

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIEROS CIVILES

**Tema:
ANÁLISIS DE REFORMAS GEOMÉTRICAS PARA: ACCESO A LA
PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA
E35; CALLE LA CANTARILLA ENTRE AV. PICHINCHA E INGRESO A
COMUNIDAD SAN ESTEBAN; Y, ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN
EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35 DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ
DE AYORA PERTENECIENTE AL CANTÓN CAYAMBE**

**Autores:
CHRISTIAN VLADIMIR PAZTAZ CHICAIZA
MARCO VINICIO PINZA ARCENTALES**

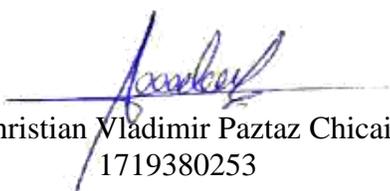
**Tutor:
BYRON IVÁN ALTAMIRANO LEÓN**

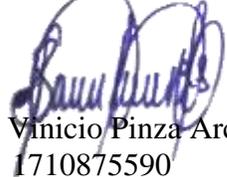
Quito, diciembre del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros: Christian Vladimir Paztaz Chicaiza, con documento de identificación N° 1719380253 y Marco Vinicio Pinza Arcentales con documento de identificación N° 1710875590, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos de patrimoniales en virtud que somos autores del trabajo de titulación intitulado: ANÁLISIS DE REFORMAS GEOMÉTRICAS PARA: ACCESO A LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35; CALLE LA CANTARILLA ENTRE AV. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN; Y, ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35 DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA PERTENECIENTE AL CANTÓN CAYAMBE, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.


Christian Vladimir Paztaz Chicaiza
1719380253


Marco Vinicio Pinza Arcentales
1710875590

Quito, diciembre de 2020

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico, con el tema: ANÁLISIS DE REFORMAS GEOMÉTRICAS PARA: ACCESO A LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35; CALLE LA CANTARILLA ENTRE AV. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN; Y, ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35 DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA PERTENECIENTE AL CANTÓN CAYAMBE, realizado por Christian Vladimir Paztaz Chicaiza y Marco Vinicio Pinza Arcentales, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, diciembre de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'B. I. Altamirano León', enclosed within a large, stylized blue oval scribble.

Ing. Byron Iván Altamirano León, MSc

Cédula: 1709301590

DEDICATORIA

La vida nos da siempre nuevas oportunidades de superación, he aquí un ejemplo de trabajo, lucha diaria, ejemplo de vida, desde el primer día que mis oídos escucharon tu voz, suave, tierna, apasionada, desde ese mismo momento sabía que eras el amor de mi vida, la luz que uno encuentra al final del túnel, para emprender un nuevo camino que solo con tu enseñanza, tu ejemplo, tus valores, tu tranquilidad inclusive en aquellos días donde la vida no tiene otra cosa sino querer romper tu corazón, pero mira todos tus consejos, sabiduría, inteligencia dieron su fruto, sembraste inclusive en terrenos áridos, estériles, difíciles de caminar, pero todo lo que tocabas se transformaba en amor.

Esta tesis es un logro que, sin tu ayuda tú compañía, tú empuje simplemente no se habría logrado. Te doy las gracias Madre amada.

María Dolores Arcetales Villacís queda impregnado tu recuerdo hasta la eternidad en mi mente y en cada recuerdo tuyo, porque no te fuiste de mi vida estás siempre presente en cada paso que doy, simplemente te me adelantaste.

Marco Vinicio Pinza Arcetales

DEDICATORIA

A mi niña hermosa

Mi amada hija Rebeca, Agradezco a Dios el día que te puso en mis brazos, desde ese momento mi vida cambio, llenas de alegría nuestro hogar; Dios bendiga tu vida, ilumine tu camino y que llegues amarlo tanto como él tu madre y yo te amamos.

A mis padres

Egisto Paztaz y Elena Chicaiza, por haberme forjado la persona que soy ahora y enseñarme los más altos valores de honestidad, trabajo y humildad; muchos de mis logros se los debo a ustedes.

A mis hermanos

A mis hermanos Rocio y Henry, por sus grandes demostraciones de afecto apoyo y trabajo, son una bendición en mi vida, a pesar de nuestras diferencia, deseo siempre estar siempre a su lado.

