Plástico, LP : 31  
Índice de Plasticidad, IP : 12

**ÍNDICE DE GRUPO : 9**


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
% Grava :	0	1
% Arena :	30	29
% Finos :	70	70


**CONTENIDO ORGÁNICO : SI**  
LL - secado horno / LL - no secado al horno : 0,73

CLASIFICACIÓN SUCS : <b>OL</b>	NOMBRE TÍPICO : Limo orgánico arenosa
CLASIFICACIÓN AASHTO : <b>A-7-5 (9)</b>	Suelo arcilloso

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente



Ing. Jorge Eraso  
RESPONSABLE DE ENSAYOS




Ing. Jorge Eraso MSc  
DIRECTOR DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTECNIA

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad" QUITO

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 **Ext.** 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**

f t i in y d



JESUITAS ECUADOR



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA  
INFORME DE ENSAYO  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO: Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria, Ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de "Santa Rosa alta de Uyumbicho". En la parroquia de Tumbillo, Cantón Mejía.  
LOCALIZACIÓN: Santa Rosa alta de Uyumbicho  
MUESTRA: Tomada por el Laboratorio  
DESCRIPCIÓN: Muestra P2 Subrasante  
NORMA: ASTM D2487 / ASTM D3282  
HOJA: 2 de 9

N° DE RECEPCIÓN: 4495 S  
SOLICITADO POR: Marcelo Andrade y Rogor Jumbo  
FISCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_  
CONTRATISTA: \_\_\_\_\_  
FECHA INGRESO: 2023-05-23  
FECHA ENTREGA: 2023-06-12

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

RETENIDO Tamiz N° 4	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed.
PASANTE Tamiz N° 4					
	17,65	73,23	61,15	27,77	27,85
	16,81	73,71	61,29	27,92	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

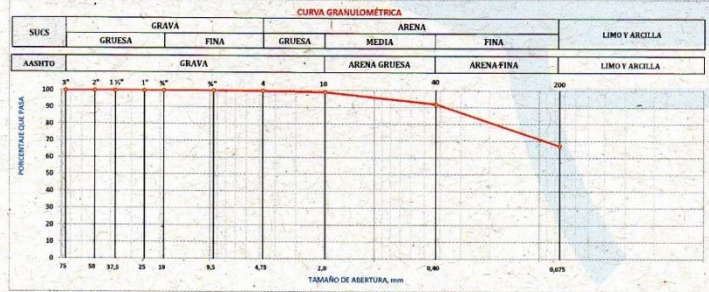
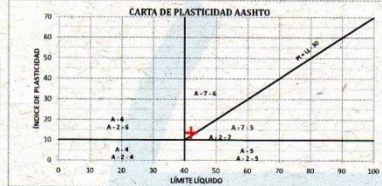
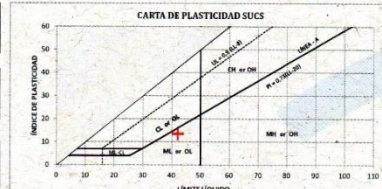
Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed.
6,04	13,80	12,06	28,90	29,58
6,17	13,25	11,69	28,26	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

A		MÉTODO MULTIPUNTO			
N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	
25	6,31	27,66	21,48	40,74	
26	9,39	31,76	25,14	42,03	
17	6,23	31,21	23,62	43,65	

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	76,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PROCENTAJE RETENIDO	0,20	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,77	7,92	32,76
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,2	92,1	67,2



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

**HUMEDAD NATURAL (%)**  
% Humedad: 28  
**LÍMITES DE ATTERBERG**  
Limite Líquido, LL: 42  
Limite Plástico, LP: 29  
Índice de Plasticidad, IP: 13  
**ÍNDICE DE GRUPO:** 9

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
SUCS: % Grava: 0, % Arena: 33, % Finos: 67  
AASHTO: % Grava: 1, % Arena: 32, % Finos: 67  
CONTENIDO ORGÁNICO: SI  
LL - secado homo / LL - no secado al homo: 0,72

CLASIFICACIÓN SUCS: <b>OL</b>	NOMBRE TÍPICO: Limo orgánico arenoso
CLASIFICACIÓN AASHTO: <b>A-7-6 (9)</b>	Suelo arcilloso

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente  
  
Ing. Jorge Eraso  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Jorge Eraso, M.Sc.  
DIRECTOR DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTECNIA

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"





ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA  
INFORME DE ENSAYO  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO: Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria, Ubicada entre el km (4+00) y km 7+000, de "Santa Rosa alta de Uyumbicho", En la parroquia de Tambillo, Cantón Moja.  
LOCALIZACIÓN: Santa Rosa alta de Uyumbicho  
MUESTRA: Tomada por el Laboratorio  
DESCRIPCIÓN: Muestra P3 Subrasante  
NORMA: ASTM D287 / ASTM D282  
HOJA: 3 de 9

Nº DE RECEPCIÓN: 4055  
SOLICITADO POR: Marcelo Andrade y Roger Jumbo  
FISCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_  
CONTRATISTA: \_\_\_\_\_  
FECHA INGRESO: 2023-05-23  
FECHA ENTREGA: 2023-06-12

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

RETENIDO Tamiz N° 4	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,18	73,36	60,77	30,10		30,21

PASANTE Tamiz N° 4	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,19	71,65	59,20	30,36		

2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

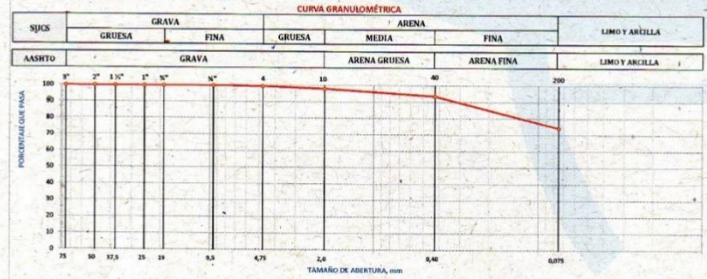
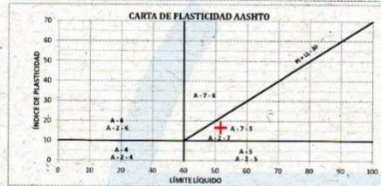
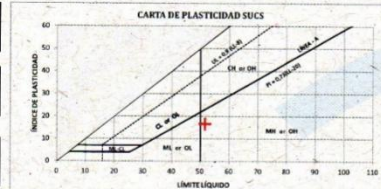
Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,23	16,66	13,97	34,75	
10,47	21,07	18,30	35,34	35,07

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

Nº DE GOLPES	MÉTODO MULTIPUNTO			
	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
22	9,69	24,96	25,37	50,87
24	6,02	30,81	22,33	51,99
16	9,43	31,81	24,06	52,97

4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	60	200
ABERTURA (mm)	76,0	50,8	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	1,26	6,19	25,56
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,56	98,74	93,81	74,44



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad: 30  
LÍMITES DE ATTERBERG  
Limite Líquido, LL: 52  
Limite Plástico, LP: 35  
Índice de Plasticidad, IP: 17

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

	SUCS	AASHTO
% Grava:	0	2
% Arena:	26	24
% Finos:	74	74

ÍNDICE DE GRUPO: 14

CONTENIDO ORGÁNICO: SI

LL - secado al horno / LL - no secado al horno: 0,67

CLASIFICACIÓN SUCS: <b>OH</b>	NOMBRE TÍPICO: Limo orgánico arenosa
CLASIFICACIÓN AASHTO: <b>A-7-5 (14)</b>	Suelo arcilloso


NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

Ing. Jorge Estro  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Jorge Abajo, M.Sc.  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTECNIA


"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

## Anexos 4: Ensayos DCP y Correlación CBR



**Pontificia Universidad Católica del Ecuador**  
Seréis mis testigos

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA  
INFORME DE ENSAYO  
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

**PROYECTO:** Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria, Ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de 'Santa Rosa alta de Uyumbicho', En la parroquia de tambillo, Cantón Mejía.