A tí

Mi esposa Janeth Condoy por el amor incondicional que me das todos los días, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre me has apoyado con tu comprensión ternura y amor.

Christian Vladimir Paztaz Chicaiza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por haberme aceptado ser parte de sus aulas, abriéndome las puertas del conocimiento.

A mis maestros que durante toda mi vida universitaria dieron todo su potencial por una enseñanza acorde a sus grandes conocimientos.

A mi compañero de tesis Christian Paztaz, el mismo que con su amistad, conocimiento, lealtad, fortaleció lazos de hermandad. Por la ayuda desinteresada y el gran aporte brindado para la culminación de este trabajo de titulación.

A mi esposa Jenny que, con su paciencia, aliento diario desinteresado estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome.

A mis hijos Joaquín, Micaela, Gabriel son el pilar de mi vida, gracias por existir.

Al Ingeniero Byron Altamirano por su predisposición de ayuda para la culminación íntegra del proyecto de titulación.

A mi Padre, siempre alentándome, motivándome para ser una mejor persona ante la sociedad.

A mis hermanos que siempre han estado para regalarme su tiempo y desearme lo mejor para mi vida y familia.

Al Ingeniero Jorge Sanhuesa que de manera desinteresada me ayudó con su experiencia, tomando como suyo este proyecto de tesis.

A mi amigo Anghel Asitimabay que batalló en las buenas y más en las malas para la elaboración del proyecto de tesis.

Marco Vinicio Pinza Arcemales

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana, por abrirme las puertas y ofrecerme los mejores conocimientos a través de sus docentes de calidad indiscutible, siempre seré fiel a su misión y visión.

Al Ingeniero Byron Altamirano, uno de mis primeros profesores en la carrera y con quien culmino la misma, por ser un gran profesional y sobre todo un excelente ser humano.

Agradezco a mi compañero de tesis Maco Pinza por su inmensa paciencia y dedicación, este trabajo no habría sido posible sin tu ayuda.

Mi agradecimiento también va a la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, por formarme como profesional y ser mi segunda familia.

Agradezco mucho a mis grandes amigos, Ingenieros Luis Barros, Bolívar Pozo, Fernando Racines, José Villacís, José Burbano, Raúl Escobar, Diego Viteri, Rosario Aroca, Patricio Puebla y Alberto Rodríguez, por su valiosa dirección y apoyo para seguir este camino, cuya experiencia y conocimiento me han motivado durante todos estos años.

Christian Vladimir Paztaz Chicaiza

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1 Introducción.	1
1.2 Planteamiento del problema.	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Importancia.....	5
1.5 Propuesta de intervención y beneficiarios.....	5
1.5.1 Intersección de la Autopista E35 y Av. Pichincha.-	5
1.5.2 Intersección Av. Pichincha y calle La Cantarilla.-	6
1.5.3 Intersección calle La Cantarilla y Acceso a Comunidad San Esteban.-	7
1.5.4 Intersección del Acceso a Comunidad San Esteban y AutopistaE35.-	8
1.6 Objetivos.	9
1.6.1 Objetivo General.....	9
1.6.2 Objetivos Específicos.....	9
1.7 Localización general del proyecto.....	11
1.7.1 Límites.	11

CAPÍTULO II

TOPOGRAFÍA	13
2.1 Antecedentes.	13
2.2 Equipos Topográficos Utilizados	13
2.3 Trabajos de Campo Realizados	14
2.3.1 Colocación de Hitos GPS.....	14
2.3.2 Polígono base	20

2.3.3	Faja Topográfica	20
2.3.4	Trabajos de Gabinete	20
2.4	Ubicación del Proyecto	21
CAPÍTULO III		
ESTUDIO DE TRÁFICO		22
3.1	Alcance.....	22
3.2	Metodología empleada.....	22
3.3	Estaciones de conteo.....	23
3.3.1	Tipos de Vehículos.....	23
3.4	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	25
3.4.1	Tráfico Existente.....	25
3.4.2	Cálculo de Variaciones (factores).....	27
3.4.3	Tráfico Atraído.....	30
3.4.4	Tráfico Futuro (TPDA)	30
3.5	Determinación de tipo de vía de acuerdo al tráfico.....	32
3.6	Cálculo del número de ejes equivalentes de acuerdo al método AASHTO.....	33
3.6.1	Factor de Equivalencia de Carga.....	34
3.6.2	Factor Camión.....	38
3.6.3	Factor de Crecimiento.....	38
3.6.4	Carril de Diseño.....	38
CAPÍTULO IV		
ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO.....		46
4.1	Localización del Proyecto.....	46
4.2	Condiciones climáticas.....	48
4.2.1	Precipitación.....	48

4.2.2	Temperatura.	50
4.2.3	Humedad relativa.	52
4.2.4	Nubosidad.	52
4.2.5	Velocidad del viento.	53
4.3	Geología regional.	54
4.3.1	Litoestratigrafía.	54
4.3.2	Geomorfología.	56
4.3.3	Tectónica y estructuras geológicas.	57
4.3.4	Aspecto sísmico.	58
4.4	Aspecto geológico geotécnico del trazado.	59
4.4.1	Descripción geológico-geotécnica del Proyecto.	59
4.4.2	Procesos geodinámicos.	59
4.4.3	Características hidrogeológicas.	61
4.4.4	Evaluación de los materiales a ser excavados.	61
4.5	Propiedades físicas de la sub-rasante.	62
4.5.1	Clasificación de suelos AASHTO.	63
4.5.2	Clasificación de suelos SUCS.	66
4.5.3	California Bearing Ratio (CBR).	68
4.5.4	Módulo Resiliente.	72
4.5.5	Perfil Estratigráfico.	73
4.6	Diseño de la estructura vial (Pavimento flexible, Adoquín).	80
4.6.1	Sub-rasante.	80
4.6.2	Material de sub-base.	80
4.6.3	Material de base.	82
4.7	Fuentes de materiales de construcción.	83

4.7.1	Fuente N°1.- (Mina Pingulmi).	84
-------	-------------------------------	----

CAPÍTULO V

DISEÑO DE PAVIMENTOS	87	
5.1	Antecedentes.	87
5.1.1	Estructura del Pavimento.	87
5.2	Diseño de Pavimento Flexible aplicando el método AASHTO 1993.	88
5.2.1	Metodología.	88
5.2.2	Determinación de los Espesores de Cada Capa.	94
5.2.3	Coficiente Estructural de la Carpeta Asfáltica (a1).	95
5.2.4	Coficiente Estructural de la Base (a2).	96
5.2.5	Coficiente Estructural de la Sub-base (a3).	97
5.2.6	Coficiente de Drenaje.	97
5.2.7	Determinación de los Espesores de la Estructura del Pavimento,	99
5.3	Diseño de Pavimento Articulado por el Método AASHTO 1993.	101
5.3.1	Variables Para el Diseño.	102
5.3.2	Determinación de los Espesores de Cada Capa.	103
5.3.3	Espesores Mínimos en Función del SN.	105

CAPÍTULO VI

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	107	
6.1	Antecedentes.	107
6.2	Descripción Actual de las Vías de Acceso.	107
6.3	Criterios de diseño de las vías.	110
6.3.1	Características del Proyecto.	111
6.4	Clase de Carretera	112
6.4.1	Normas y Especificaciones Especiales de Diseño.	112

6.5	Alineamiento Horizontal.....	112
6.5.1	Velocidad de Diseño.....	113
6.5.2	Radios Mínimos de Curvatura.....	114
6.5.3	Peralte de curvas.....	115
6.5.4	Transición del peralte.....	118
6.5.5	Bombeo Transversal.....	119
6.5.6	Carriles de Aceleración y Desaceleración.....	120
6.5.7	Ancho de Sección Transversal de Vía a Adoptarse.....	123
6.6	Secciones Típicas Adoptadas.....	124
6.6.1	Sección típica (1) vía de 2 carriles (Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35).....	124
6.6.2	Sección típica (2) vía de 2 carriles (Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban) y rampas 3 - 4 – 5 que comunican a la Comunidad San Esteban.....	125
6.6.3	Sección típica (3) vía de circulación exclusiva para uso peatonal (Calle La Cantarilla).....	125
6.6.4	Sección típica (4) rampas de acceso a la Av. Pichincha y salida a la Autopista E35 y rampa 6 que une la Av. Pichincha con el acceso a la Comunidad San Esteban (entrada y salida).....	126
6.6.5	Resumen del proyecto Horizontal.....	131
6.7	Alineamiento Vertical.....	137
6.7.1	Curvas verticales.....	138
6.7.2	Resumen del Proyecto Vertical.....	139
6.8	Movimiento de tierra.....	143
6.8.1	Resumen del Movimiento de Tierras.....	144
6.8.2	Diagrama de masas.....	145