**LOCALIZACIÓN:** Santa Rosa alta de Uyumbicho

**DESCRIPCIÓN:** Punto 1 Subarasanté

**NORMA:** ASTM D 6951

**HOJA:** 4 de 9

**N° DE RECEPCIÓN:** 46055

**SOLICITADO POR:** Marcelo Andrade y Roger Jumbo

**FISCALIZACIÓN:** -----

**CONTRATISTA:** -----

**FECHA INGRESO:** 23/5/2023

**FECHA ENTREGA:** 12/6/2023

MARTILLO: 8 kg [17.6 lb]      FACTOR MARTILLO: 1.0

TIPO DE SUELO: OL

GOLPES MEDIDOS DCP	LECTURA MEDIDA (mm)	GOLPES DCP	PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PENETRACIÓN POR GOLPES (mm/golpe)	ÍNDICE DCP mm/golpe
2	17	2	17	17	9	9
4	34	2	17	34	9	9
6	55	2	21	55	11	11
8	80	2	25	80	13	13
10	115	2	35	115	18	18
12	143	2	28	143	14	14
14	187	2	44	187	22	22
16	231	2	44	231	22	22
18	278	2	47	278	24	24
20	338	2	60	338	30	30
22	412	2	74	412	37	37
24	491	2	79	491	40	40
26	573	2	82	573	41	41
28	652	2	79	652	40	40
30	721	2	69	721	35	35
32	786	2	65	786	33	33
34	843	2	57	843	29	29
36	891	2	48	891	24	24
38	943	2	52	943	26	26
40	987	2	44	987	22	22
42	1031	2	44	1031	22	22

**RESUMEN**

ÍNDICE DCP (Promedio %)	24.5
ÍNDICE DCP (Máximo %)	41.0
ÍNDICE DCP (Mínimo %)	8.5

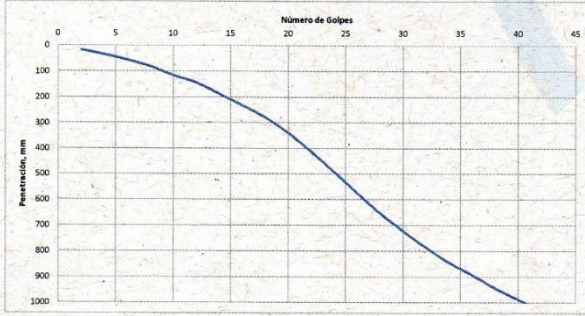
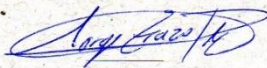



Gráfico que muestra la relación entre el número de golpes (eje X, 0 a 45) y la penetración en milímetros (eje Y, 0 a 1000). La curva indica que a medida que aumenta el número de golpes, la penetración también aumenta, pero a una tasa decreciente.

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

  
Ing. Jorge Erazo  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

  
Ing. Jorge Albuja M.Sc.  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

*"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"*

**Dirección:** Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
**Código postal:** 170525 / **Teléfono:** (593-2) 299 1700 Ext. 1529 / **Correo:** lmc-puce@puce.edu.ec  
**Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec**



JESUITAS ECUADOR







ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA  
INFORME DE ENSAYO  
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria, Ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de "Santa Rosa alta de Uyumbicho", En la parroquia de tambillo, Cantón Mejía.

N° DE RECEPCIÓN : 4605 S

LOCALIZACIÓN : Santa Rosa alta de Uyumbicho

SOLICITADO POR : Marcelo Andrade y Roger Jumbo

DESCRIPCIÓN : Punto 1 Subarasanté

FISCALIZACIÓN : \_\_\_\_\_

NORMA : ASTM D 6951

CONTRATISTA : \_\_\_\_\_

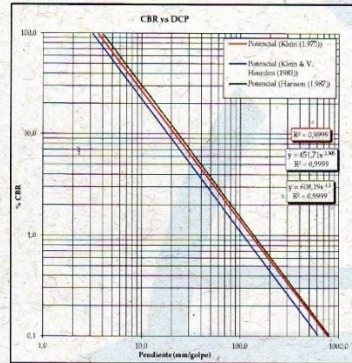
HOJA: 5 de 9

FECHA INGRESO : 23/5/2023

FECHA ENTREGA : 12/6/2023

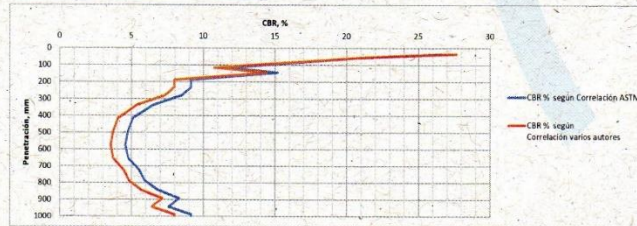
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	INDICE DCP mm/golpe	CBR % según Correlación ASTM	CBR % según Correlación varios autores
17	9	27	27,7
34	9	27	27,7
55	11	21	21,0
80	13	17	16,7
115	18	12	10,8
143	14	15	14,4
187	22	9	8,0
231	22	9	8,0
278	24	9	7,3
338	30	6	5,3
412	37	5	4,1
491	40	5	3,7
573	41	5	3,5
652	40	5	3,7
721	35	6	4,4
786	33	6	4,8
843	29	7	5,7
891	24	8	7,1
943	26	8	6,4
987	22	9	8,0
1031	22	9	8,0



RESUMEN

CBR (Promedio %)	7,0	5,9
Desviación Estándar	1,8	1,8
CBR Característico	3,8	2,8
CBR (Máximo %)	26,6	27,7
CBR (Mínimo %)	4,6	3,5



OBSERVACIONES: 1. Correlaciones usadas según Norma Astm D6951

General :  $CBR = 292 / DCP^{0,12}$  para DCP en mm/golpe  
 Para suelos tipo CL :  $CBR = 1 / (0,017019 \times DCP)^2$  para DCP en mm/golpe  
 Para suelos tipo CH :  $CBR = 1 / (0,002871 \times DCP)^2$  para DCP en mm/golpe

2. Queda a juicio del profesional la selección de la correlación apropiada.

NOTA 1: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

NOTA 2: Para el cálculo del CBR característico se descartó los datos de los primeros 20cm.

NOTA 3: Los datos presentados en este informe queda a interpretación del especialista geotécnico.

*Jorge Erazo*

Ing. Jorge Erazo  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

*Jorge Albuja M.Sc.*

Ing. Jorge Albuja M.Sc.  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"





ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria.  
PROYECTO : Ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de 'Santa Rosa alta de Uyumbicho', En la parroquia de tambillo, Cantón Mejía. N° DE RECEPCIÓN : 46055

LOCALIZACIÓN : Santa Rosa alta de Uyumbicho

SOLICITADO POR : Marcelo Andreo y Roger Jumbo

DESCRIPCIÓN : Punto 2 Subarriante

FISCALIZACIÓN : -----

NORMA : ASTM D 6951

CONTRATISTA : -----

HOJA: 6 de 9

FECHA INGRESO : 23/5/2023

FECHA ENTREGA : 12/6/2023

MARTILLO: 8 kg [17.6 lb]

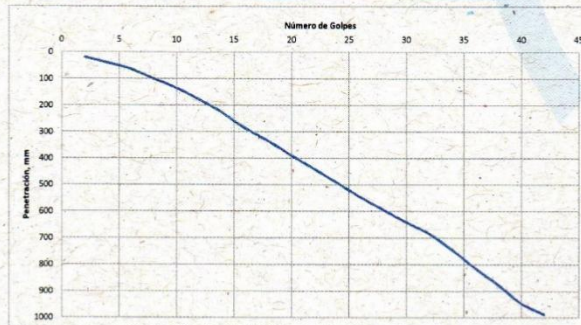
FACTOR MARTILLO: 1.0

TIPO DE SUELO: OL

GOLFES MEDIDOS DCP	LECTURA MEDIDA (mm)	GOLFES DCP	PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PENETRACIÓN POR GOLFES (mm/golpe)	ÍNDICE DCP mm/golpe
2	19	2	19	19	10	10
4	40	2	21	40	11	11
6	64	2	24	64	12	12
8	100	2	36	100	18	18
10	135	2	36	135	18	18
12	179	2	44	179	22	22
14	228	2	49	228	25	25
16	287	2	59	287	30	30
18	335	2	48	335	24	24
20	389	2	54	389	27	27
22	441	2	52	441	26	26
24	493	2	52	493	26	26
26	546	2	53	546	27	27
28	594	2	48	594	24	24
30	641	2	47	641	24	24
32	684	2	43	684	22	22
34	744	2	60	744	30	30
36	813	2	69	813	35	35
38	876	2	63	876	32	32
40	945	2	69	945	35	35
42	987	2	42	987	21	21

RESUMEN

ÍNDICE DCP (Promedio %)	23,5
ÍNDICE DCP (Máximo %)	34,5
ÍNDICE DCP (Mínimo %)	10,5



NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

*Jorge Erazo*

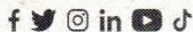
Ing. Jorge Erazo  
RESPONSABLE DE ENSAYOS



Ing. Jorge Albuja M.Sc.  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

Dirección: Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño  
Código postal: 170525 / Teléfono: (593-2) 299 1700 Ext. 1529 / Correo: lmc-puce@puce.edu.ec  
Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec



JESUITAS ECUADOR



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA  
INFORME DE ENSAYO  
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria,  
PROYECTO: Ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de "Santa Rosa alta de Uyumbicho", En la parroquia de tambullo, Cantón Mejía.