CAPÍTULO VII

DISEÑO HIDRÁULICO	146
7.1 Alcance.....	146
7.2 Recopilación y procesamiento de información general existente para el área de influencia del proyecto vial.....	146
7.2.1 Cartografía y topografía.....	146
7.2.2 Bioclima y ecología.....	146
7.2.3 Parámetros climáticos.....	147
7.2.4 Hidrografía.....	147
7.3 Alcance y objetivos de los estudios de hidrología e hidráulica para obras de arte menor,	148
7.4 Criterios de Diseño.....	150
7.5 Investigación de campo.....	151
7.6 Trabajos realizados.....	151
7.6.1 Metodología Utilizada.....	151
7.6.2 Análisis del régimen pluvial en el área de influencia del proyecto vial	152
7.6.3 Evaluación y diagnóstico del sistema de drenaje vial existente	158
7.6.4 Determinación de caudales máximos esperados.....	160
7.6.5 Dimensionamiento de obras de drenaje superficial.....	161
7.6.6 Sistemas de alcantarillado pluvial (y/o combinado).....	169
7.7 Cantidades de Obra.....	175
7.7.1 Especificaciones técnicas.....	175
7.7.2 Definición de rubros de intervención.....	175
7.7.3 Estimación de Volúmenes de Obra.....	175

CAPÍTULO VIII

SEÑALIZACIÓN	177
8.1 Señalización Vial.....	177
8.2 Dispositivos de control de tráfico.....	177
8.3 Señalización Horizontal.	179
8.3.1 Tipos y Color	179
8.4 Señalización Vertical.....	181
8.4.1 Principios fundamentales.	181
8.4.2 Clasificación.	182
8.4.3 Estimación de Volúmenes de Obra.....	190
8.5 Cantidades de Obra.	191

CAPÍTULO IX

EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	192
9.1 Antecedentes	192
9.2 Diagnóstico de la situación	192
9.2.1 Área de Influencia socio económica	193
9.3 Ubicación de la Escombrera.....	194
9.4 Caracterización Ambiental.....	194
9.4.1 Sistema Abiótico	195
9.4.2 Sistemas Bióticos	197
9.4.3 Medio Antrópico	200
9.5 Identificación de impactos ambientales	203
9.5.1 Evaluación de Impactos Ambientales	206
9.6 Plan de manejo ambiental	212
9.6.1 Introducción	212

9.6.2	Objetivos.....	213
9.6.3	Responsabilidades de la Implementación del Plan De Manejo	213
9.7	Estructura del Plan de Manejo Ambiental.....	213
9.7.1	Plan de Prevención, Mitigación y Remediación de Impactos.....	215
9.7.2	Plan de Contingencias.....	219
9.7.3	Plan de Capacitación.....	221
9.7.4	Plan de Manejo de Desechos.	226
9.7.5	Plan de Relaciones Comunitarias.....	231
9.7.6	Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas.	232
9.7.7	Plan de Abandono y Entrega del Área.....	233
9.7.8	Plan de Monitoreo y Seguimiento.....	234
9.7.9	Programa de Monitoreo y Seguimiento	235
9.8	Cantidades de Obra.	236

CAPÍTULO X

	ANÁLISIS DE COSTO Y PRESUPUESTO	237
10.1	Presupuesto de Obra	237
10.1.1	Cantidades de Obra.	243
10.2	Análisis de Precios Unitarios.....	243
10.2.1	Equipo y Maquinaria.....	245
10.2.2	Mano de Obra.	245
10.2.3	Materiales.....	250
10.2.4	Indirectos.....	250
10.3	Cronograma Valorado de Trabajos.....	251
10.4	Cálculo de los Beneficios Valorados.....	264
10.4.1	Ahorro de Tiempo de Viaje.	264

10.4.2	Ahorro en Costos de Operación Vehicular.	265
10.4.3	Ahorro en Combustible.	265
10.4.4	Ahorro en Costo de Plusvalía.	266
10.5	Evaluación Económica Financiera.	267
10.5.1	Mantenimiento Vial.	267
10.5.2	Valor Actual Neto (VAN).....	268
10.5.3	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	270
10.5.4	Beneficio/Costo (B/C)	271
CONCLUSIONES		273
RECOMENDACIONES.....		276
REFERENCIAS.....		278

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Coordenadas Planas UTM, Zona 17 del inicio y final del Proyecto.</i>	12
Tabla 2	<i>Puntos GPS (Sistema de Posicionamiento Global) del Proyecto.</i>	14
Tabla 3	<i>Ubicación Estaciones de Conteo.</i>	25
Tabla 4	<i>Conteo Manual y Resumen Estación 1 y 2.</i>	25
Tabla 5	<i>Estimación del TPDA en función del conteo horario.</i>	26
Tabla 6	<i>Corrección del Tráfico para 24 horas Estación1.</i>	26
Tabla 7	<i>Corrección del Tráfico para 24 horas Estación2.</i>	27
Tabla 8	<i>Resumen de factores diarios, Estación 1 y 2.</i>	28
Tabla 9	<i>Factores de ajuste mensual - Fm (Pichincha).</i>	29
Tabla 10	<i>Resumen Factores de variación y TPDA existente.</i>	29
Tabla 11	<i>Factores de carril de diseño.</i>	38
Tabla 12	<i>TPDA (proyectado) bidireccional.</i>	39
Tabla 13	<i>TPDA (proyectado) bidireccional.</i>	40
Tabla 14	<i>TPDA (proyectado) un carril, TMDA.</i>	41
Tabla 15	<i>TPDA (proyectado) un carril, TMDA.</i>	42
Tabla 16	<i>Factor camión, ESAL en carril de diseño.</i>	43
Tabla 17	<i>Factor camión, ESAL en carril de diseño.</i>	44
Tabla 18	<i>Litología geológica del proyecto</i>	56
Tabla 19	<i>Valores de Z en función de la zona sísmica.</i>	58
Tabla 20	<i>Valores de Z en función de la zona sísmica.</i>	62
Tabla 21	<i>Ubicación y coordenadas de calicatas.</i>	63
Tabla 22	<i>Ubicación y coordenadas de calicatas.</i>	65
Tabla 23	<i>Clasificación SUCS.</i>	67
Tabla 24	<i>Clasificación sub-rasante por % CBR.</i>	69

Tabla 25 Resumen CBR del proyecto.....	69
Tabla 26 % de CBR mayores o iguales.....	71
Tabla 27 % de CBR mayores o iguales.....	72
Tabla 28 Granulometrías sub-base.....	82
Tabla 29 Granulometrías sub-base.....	83
Tabla 30 Funciones y propiedades mecánicas de las capas que forman el pavimento.	87
Tabla 31 Valor de percentil en función de ejes equivalentes total.	89
Tabla 32 Niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO.....	91
Tabla 33 Coeficientes De Drenaje Para Tiempos En Función De La Calidad Del Drenaje	98
Tabla 34 Valores mínimos D1 y D2 en función del número de ESAL's	100
Tabla 35 Resumen de espesores de las capas.	101
Tabla 36 Valores recomendables de velocidad de diseño en rampas en relación a la velocidad de diseño de la carretera principal.	115
Tabla 37 Radios mínimos para curvas en ramales o lazos.....	115
Tabla 38 Variación del peralte (en porcentaje) para ramales.	120
Tabla 39 Anchos de calzada.	124
Tabla 40 Curvas verticales convexas y cóncavas mínimas.	138
Tabla 41 Reporte Movimiento de Tierras (Pavimento Flexible).	144
Tabla 42 Reporte Movimiento de Tierras (Adoquinado).	145
Tabla 43 Intensidades Máximas de lluvia.....	157
Tabla 44 Inventario de Alcantarillas existentes.....	158
Tabla 45 Inventario de cunetas laterales existentes.	159
Tabla 46 Inventario de cunetas laterales existentes.	159