N° DE RECEPCIÓN: 4605 S

LOCALIZACIÓN: Santa Rosa alta de Uyumbicho

SOLICITADO POR: Marcelo Andrade y Roger Jumbo

DESCRIPCIÓN: Punto 2 Subarriante

FISCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_

NORMA: ASTM D 6951

CONTRATISTA: \_\_\_\_\_

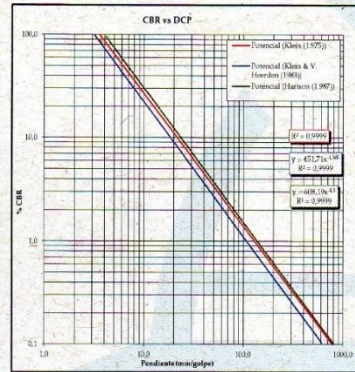
HOJA: 7 de 9

FECHA INGRESO: 23/5/2023

FECHA ENTREGA: 12/6/2023

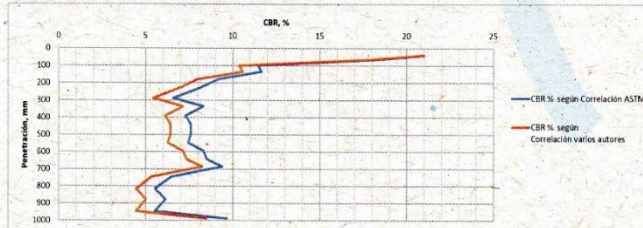
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	INDICE DCP mm/golpe	CBR % según Correlación ASTM	CBR % según Correlación varios autores
19	10	25	23,9
40	11	21	21,0
64	12	18	18,1
100	18	11	10,4
135	18	12	10,6
179	22	9	8,0
228	25	8	7,0
287	30	7	5,5
335	24	8	7,1
389	27	7	6,1
441	26	8	6,4
493	26	8	6,4
546	27	7	6,3
594	24	8	7,1
641	24	9	7,3
684	22	9	8,2
744	30	6	5,3
813	35	6	4,4
876	32	6	5,0
945	35	6	4,4
987	21	10	8,5



RESUMEN

CBR (Promedio %)	7,5	6,4
Desviación Estándar	1,3	1,2
CBR Característico	5,3	4,2
CBR (Máximo %)	23,5	23,9
CBR (Mínimo %)	5,5	4,4



OBSERVACIONES: 1. Correlaciones usadas según Norma Astm D6951

General:  $CBR = 292 / DCP^{1,12}$  para DCP en mm/golpe  
Para suelos tipo CL:  $CBR = 1 / (0,017019 \times DCP)^2$  para DCP en mm/golpe  
Para suelos tipo CH:  $CBR = 1 / (0,002871 \times DCP)^2$  para DCP en mm/golpe

2. Queda a juicio del profesional la selección de la correlación apropiada.

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

Ing. Jorge Erazo  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Jorge Albuja M.Sc.  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria,  
PROYECTO : Ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de "Santa Rosa alta de Uyumbicho", En la parroquia de tambillo, Cantón Mejía. N° DE RECEPCIÓN : 46/5 S

LOCALIZACIÓN : Santa Rosa alta de Uyumbicho

DESCRIPCIÓN : Punto 3 Subarriante

NORMA : ASTM D 4951

HOJA: 8 de 9

SOLICITADO POR : Marcelo Andrade y Regor Jumbo

FISCALIZACIÓN : \_\_\_\_\_

CONTRATISTA : \_\_\_\_\_

FECHA INGRESO : 23/5/2023

FECHA ENTREGA : 12/6/2023

MARTILLO : 8 kg (17.6 lb)

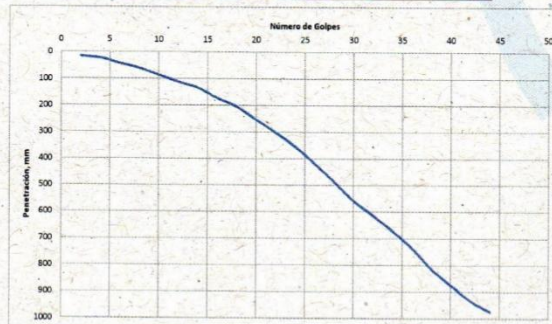
FACTOR MARTILLO: 1.0

TIPO DE SUELO: OH

GOLPES MEDIDOS DCP	LECTURA MEDIDA / (mm)	GOLPES DCP	PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PENETRACIÓN POR GOLPES (mm/golpe)	ÍNDICE DCP mm/golpe
2	15	2	15	15	8	8
4	22	2	7	22	4	4
6	42	2	20	42	10	10
8	60	2	19	60	9	9
10	85	2	25	85	13	13
12	111	2	26	111	13	13
14	133	2	22	133	11	11
16	171	2	38	171	19	19
18	203	2	32	203	16	16
20	252	2	49	252	25	25
22	300	2	48	300	24	24
24	353	2	53	353	27	27
26	417	2	64	417	32	32
28	485	2	68	485	34	34
30	557	2	72	557	36	36
32	612	2	55	612	28	28
34	670	2	58	670	29	29
36	734	2	64	734	32	32
38	812	2	78	812	39	39
40	873	2	61	873	31	31
42	932	2	59	932	30	30
44	973	2	41	973	21	21

RESUMEN

ÍNDICE DCP (Promedio %)	22,1
ÍNDICE DCP (Máximo %)	39,0
ÍNDICE DCP (Mínimo %)	3,5



NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

Ing. Jorge Erazo

RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Jorge Albaja MSc

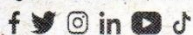
DIRECTOR DEL LABORATORIO

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

Dirección: Avenida 12 de Octubre y Alfredo Mena Caamaño

Código postal: 170525 / Teléfono: (593-2) 299 1700 Ext. 1529 / Correo: lmc-puce@puce.edu.ec

Quito - Ecuador / www.puce.edu.ec



JESUITAS ECUATORIANAS



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA  
INFORME DE ENSAYO

**ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)**

Diseño Vial para la Rectificación y Mejoramiento de la vía Arterial Secundaria,  
PROYECTO : Ubicada entre el km 0+800 y km 2+000, de 'Santa Rosa alta de Uyumbicho', En la parroquia de tambullo, Cantón Mejía.

N° DE RECEPCIÓN : 4605 5

LOCALIZACIÓN : Santa Rosa alta de Uyumbicho

SOLICITADO POR : Marcelo Andrade y Roger Jumbó

DESCRIPCIÓN : Punto 3 Subarsanito

FISCALIZACIÓN : \_\_\_\_\_

NORMA : ASTM D 6951

CONTRATISTA : \_\_\_\_\_

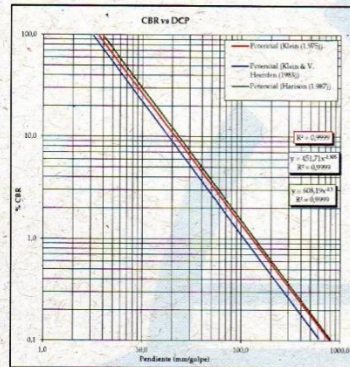
HOJA : 9 de 9

FECHA INGRESO : 23/5/2023

FECHA ENTREGA : 12/6/2023

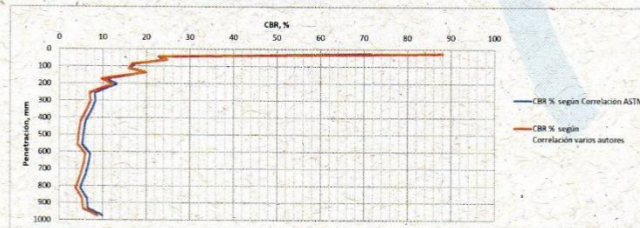
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	ÍNDICE DCP mm/golpe	CBR % según Correlación ASTM	CBR % según Correlación varios autores
15	8	31	32,6
22	4	72	88,1
42	10	23	23,1
60	9	24	24,8
85	13	17	16,7
111	13	17	15,9
135	11	20	19,8
171	19	11	9,7
205	16	13	12,1
252	25	8	7,0
300	24	8	7,1
353	27	7	6,3
417	32	6	4,9
485	34	6	4,5
557	36	5	4,2
612	28	7	6,0
670	29	7	5,6
734	32	6	4,9
812	39	5	3,8
873	31	6	5,2
932	30	7	5,5
973	21	10	8,8



RESUMEN

CBR (Promedio %)	7,5	6,4
Desviación Estándar	2,3	2,3
CBR Característico	3,5	2,4
CBR (Máximo %)	71,8	88,1
CBR (Mínimo %)	4,8	3,8



OBSERVACIONES: 1. Correlaciones usadas según Norma Astm D6951

General :  $CBR = 292 / DCP^{0.112}$  para DCP en mm/golpe

Para suelos tipo CL :  $CBR = 1 / (0.017019 \times DCP)^2$  para DCP en mm/golpe

Para suelos tipo CH :  $CBR = 1 / (0.002871 \times DCP)^2$  para DCP en mm/golpe

2. Queda a juicio del profesional la selección de la correlación apropiada.

NOTA 1: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

Ing. Jorge Erazo  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Jorge Albuja M.Sc.  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

"Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad"

Anexos 5: Ensayos de la Mina “RANCHO LA PAZ”



**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO  
NORMAS AASHTO T - 11 Y T - 27 INEN 696 - 697**

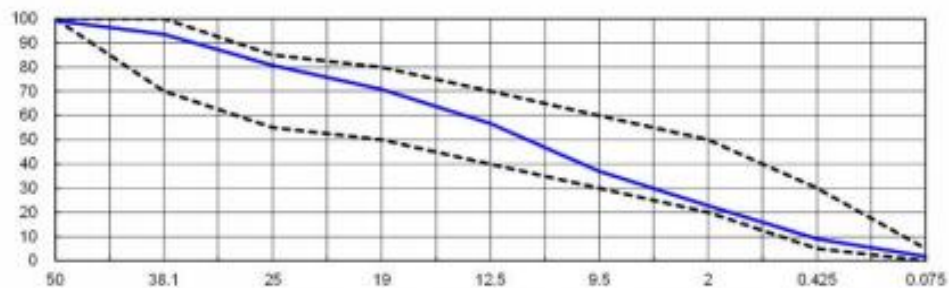
**CLIENTE:** ING JOSÉ RICARDO HERRERA MARTÍNEZ  
**OBRA:**