Tabla 47 Verificación del dimensionamiento hidráulico de alcantarillas principales para $Tr=25$ años.	165
Tabla 48 Verificación del dimensionamiento hidráulico de alcantarillas principales para $Tr=100$ años.	165
Tabla 49 Cálculo de capacidad de cuneta lateral propuesta.	168
Tabla 50 Diseño de alcantarillado pluvial en tramo 0+040 a 0+371.	172
Tabla 51 Diseño de alcantarillado pluvial en tramo 0+040 a 0+371.	173
Tabla 52 Resumen de cantidades de obra para el drenaje vial.	176
Tabla 53 Reglamentos Técnicos Ecuatorianos INEN y normas técnicas.	178
Tabla 54 Clasificación de señales horizontales y sus funciones.	179
Tabla 55 Resumen de cantidades de obra para señalización.	191
Tabla 56 Mamíferos.	199
Tabla 57 Aves.	199
Tabla 58 Anfibios y reptiles.	199
Tabla 59 Calificación Ambiental Matriz de Leopold.	207
Tabla 60 Parámetros de Calificación Ambiental Matriz de Leopold.	207
Tabla 61 Análisis e Interpretación de Resultados.	208
Tabla 62 Programa de calidad del aire.	215
Tabla 63 Programa de control de ruido.	216
Tabla 64 Programa de control de polvo.	217
Tabla 65 Programa de manejo de flora y fauna.	218
Tabla 66 Programa de riesgos a la seguridad de trabajadores.	219
Tabla 67 Programa de emergencias.	220
Tabla 68 Plan de capacitación. a técnicos y trabajadores.	221
Tabla 69 Programa de Dotación de Equipos de Protección Personal.	222

Tabla 70 Programa de Seguridad Industrial y salud Ocupacional	224
Tabla 71 Programa de señalización preventiva, informativa y ambiental.	225
Tabla 72 Programa de manejo de desechos sólidos.	226
Tabla 73 Programa de manejo y recolección de escombros.	227
Tabla 74 Programa de manejo de desechos líquidos.	228
Tabla 75 Programa de manejo de residuos sólidos peligrosos.	229
Tabla 76 Programa de información pública.	231
Tabla 77 Plan de rehabilitación de áreas afectadas.	232
Tabla 78 Plan de abandono y entrega del área.	233
Tabla 79 Plan de monitoreo y seguimiento.	234
Tabla 80 Programa de monitoreo y seguimiento ambiental.	235
Tabla 81 Resumen de cantidades de obra para ambiental.	236
Tabla 82 Presupuesto referencial 1 (Pavimento flexible).	237
Tabla 83 Presupuesto referencial 2 (Pavimento Articulado)	240
Tabla 84 Salarios mano de obra a enero 2020.	246
Tabla 85 Cálculo de Costos Indirectos, Imprevistos y Utilidad	251
Tabla 86 Cronograma valorado de trabajos 1 (Pavimento flexible)	253
Tabla 87 Cronograma valorado de trabajos escenario 2 (Pavimento articulado) ...	258
Tabla 88 Estimación de ahorro de tiempo de viaje	264
Tabla 89 Estimación de ahorro de costos de operación vehicular.	265
Tabla 90 Estimación de ahorro en combustible	265
Tabla 91 Estimación de beneficio en plusvalía.	266
Tabla 92 Resumen de beneficios valorados	266
Tabla 93 Estimación de mantenimiento vial (Pavimento flexible)	267
Tabla 94 Estimación de mantenimiento vial (Pavimento articulado)	268

Tabla 95 <i>Valor actual neto (Pavimento flexible)</i>	269
Tabla 96 <i>Valor actual neto (Pavimento articulado)</i>	270
Tabla 97 <i>Comparación TIR Asfalto Vs Adoquin</i>	271
Tabla 98 <i>Estimación Beneficio Costo</i>	271