ASFALTADO DE LAS CALLES CARLOS BRITO, GARCÍA MORENO, ELOY ALFARO, Y 23 DE JULIO PARQUE CENTRAL DE LA PARROQUIA TAMBILLO

**ORDEN DE TRABAJO:** O.T. 10-0020376-03  
**SITIO:** MINA RANCHO LA PAZ  
**TIPO DE MUESTRA:** BASE CLASE II

**ENSAYADO:** SAMUEL ANASI  
**CALCULADO:** TLGO. WLADIMIR AYERVE  
**REVISADO:** ING. MARCELO GALLARDO  
**FECHA:** 12-feb-21

TAMIZ	ABERTURA	RET. PARCIAL	RET. ACUM.	%	%	LIMITES	
Nº	(mm)	(gr)	(gr)	RETENIDO	QUE PASA	min.	máx.
2 1/2"	63	0	0	0.0	100.0		
2"	50	524	524	0.7	99.3	100	100
1 1/2"	38.1	4155	4679	6.5	93.5	70	100
1"	25	9265	13944	19.3	80.7	55	85
3/4"	19	7154	21098	29.2	70.8	50	80
3/8"	12.5	10215	31313	43.3	56.7	40	70
Nº 4	9.5	14245	45558	63.0	37.0	30	60
Nº 10	2	10352	55910	77.3	22.7	20	50
Nº 40	0.425	9871	65781	90.9	9.1	5	30
Nº 200	0.075	5245	71026	98.2	1.8	0	5
BANDEJA		1321	72347	100.0	0.0		



**OBSERVACIONES:**

**APROBADO POR:**  
**ING. MARCELO GALLARDO**  
**LP: 175644**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES.  
NORMAS AASHTO T - 96 INEN 860 Y 861**

**CLIENTE:** *ING JOSÉ RICARDO HERRERA MARTÍNEZ*  
**OBRA:** *ASFALTADO DE LAS CALLES CARLOS BRITO, GARCÍA MORENO. ELOY ALFARO. Y 23 DE JULIO PARQUE CENTRAL*

<b>ORDEN DE TRABAJO:</b>		<b>ENSAYADO:</b>	SAMUEL ANASI
<b>MINA:</b>	MINA RANCHO LA PAZ	<b>CALCULADO:</b>	TLGO. WLADIMIR AYERVE
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	BASE CLASE II	<b>REVISADO:</b>	ING. MARCELO GALLARDO
		<b>FECHA:</b>	12-feb-21

**ENSAYO DE ABRASION**

$$D = C / A * 100$$

$$C = A - B$$

TIPO DE GRADACION:	A		
MASA INICIAL DE LA MUESTRA:	A =		5093 gr.
MASA RETENIDA EN EL TAMIZ No 12 DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	B =		3015 gr.
MASA QUE PASA EL TAMIZ No 12	C =		2078 gr.
PORCENTAJE DE DESGASTE	D =		40.80 %

**OBSERVACIONES:**

**APROBADO POR:  
ING. MARCELO GALLARDO  
LP: 175644**

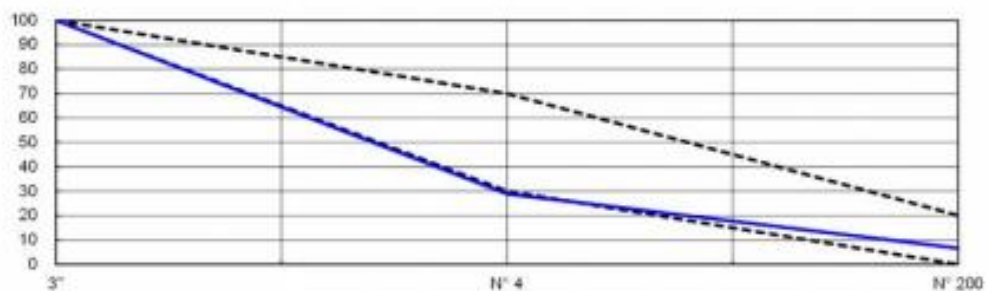
**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO  
NORMAS AASHTO T - 11 Y T - 27 INEN 696 - 697**

**CLIENTE:** *ING JOSÉ RICARDO HERRERA MARTÍNEZ*  
**OBRA:** *ASFALTADO DE LAS CALLES CARLOS BRITO, GARCÍA MORENO, ELOY ALFARO, Y 23 DE JULIO PARQUE CENTRAL*

**ORDEN DE TRABAJO:**  
**SITIO:** MINA RANCHO LA PAZ  
**TIPO DE MUESTRA:** SUB BASE CLASE 3 M-1

**ENSAYADO:** SR. LUIS CARRILLO  
**CALCULADO:** TLGO. WLADIMIR AYERVE  
**REVISADO:** ING. MARCELO GALLARDO  
**FECHA:** 12-feb-21

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	RET. PARCIAL (gr)	RET. ACUM. (gr)	%	%	LIMITE:	
						RETENIDO	QUE PASA
3 1/2"	88,8	0	0	0,0	100,0		
3"	76,2	0	0	0,0	100,0	100	100
N° 4	4,76	20909	20909	71,1	28,9	30	70
N° 200	0,075	6524	27433	93,3	6,7	0	20
BANDEJA		1963	29396	100,0	0,0		



**OBSERVACIONES:**

**APROBADO POR:  
ING. MARCELO GALLARDO  
LP: 175644**



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES.  
NORMAS AASHTO T - 96 INEN 860 Y 861**

**CLIENTE:** *ING JOSÉ RICARDO HERRERA MARTÍNEZ*  
**OBRA:** *ASFALTADO DE LAS CALLES CARLOS BRITO, GARCÍA MORENO. ELOY ALFARO. Y 23 DE JULIO PARQUE CENTRAL*

<b>ORDEN DE TRABAJO:</b>		<b>ENSAYADO:</b>	SAMUEL ANASI
<b>MINA:</b>	MINA RANCHO LA PAZ	<b>CALCULADO:</b>	TLGO. WLADIMIR AYERVE
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	SUB BASE CLASE 3 M-1	<b>REVISADO:</b>	ING. MARCELO GALLARDO
		<b>FECHA:</b>	12-feb-21

**ENSAYO DE ABRASION**

$$D = C / A * 100$$

$$C = A - B$$

TIPO DE GRADACION:	A		
MASA INICIAL DE LA MUESTRA:	A =		5080 gr.
MASA RETENIDA EN EL TAMIZ No 12 DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	B =		2746 gr.
MASA QUE PASA EL TAMIZ No 12	C =		2334 gr.
PORCENTAJE DE DESGASTE	D =		45.94 %

**OBSERVACIONES:**

**APROBADO POR:  
ING. MARCELO GALLARDO  
LP: 175644**

## Anexo 6: Drenaje Vial

CAUDAL DE DISEÑO DE ESCURRIMIENTO DE LA VÍA												
No	TRAMO	INICIO	FIN	ORIENTACIÓN DE LA CURVA	LONGITUD (m)	ANCHO DE LA VÍA (m)	ÁREA DE APORTACIÓN (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE APORTACIÓN (ha)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA "C"	INTENSIDAD (mm/h)	CAUDAL DE LA VÍA (m <sup>3</sup> /s)	
											CUNETA IZQUIERDA	CUNETA DERECHA
1	RECTO	0+000.00	0+047.60		47,600	7,2	342,72	0,0343	0,55	103,15	0,002700467	0,002700467
2	CURVO	0+047.60	0+056.06	I	8,470	7,2	30,49	0,0030	0,55	103,15	0,000240262	
3	RECTO	0+056.60	0+107.70		56,634	7,2	407,76	0,0408	0,55	103,15	0,003212988	0,003212988
4	CURVO	0+107.70	0+121.31	I	13,620	7,2	49,03	0,0049	0,55	103,15	0,000386348	
5	RECTO	0+121.31	0+153.98		32,670	7,2	235,22	0,0235	0,55	103,15	0,001853451	0,001853451
6	CURVO	0+153.98	0+162.36	I	8,370	7,2	30,13	0,0030	0,55	103,15	0,000237426	
7	RECTO	0+162.36	0+260.28		97,920	7,2	705,02	0,0705	0,55	103,15	0,005555246	0,005555246
8	CURVO	0+260.28	0+274.10	I	13,840	7,2	49,82	0,0050	0,55	103,15	0,000392589	
9	RECTO	0+274.10	0+347.40		73,300	7,2	527,76	0,0528	0,55	103,15	0,004158492	0,004158492
10	CURVO	0+347.40	0+351.32	I	3,930	7,2	14,15	0,0014	0,55	103,15	0,000111479	
11	RECTO	0+351.32	0+376.45		25,130	7,2	180,94	0,0181	0,55	103,15	0,001425688	0,001425688
12	CURVO	0+376.45	0+382.66	I	6,210	7,2	22,36	0,0022	0,55	103,15	0,000176154	
13	RECTO	0+382.66	0+427.19		44,530	7,2	320,62	0,0321	0,55	103,15	0,002526298	0,002526298
14	CURVO	0+427.19	0+436.58	I	9,390	7,2	33,80	0,0034	0,55	103,15	0,000266359	
15	RECTO	0+436.58	0+477.13		40,550	7,2	291,96	0,0292	0,55	103,15	0,002300503	0,002300503
16	CURVO	0+477.13	0+481.28	I	4,150	7,2	14,94	0,0015	0,55	103,15	0,00011772	
17	RECTO	0+481.28	0+546.52		65,237	7,2	469,71	0,0470	0,55	103,15	0,003701058	0,003701058
18	CURVO	0+546.52	0+551.92	I	5,401	7,2	19,44	0,0019	0,55	103,15	0,000153206	
19	RECTO	0+551.92	0+597.78		45,866	7,2	330,24	0,0330	0,55	103,15	0,002602093	0,002602093
20	CURVO	0+597.78	0+601.79	I	4,002	7,2	14,41	0,0014	0,55	103,15	0,000113522	
21	RECTO	0+601.79	0+673.93		72,140	7,2	519,41	0,0519	0,55	103,15	0,004092683	0,004092683

22	CURVO ESPIRAL	0+673.93	0+733.93	D	60,000	7,2	216,00	0,0216	0,55	103,15		0,001701975
23	RECTO	0+733.93	0+756.44		22,505	7,2	162,04	0,0162	0,55	103,15	0,001276765	0,001276765
24	CURVO	0+756.44	0+761.00	D	4,558	7,2	16,41	0,0016	0,55	103,15		0,000129293
25	RECTO	0+761.00	0+990,70		229,707	7,2	1653,89	0,1654	0,55	103,15	0,013031852	0,013031852
26	CURVO	0+990.70	0+997.12	D	6,416	7,2	23,10	0,0023	0,55	103,15		0,000181998
27	RECTO	0+997.12	1+120.09		122,965	7,2	885,35	0,0885	0,55	103,15	0,006976112	0,006976112
28	CURVO ESPIRAL	1+120.09	1+156.03	D	35,948	7,2	129,41	0,0129	0,55	103,15		0,00101971
29	RECTO	1+156.03	1+168.30		12,265	7,2	88,31	0,0088	0,55	103,15	0,000695824	0,000695824
30	CURVO	1+168.30	1+188.14	I	19,844	7,2	71,44	0,0071	0,55	103,15	0,0005629	
31	RECTO	1+188.14	1+223.63		35,485	7,2	255,49	0,0255	0,55	103,15	0,002013153	0,002013153
32	CURVO	1+223.63	1+239.16	I	15,533	7,2	55,92	0,0056	0,55	103,15	0,000440613	
33	RECTO	1+239.16	1+337.56		98,397	7,2	708,46	0,0708	0,55	103,15	0,005582308	0,005582308
34	CURVO	1+337.56	1+347.86	I	10,300	7,2	37,08	0,0037	0,55	103,15	0,000292172	
35	RECTO	1+347.86	1+379.71		31,851	7,2	229,33	0,0229	0,55	103,15	0,001806987	0,001806987
36	CURVO ESPIRAL	1+379.71	1+439.71	I	60,000	7,2	216,00	0,0216	0,55	103,15	0,001701975	
37	RECTO	1+439.71	1+449.10		9,392	7,2	67,62	0,0068	0,55	103,15	0,000532832	0,000532832
38	CURVO	1+449.10	1+456.68	I	7,578	7,2	27,28	0,0027	0,55	103,15	0,000214959	
39	RECTO	1+456.68	1+582.28		125,604	7,2	904,35	0,0904	0,55	103,15	0,007125829	0,007125829
40	CURVO ESPIRAL	1+582.28	1+662.77	I	80,486	7,2	289,75	0,0290	0,55	103,15	0,002283086	
41	RECTO	1+662.77	1+839.67		176,898	7,2	1273,67	0,1274	0,55	103,15	0,010035866	0,010035866
42	CURVO	1+839.67	1+852.95	I	13,379	7,2	48,16	0,0048	0,55	103,15	0,000379512	
43	CURVO ESPIRAL	1+852.95	1+905.64	I	52,692	7,2	189,69	0,0190	0,55	103,15	0,001494674	
44	RECTO	1+905.64	1+974.13		68,494	7,2	493,16	0,0493	0,55	103,15	0,003885836	0,003885836
45	CURVO	1+974.13	1+982.59	I	8,457	7,2	30,45	0,0030	0,55	103,15	0,000239893	
46	RECTO	1+982.59	2+007.67		25,081	7,2	180,58	0,0181	0,55	103,15	0,001422908	0,001422908
										<b>TOTAL</b>	<b>0,09832</b>	<b>0,09155</b>

## Anexo 7: Diseño de Cunetas

CUNETA IZQUIERDA O INTERNA															
TRAMO		PENDIENTE %	CAUDAL DE DISEÑO Q <sub>dis</sub> (m <sup>3</sup> /s)	RUGOSIDAD DEL MATERIAL	ALTURA DE LA CUNETA "h" (m)	Altura total "H" (m)	Talud (Ze)	Talud (Zi)	Perimetro mojado (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Radio Hidráulico (m)	Velocidad Calculada (m/s)	Caudal Calculado Q <sub>cal</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Criterio Q <sub>dis</sub> < Q <sub>cal</sub>	Velocidad < 4.75 -7.5 m/s
INICIO	FIN														
0+000	0+180	7,450	0,012	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,87	1,06	CUMPLE	OK
0+180	0+360	7,667	0,120	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,95	1,07	CUMPLE	OK
0+360	0+540	6,828	0,125	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,62	1,01	CUMPLE	OK
0+540	0+720	8,578	0,054	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	6,30	1,13	CUMPLE	OK
0+720	0+900	4,450	0,080	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	4,54	0,82	CUMPLE	OK
0+900	1+080	5,911	0,172	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,23	0,94	CUMPLE	OK
1+080	1+260	8,106	0,106	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	6,12	1,10	CUMPLE	OK
1+260	1+440	7,144	0,223	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,75	1,03	CUMPLE	OK
1+440	1+620	7,872	0,333	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	6,03	1,09	CUMPLE	OK
1+620	1+800	7,478	0,427	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,88	1,06	CUMPLE	OK
1+800	1+980	6,944	0,198	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,67	1,02	CUMPLE	OK
1+980	2+008	7,143	0,010	0,012	0,30	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,75	1,03	CUMPLE	OK

CUNETA DERECHA O EXTERNA															
TRAMO		PENDIENTE %	CAUDAL DE DISEÑO Q <sub>dis</sub> (m <sup>3</sup> /s)	RUGOSIDAD DEL MATERIAL	ALTURA DE LA CUNETA "h" (m)	Altura total "H" (m)	Talud (Ze)	Talud (Zi)	Perimetro mojado (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Radio Hidráulico (m)	Velocidad Calculada (m/s)	Caudal Calculado Q <sub>cal</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Criterio Q <sub>dis</sub> < Q <sub>cal</sub>	Velocidad < 4.75 -7.5 m/s
INICIO	FIN														
0+000	0+180	7,450	0,008	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,87	1,06	CUMPLE	OK
0+180	0+360	7,667	0,098	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,95	1,07	CUMPLE	OK
0+360	0+540	6,828	0,094	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,62	1,01	CUMPLE	OK
0+540	0+720	8,578	0,042	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	6,30	1,13	CUMPLE	OK
0+720	0+900	4,450	0,089	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	4,54	0,82	CUMPLE	OK
0+900	1+080	5,911	0,183	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,23	0,94	CUMPLE	OK
1+080	1+260	8,106	0,802	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	6,12	1,10	CUMPLE	OK
1+0260	1+440	7,144	0,072	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,75	1,03	CUMPLE	OK
1+440	1+620	7,872	0,127	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	6,03	1,09	CUMPLE	OK
1+620	1+800	7,478	0,316	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,88	1,06	CUMPLE	OK
1+800	1+980	6,944	0,075	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,67	1,02	CUMPLE	OK
1+980	2+008	7,143	0,010	0,012	0,3	0,40	1	3	1,37	0,18	0,13	5,75	1,03	CUMPLE	OK

Anexo 8: Cálculo para el diseño de alcantarillas

CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLA														
ALCANTARILLA N°1- TRAMO (0+000 - 0+360)	Q DISEÑO (m3/s)	CALADO	DIÁMETRO (m)	"n" PVC	PENDIENTE	$\theta$ (GRADOS)	$\theta$ (rad)	Área (m2)	Perímetro (m)	Radio Hidráulico	Calado crítico Yc	Velocidad (m/s)	Q calculado (m3/s)	Error %
	0,300	0,29	0,6	0,011	0,01	176,18	3,07	0,14	0,92	0,15	0,36	1,79	0,242	-19,30
	0,300	0,30	0,6	0,011	0,01	180,00	3,14	0,14	0,94	0,15	0,36	1,81	0,257	-14,48
	0,300	0,31	0,6	0,011	0,01	183,82	3,21	0,15	0,96	0,15	0,36	1,84	0,271	-9,62
	0,300	0,32	0,6	0,011	0,01	187,65	3,28	0,15	0,98	0,16	0,36	1,86	0,286	-4,73
	0,300	0,33	0,6	0,011	0,01	191,48	3,34	0,16	1,00	0,16	0,36	1,89	0,301	0,18
	0,300	0,34	0,6	0,011	0,01	195,32	3,41	0,17	1,02	0,16	0,36	1,91	0,315	5,10
	0,300	0,35	0,6	0,011	0,01	199,19	3,48	0,17	1,04	0,16	0,36	1,93	0,330	10,01
ALCANTARILLA N°2- TRAMO (0+360 - 0+720)	Q DISEÑO (m3/s)	CALADO	DIÁMETRO (m)	"n" PVC	PENDIENTE	$\theta$ (GRADOS)	$\theta$ (rad)	Área (m2)	Perímetro (m)	Radio Hidráulico	Calado crítico Yc	Velocidad (m/s)	Q calculado (m3/s)	Error %
	0,400	0,40	0,6	0,011	0,01	218,54	3,81	0,20	1,14	0,17	0,41	2,01	0,401	0,21
	0,400	0,40	0,6	0,011	0,01	218,94	3,82	0,20	1,15	0,17	0,41	2,01	0,402	0,55
	0,400	0,41	0,6	0,011	0,01	223,02	3,89	0,21	1,17	0,18	0,41	2,02	0,416	4,01
	0,400	0,42	0,6	0,011	0,01	227,16	3,96	0,21	1,19	0,18	0,41	2,03	0,430	7,40
	0,400	0,42	0,6	0,011	0,01	227,16	3,96	0,21	1,19	0,18	0,41	2,03	0,430	7,40
	0,400	0,43	0,6	0,011	0,01	231,36	4,04	0,22	1,21	0,18	0,41	2,04	0,443	10,70
	0,400	0,44	0,6	0,011	0,01	235,64	4,11	0,22	1,23	0,18	0,41	2,05	0,456	13,89
ALCANTARILLA N°3- TRAMO (0+720 - 1+080)	Q DISEÑO (m3/s)	CALADO	DIÁMETRO (m)	"n" PVC	PENDIENTE	$\theta$ (GRADOS)	$\theta$ (rad)	Área (m2)	Perímetro (m)	Radio Hidráulico	Calado crítico Yc	Velocidad (m/s)	Q calculado (m3/s)	Error %
	0,658	0,40	0,6	0,011	0,01	218,94	3,82	0,20	1,15	0,17	0,53	2,84	0,569	-13,55
	0,658	0,41	0,6	0,011	0,01	223,02	3,89	0,21	1,17	0,18	0,53	2,86	0,588	-10,58
	0,658	0,42	0,6	0,011	0,01	227,16	3,96	0,21	1,19	0,18	0,53	2,87	0,608	-7,67
	0,658	0,43	0,6	0,011	0,01	231,36	4,04	0,22	1,21	0,18	0,53	2,89	0,626	-4,83
	0,658	0,45	0,6	0,011	0,01	239,16	4,17	0,23	1,25	0,18	0,53	2,91	0,658	0,07
	0,658	0,45	0,6	0,011	0,01	240,00	4,19	0,23	1,26	0,18	0,53	2,91	0,662	0,56
	0,658	0,46	0,6	0,011	0,01	244,46	4,27	0,23	1,28	0,18	0,53	2,92	0,678	3,10

ALCANTARILLA N°4- TRAMO (1+080 - 1+440)	Q DISEÑO (m3/s)	CALADO	DIÁMETRO (m)	"n" PVC	PENDIENTE	$\theta$ (GRADOS)	$\theta$ (rad)	Área (m2)	Perímetro (m)	Radio Hidráulico	Calado crítico Yc	Velocidad (m/s)	Q calculado (m3/s)	Error %
	0,755	0,51	0,6	0,011	0,01	268,85	4,69	0,26	1,41	0,18	0,57	2,92	0,748	-0,96
	0,755	0,52	0,6	0,011	0,01	272,66	4,76	0,26	1,43	0,18	0,57	2,91	0,755	0,00
	0,755	0,53	0,6	0,011	0,01	280,11	4,89	0,26	1,47	0,18	0,57	2,90	0,767	1,53
	0,755	0,54	0,6	0,011	0,01	286,26	5,00	0,27	1,50	0,18	0,57	2,89	0,773	2,44
	0,755	0,55	0,6	0,011	0,01	292,89	5,11	0,27	1,53	0,18	0,57	2,87	0,778	3,07
	0,755	0,56	0,6	0,011	0,01	300,15	5,24	0,27	1,57	0,17	0,57	2,84	0,780	3,37
	0,755	0,57	0,6	0,011	0,01	308,32	5,38	0,28	1,61	0,17	0,57	2,81	0,780	3,27
ALCANTARILLA N°5- TRAMO (1+440 - 1+800)	Q DISEÑO (m3/s)	CALADO	DIÁMETRO (m)	"n" PVC	PENDIENTE	$\theta$ (GRADOS)	$\theta$ (rad)	Área (m2)	Perímetro (m)	Radio Hidráulico	Calado crítico Yc	Velocidad (m/s)	Q calculado (m3/s)	Error %
	0,756	0,50	0,6	0,011	0,01	263,62	4,60	0,25	1,38	0,18	0,57	2,92	0,736	-2,63
	0,756	0,52	0,6	0,011	0,01	273,22	4,77	0,26	1,43	0,18	0,57	2,91	0,756	0,00
	0,756	0,52	0,6	0,011	0,01	274,33	4,79	0,26	1,44	0,18	0,57	2,91	0,758	0,26
	0,756	0,53	0,6	0,011	0,01	280,11	4,89	0,26	1,47	0,18	0,57	2,90	0,767	1,40
	0,756	0,54	0,6	0,011	0,01	286,26	5,00	0,27	1,50	0,18	0,57	2,89	0,773	2,30
	0,756	0,55	0,6	0,011	0,01	292,89	5,11	0,27	1,53	0,18	0,57	2,87	0,778	2,93
	0,756	0,56	0,6	0,011	0,01	300,15	5,24	0,27	1,57	0,17	0,57	2,84	0,780	3,23
ALCANTARILLA N°6- TRAMO (1+800 - 2+008)	Q DISEÑO (m3/s)	CALADO	DIÁMETRO (m)	"n" PVC	PENDIENTE	$\theta$ (GRADOS)	$\theta$ (rad)	Área (m2)	Perímetro (m)	Radio Hidráulico	Calado crítico Yc	Velocidad (m/s)	Q calculado (m3/s)	Error %
	0,368	0,28	0,6	0,011	0,01	172,35	3,01	0,13	0,90	0,14	0,40	2,49	0,322	-12,45
	0,368	0,29	0,6	0,011	0,01	176,18	3,07	0,14	0,92	0,15	0,40	2,53	0,342	-6,96
	0,368	0,30	0,6	0,011	0,01	178,09	3,11	0,14	0,93	0,15	0,40	2,55	0,353	-4,19
	0,368	0,30	0,6	0,011	0,01	178,82	3,12	0,14	0,94	0,15	0,40	2,56	0,356	-3,13
	0,368	0,30	0,6	0,011	0,01	181,53	3,17	0,14	0,95	0,15	0,40	2,58	0,371	0,83
	0,368	0,31	0,6	0,011	0,01	183,82	3,21	0,15	0,96	0,15	0,40	2,60	0,383	4,20
	0,368	0,32	0,6	0,011	0,01	187,65	3,28	0,15	0,98	0,16	0,40	2,64	0,404	9,83

**Anexos 9:** Cronograma Valorado del Programa de Manejo Ambiental “Santa Rosa Alta de Uyumbicho”

<b>CRONOGRAMA VALORADO DE UN PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL DE SANTA ROSA ALTA DE UYUMBICHO</b>																	
<b>PROGRAMA</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>SEMANAS</b>															<b>PRESUPUESTO</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	
<b>PLAN DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>																	
<b>Plan de prevención y control del aire</b>	Prohibición de la quema de desechos al aire libre en la zona del proyecto																\$ -
	Revisión de todas las maquinarias que estén aprobadas por la Revisión Técnica Vehicular																\$ 345,00



<p>Maquinaria que se utilice para el retiro de escombros o desechos de la vía, serán cubiertos para evitar emisiones de polvo y caída de los materiales</p>															<p>\$ 90,00</p>
<p>Cubrir con plástico los materiales finos, para evitar el levantamiento del mismo</p>															<p>\$ 80,00</p>
<p>Mojar o humedecer el material fino, generados por excavaciones, para evitar su esparcimiento</p>															<p>\$ 611,00</p>

Mantenimiento preventivo, para garantizar el buen uso de la maquinaria en el tiempo que dure el proyecto																		\$	100,00	
Poner un horario para la recolección y embarque de los materiales																			\$	-
Establecer el uso del claxon para el caso de emergencias																			\$	-

<p><b>Plan de control del agua</b></p>	<p>Revisar mensualmente el consumo de agua que se ocupa en el proyecto, utilización de tanqueros con el agua necesaria</p>																											<p>\$ 611,00</p>
<p><b>Plan de prevención del agua</b></p>	<p>Impedir la creación de vertederos de residuos a la vía o canales de agua</p>																											<p>\$ -</p>
	<p>Plan de protección del agua, en el cual se tome en cuenta la importancia de mantener limpio el sistema hidrosanitario</p>																											<p>\$ -</p>







<b>Plan de un adecuado manejo de desechos no peligrosos reciclables</b>	Plantear un registro de los materiales ocupados y de los que no son reciclables, separarlos por composición																	\$	-
	Creación de lugares específicos para el almacenamiento de desechos no peligrosos con su respectiva señalización																	\$	45,00
<b>Plan de manejo de residuos sólidos peligrosos</b>	Llevar a entidades adecuadas para el desecho de materiales peligrosos																\$	80,00	

	Creación de lugares específicos para el almacenamiento de desechos peligrosos con su respectiva señalización																			\$	100,00
<b>Plan de capacitación ambiental</b>																					
<b>Programa de capacitación ambiental</b>	Capacitar al cuerpo de trabajadores, el cual se tratará temas como el manejo de los residuos y separación de sustancias nocivas.																			\$	60,00
	Charlas a los empleados, para el buen uso del agua y desechos tóxicos																			\$	-



Programa de participación ciudadana y relaciones comunitarias																		
<b>Inconvenientes entre moradores y trabajadores</b>	Organización de reuniones informativas, a través del presidente del barrio y los moradores del sector																\$	-
	Recepción de inquietudes de los moradores mediante la implementación de un buzón de sugerencias																\$	-
Programa de monitoreo, control y seguimiento																		
<b>Plan de monitoreo y control</b>	Llevar un control exigente para evitar la generación de gases y tener un control de los residuos de la obra																\$	-

	Controles del almacenaje de desechos peligrosos																	\$	-
	Verificar a base de estudios la clase de animales que puede haber en la zona del proyecto, para evitar daños en sus hábitats																	\$	-
<b>Plan de seguimiento</b>	Monitoreo mensual, del plan manejo ambiental																\$	-	
	Control del agua, a través del consumo mensual																\$	-	
	Verificar la cantidad de residuos desechados																\$	-	

Programa de la rehabilitación del área del trabajo																	
<b>Plan de rehabilitación de la zona del proyecto</b>	Realizar un muestreo del área afectada, para su rehabilitación																\$ -
	Incorporación de árboles y arbustos en la zona del proyecto área por área																\$ 50,00
Plan de contingencias																	
<b>Programa de contingencias</b>	Realizar un listado del personal laboral que trabaja en la zona del proyecto																\$ -
	Implementación de extintores en caso de emergencia																\$ 220,00
	Señaléticas de no fumar en diferentes zonas de peligro de incendio																\$ 20,00



<p>Notificar a las autoridades competentes ambientales la finalización de la obra</p>																												\$	-
<p>Comunicar a los pobladores el cierre del proyecto, por medio de volantes y una reunión en la casa comunal de la zona</p>																												\$	20,00
<b>TOTAL</b>															<b>Tres mil, cincuenta y siete dólares americanos</b>										\$	3.117,00			

Anexos 9: Análisis de Precios Unitarios (APUS)

Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía							
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>							
RUBRO	Desbroce, desbosque y limpieza				UNIDAD	ha	
DETALLE	1.1						
<b>EQUIPO</b>							
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
100	HERRAMIENTAS VARIAS	0,05	0,50	0,03	1,000	0,02500	
107	RETROEXCAVADORA	1,00	28,00	28,00	3,000	84,00	
		1,00					
<b>MANO DE OBRA</b>						<b>SUBTOTAL - EQUIPOS</b>	84,03000
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
100	Peón	0,01	4,05	0,04	1,000	0,04050	
196	CHOFER: Para camiones pesados	1,00	5,95	5,95	0,077	0,46	
198	CHOFER: Volquetas (Estr. Oc. C1)	1,00	5,95	5,95	0,100	0,60	
196							
<b>SUBTOTAL - MANO DE OBRA</b>						1,100000	
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO			
101	AGUA EN OBRA	m3	0,08	0,01	0,00080		
134	SEÑALES	U	1,00	21,69	21,69		
<b>SUBTOTAL - MATERIALES</b>						21,69	
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO			
<b>SUBTOTAL - TRANSPORTE</b>							
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Quito, julio de 2023				<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		106,82000	
				COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD		20,00%	21,36400
				OTROS INDIRECTOS %			
REALIZO ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		128,1840	
				<b>VALOR OFERTADO</b>		128,18	



**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Excavación a máquina del terreno** UNIDAD **m<sup>3</sup>**  
 DETALLE **1.3**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	HERRAMIENTAS VARIAS	0,05	0,50	0,03	0,05	1,467
103	EXCAVADORA	1,00	40,00	40,00	0,05	2,00

**MANO DE OBRA**

**SUBTOTAL - EQUIPOS**

3,4700

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
138	Ingeniero civil (Estructural, Hidráulico)	1,00	4,56	4,56	0,05	0,23
106	Ayudante de maquinaria	1,00	4,16	4,16	0,05	0,21
196	CHOFER: Para camiones pesados y ex	1,00	5,95	5,95	0,05	0,30

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA**

0,74

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
101	AGUA EN OBRA	m <sup>3</sup>	1,00	0,01	0,01
140	CINTA DE SEÑALIZACION 3" DOBLE CARA A DOS COLORES	m	2,00	0,13	0,26

**SUBTOTAL - MATERIALES**

0,27

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		<b>4,48</b>
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD	20,00%	0,90
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,38
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>5,38</b>



**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO  
DETALLE

Desalojo de materiales extraídos  
1.4

UNIDAD m<sup>3</sup>/km

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
110	CARGADORA	1,00	36,64	36,64	0,250	9,16
109	VOLQUETA 8 m <sup>3</sup> 210 HP	1,00	25,00	25,00	0,100	2,50

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 11,66

	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón	1,00	4,05	4,05	0,030	0,12
100	CHOFER: Volquetas (Estr. Oc. C1)	1,00	5,95	5,95	0,500	2,98
196	CHOFER: Para camiones pesados y ex	1,00	5,95	5,95	0,25	1,49
198						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 4,59

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

**SUBTOTAL - MATERIALES**

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		16,25
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD	20,00%	3,25
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	19,50
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>19,50</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Excavación para cunetas triangulares** UNIDAD **m<sup>3</sup>/km**  
 DETALLE **2.1**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	HERRAMIENTAS VARIAS	0,05	0,50	0,03	0,004	0,002
100	EXCAVADORA	1,00	40,00	40,00	0,077	3,08
103						

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 3,08

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón	2,00	4,05	8,10	0,500	4,05
100	Albañil	1,00	4,10	4,10	0,500	2,05
107						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 6,10

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
101	AGUA EN OBRA	m <sup>3</sup>	1,00	0,01	0,01

**SUBTOTAL - MATERIALES** 0,01

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS	3,19
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD 20,00%	1,84
OTROS INDIRECTOS %	

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	11,03
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>11,03</b>



**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Cuneta triaangular 1x0,40 de hormigon simple f'c=210kg/cm2, e=10cm** UNIDAD **m**  
 DETALLE **2.3**

**EQUIPO**

	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	HERRAMIENTAS VARIAS	0,05	0,50	0,03	0,50	0,04
ITEM	CONCRETERA DE UN SACO	1,00	3,50	3,50	0,33	1,17
100						
105						

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 1,21

	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón	2,00	4,05	8,10	0,50	4,05
	Ayudante de Albañil	1,00	4,05	4,05	0,70	2,84
100	Albañil	1,00	4,10	4,10	0,50	2,05
101						
107						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 8,94

**MATERIALES**

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	AGUA	litros	1,05	0,02	0,02
	HORMIGÓN SIMPLE 210 kg/cm2	m3	0,80	133,69	106,95
124	ARENA PUESTA EN OBRA	m3	1,00	20,04	20,04
118	TRITURADO 3/4 PUESTO EN OBRA	m3	1,00	25,04	25,04
103	CLAVOS DE 2" A 4"	kg	4,00	1,98	7,92
110	MADERA DE ENCONFRADO	m2	0,50	2,76	1,38
111					
114					

**SUBTOTAL - MATERIALES** 161,35

**TRANSPORTE**

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		171,50
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%	34,30
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	205,80
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>205,80</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO  
DETALLE

**Escavacion para el alcantarillado**

UNIDAD **m**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	HERRAMIENTAS VARIAS	1,00	0,50	0,50	0,20	0,10

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 0,10

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	Peón	2,00	4,05	8,10	1,00	8,10
107	Albañil	2,00	4,10	8,20	1,00	8,20

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 16,30

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
114	MADERA DE ENCONFRADO	m <sup>2</sup>	0,65	2,76	1,79

**SUBTOTAL - MATERIALES** 1,79

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS	18,19
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00% <span style="margin-left: 20px;">3,64</span>
OTROS INDIRECTOS %	

REALIZO  
ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>21,83</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>21,83</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Colocación de tubería de PVC D=600mm** UNIDAD **m**  
 DETALLE

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	HERRAMIENTAS VARIAS	0,05	2,31	0,12		2,31

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 2,31

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón	4,00	4,05	16,20	1,00	16,20
100	Ingeniero civil (Estructural, Hidráulico)	1,00	4,56	4,56	1,00	4,56
138						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 20,76

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
125	Tubería PVC D= 600 mm	m	5,00	8,51	42,55

**SUBTOTAL - MATERIALES** 42,55

**TRANSPORTE**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
102	Camion mediano	u	1,00	6,47	6,47

**SUBTOTAL - TRANSPORTE** 6,47

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		72,09
COSTOS INDIRECTOS Y UTILI	20,00%	14,42
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	86,51
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>86,51</b>



**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo,**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Mejoramiento de la subrasante** UNIDAD **m3**  
 DETALLE **3.2**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS VARI	0,16	0,50	0,08		0,01
VIBRO-APISONADOR	1,00	5,00	5,00	0,300	1,50

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 1,51

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	3,00	4,05	12,15	0,100	1,22
Técnico obras civiles	1,00	4,33	4,33	0,280	1,21

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 2,43

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
MATERIAL DE REPOSICIÓN	m3	1,00	6,80	6,80
AGUA	litros	1,00	0,02	0,02

**SUBTOTAL - MATERIALES** 6,82

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Camion mediano	u	0,10	6,47	0,65

**SUBTOTAL - TRANSPORTE** 0,65

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		11,41
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD 20,00%		2,28
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGE

COSTO TOTAL DEL RUBRO		13,72
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>13,72</b>



Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tumbillo, cantón Mejía

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Suministro y colocación de la sub base clase III, e=50cm** UNIDAD **m3**  
 DETALLE **3.3**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
103	Rodillo pata de cabra 1,8	1,00	37,74	37,74	0,07	2,57

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 2,57

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CHOFER: Para camiones pesados y ex	1,00	5,95	5,95	0,01	0,05
Peón	2,00	4,05	8,10	0,30	2,43

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 2,48

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Sub base III	m3	1,00	11,48	11,48

**SUBTOTAL - MATERIALES** 11,48

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

TOTAL COSTOS DIRECTOS	16,53
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%
OTROS INDIRECTOS %	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>13,64</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>13,64</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Carra de arena, e=50mm**  
 DETALLE **3.4**

UNIDAD **m<sup>3</sup>**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	Rodillo pata de cabra 1,8	1,00	37,74	37,74	0,07	2,57

**MANO DE OBRA**

**SUBTOTAL - EQUIPOS**

2,57

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón	1,00	4,05	4,05	0,28	1,15
	Albañil	1,00	4,10	4,10	0,30	1,23
100	CHOFER: Para camiones pesados y	1,00	5,95	5,95	0,50	2,98
107						
136						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA**

5,36

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
103	ARENA PUESTA EN OBRA	m <sup>3</sup>	1,00	20,04	20,04

**SUBTOTAL - MATERIALES**

20,04

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		27,97
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%	5,59
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	33,56
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>33,56</b>

Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO Colocación de adoquía hexagonal de concreto f'c=400kg/cm2, e=80mm UNIDAD m3  
 DETALLE 3.5

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
108	VIBRO-APISONADOR	1,00	5,00	5,00	0,100	0,50
		1,00				

**MANO DE OBRA** SUBTOTAL - EQUIPOS 0,50

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón	2,00	4,05	8,10	0,040	0,32
100	Albañil	1,00	4,10	4,10	0,040	0,16
107						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 0,48

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
126	Adoquien hexagonal de concreto	m3	1,00	0,02	0,02

**SUBTOTAL - MATERIALES** 0,02

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		1,00
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%	0,20
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,20
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1,20</b>





**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Transporte de los adoquines**  
 DETALLE **3.8**

UNIDAD **u/km**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
103						

**MANO DE OBRA**

**SUBTOTAL - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA**

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

**SUBTOTAL - MATERIALES**

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Camion mediano	u	0,05	6,47	0,32

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

TOTAL COSTOS DIRECTOS		0,32
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%	0,06
OTROS INDIRECTOS %		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>0,38</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>0,38</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Bermas de confinamiento** UNIDAD **m**  
 DETALLE **3.9**

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS VARIAS	0,05	0,50	0,03		0,03
ITEM CONCRETERA DE UN SACO	0,50	3,50	1,75	0,02	0,04
100 VIBRO-APISONADOR	0,05	5,00	0,25	0,20	0,05
105					
108					

**MANO DE OBRA** SUBTOTAL - EQUIPOS 0,12

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2,00	4,05	8,10	0,50	4,05
Albañil	2,00	4,10	8,20	0,50	4,10
100 Maestro mayor en ejecución de obras	1,00	4,55	4,55	0,30	1,37
107					
133					

SUBTOTAL - MANO DE OBRA 3,52

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
CEMENTO PORTLAND TIPO 1 PUESTO EN OBRA	saco	0,10	8,50	0,85
MADERA DE ENCONFRADO	m <sup>2</sup>	0,10	2,76	0,28
102				
114				

SUBTOTAL - MATERIALES 1,13

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL - TRANSPORTE

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		10,77
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%	2,15
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,32
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>12,32</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo,**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO Señal Regulatoria 600x600mm UNIDAD u  
 DETALLE 5.1

**EQUIPO**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS VARI	1,00	0,50	0,50		0,04

**MANO DE OBRA** SUBTOTAL - EQUIPOS 0,04

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Fierrero	1,00	4,10	4,10	0,20	0,82

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 0,82

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SEÑALES	U	1,00	3,43	3,43
ESTRUCTURA PARA SEÑALES	U	1,00	1,25	1,25

**SUBTOTAL - MATERIALES** 4,68

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
-------------	--------	----------	--------	-------

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS	5,54
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD 20,00%	1,11
OTROS INDIRECTOS %	

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGE

COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,65
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>6,65</b>



**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Señal Preventiva 600x600mm**  
 DETALLE **5.2**

UNIDAD **u**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
107	HERRAMIENTAS VARIAS	1,00	0,50	0,50	0,035	0,25
100						

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 0,25

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Ferrero	1,00	4,10	4,10	0,63	2,56
	Ayudante de Ferrero	1,00	4,05	4,05	0,61	2,47
153						
134						
100						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 5,03

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Señales	UNIDAD	1,00	21,69	21,69
	Estructura para señales	u	1,00	6,32	6,32
102					

**SUBTOTAL - MATERIALES** 28,01

**TRANSPORTE**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS	33,29
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00% 6,66
OTROS INDIRECTOS %	

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	33,95
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>33,95</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO  
DETALLE

**Señales Informativas**

UNIDAD

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	HERRAMIENTAS VARIAS	0,05	0,50	0,03		0,01

**MANO DE OBRA**

**SUBTOTAL - EQUIPOS**

0,01

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón	0,20	4,05	0,81	0,017	0,01
	Fierrero	1,00	4,10	4,10	0,100	0,41
100	Ayudante de Fierrero	1,00	4,05	4,05	0,100	0,41

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA**

0,83

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Señales	U	1,00	21,69	21,69
208	Estructura para señales	U	1,00	6,32	6,32

**SUBTOTAL - MATERIALES**

28,01

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		28,85
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%	5,77
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	34,62
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>34,62</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Delineador de curva horizontales 600x750mm** UNIDAD **u**  
 DETALLE **5.4**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	Herramientas varios	0,05				0,01

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 0,01

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón	0,20	4,05	0,81	0,200	0,16
	Fierrero	1,00	4,10	4,10	0,300	1,23
100	Ayudante de Fierrero	1,00	4,05	4,05	0,300	1,22
107						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 2,61

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
	Señales	U	1,00	21,63	21,63
129	Estructura para señales	U	1,00	6,32	6,32
119					
130					

**SUBTOTAL - MATERIALES** 28,01

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		30,63
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%	6,13
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	36,76
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>36,76</b>

**Diseño Vial para la Rectificación y mejoramiento de la Vía Arterial Secundaria, ubicada entre el KM 0+800 y KM 2+000, de "Santa Rosa Alta de Uyumbicho", en la parroquia de Tambillo, cantón Mejía**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO **Linea continua**  
 DETALLE **5.5**

UNIDAD **m**

**EQUIPO**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	Herramientas varias	0,05				0,01

**MANO DE OBRA** **SUBTOTAL - EQUIPOS** 0,01

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
100	Pintor	1,00	4,10	4,10	1,000	4,10
101						

**SUBTOTAL - MANO DE OBRA** 4,10

**MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
120	Pintura	gl	0,01	28,55	0,29
121	Diluyente	gl	0,01	7,45	0,07

**SUBTOTAL - MATERIALES** 0,36

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL - TRANSPORTE**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Quito, julio de 2023

TOTAL COSTOS DIRECTOS		4,47
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES %	20,00%	0,89
OTROS INDIRECTOS %		

REALIZO  
 ANDRADE ADRIAN - JUMBO ROGER

COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,36
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>5,36</b>