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Maniobra peligrosa, lugar del proyecto E35 y Av. Imbabura</i>	4
Figura 2 <i>Maniobra peligrosa Intersección Autopista E35 y Av. Imbabura</i>	6
Figura 3 <i>Intersección Av. Pichincha y Calle La Cantarilla</i>	7
Figura 4 <i>Mal estado de la calzada intersección calle La Cantarilla e Ingreso a Comunidad San Esteban</i>	8
Figura 5 <i>Intersección E35 Ingreso Comunidad San Esteban</i>	9
Figura 6 <i>Ubicación Parroquia Rural San José de Ayora</i>	12
Figura 7 <i>Ubicación de puntos GPS</i>	15
Figura 8 <i>Monografía de Control horizontal y vertical GPS EP-1</i>	16
Figura 9 <i>Monografía de Control horizontal y vertical GPS EP-2</i>	17
Figura 10 <i>Monografía de Control horizontal y vertical GPS EP-3</i>	18
Figura 11 <i>Monografía de Control horizontal y vertical GPS EP-4</i>	19
Figura 12 <i>Ubicación del Proyecto</i>	21
Figura 13 <i>Ubicación del Proyecto con las Estaciones de Conteo de Tráfico Vehicular</i>	23
Figura 14 <i>Tipos de Vehículos</i>	24
Figura 15 <i>Resumen del tráfico atraído</i>	30
Figura 16 <i>Tasas de crecimiento parque automotor en la Provincia de Pichincha</i>	31
Figura 17 <i>Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado (Estación 1)</i>	31
Figura 18 <i>Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado (Estación 2)</i>	32
Figura 19 <i>Clase de Vía en función de TPDA</i>	33
Figura 20 <i>Carga De Tráfico - Determinación De Factores Equivalentes</i>	35
Figura 21 <i>Tipos de ejes, simbología, gráficos, pesos máximos por eje(s)</i>	35
Figura 22 <i>Tablas de pesos y medidas</i>	36

Figura 23 <i>Factores de equivalencia de carga.</i>	37
Figura 24 <i>ESAL de diseño.</i>	45
Figura 25 <i>Ubicación del Proyecto</i>	47
Figura 26 <i>Mapa de Ubicación local</i>	47
Figura 27 <i>Precipitación media mensual.</i>	49
Figura 28 <i>Precipitación media anual.</i>	49
Figura 29 <i>Ubicación estación meteorológica.</i>	50
Figura 30 <i>Histograma de temperatura.</i>	51
<i>Figura 31 Histograma de humedad relativa.</i>	52
Figura 32 <i>Histograma de nubosidad.</i>	53
Figura 33 <i>Histograma de velocidad de viento</i>	54
Figura 34 <i>Mapa de Ubicación local</i>	55
Figura 35 <i>Mapa para diseño sísmico.</i>	58
Figura 36 <i>Carta de clasificación AASHTO.</i>	65
Figura 37 <i>Carta de plasticidad.</i>	67
Figura 38 <i>CBR de diseño.</i>	71
Figura 39 <i>Perfil estratigráfico Av. Pichincha (0+000.000 - 0+500.000).</i>	74
Figura 40 <i>Perfil estratigráfico Av. Pichincha (0+500.000 – 0+892.166).</i>	75
Figura 41 <i>Perfil estratigráfico Av. Pichincha y Comunidad San Esteban (0+460.402 - 1+306.841).</i>	76
Figura 42 <i>Perfil estratigráfico Calle La Cantarilla (0+000.000 – 0+253.067).</i>	77
Figura 43 <i>Perfil estratigráfico Rampas 1, 2 y 3.</i>	78
Figura 44 <i>Perfil estratigráfico Rampas 1, 2 y 3.</i>	79
Figura 45 <i>Ubicación con respecto al proyecto.</i>	85

Figura 46 <i>Secuencia estratificada de sedimentos volcánicos: Tobas, aglomerados volcánicos de buena compacidad.</i>	85
Figura 47 <i>Afloramiento natural de material, de materiales volcánicos</i>	86
Figura 48 <i>Stock de materiales obtenidos del afloramiento de sectores cercanos; representados por material granular con finos arenosos; aptos para la construcción de las diferentes obras civiles ubicación con respecto al proyecto</i>	86
Figura 49 <i>CBR de diseño.</i>	90
Figura 50 <i>Valores de desviación estándar (Zr) normal en función de niveles de confiabilidad</i>	92
Figura 51 <i>Ábaco de diseño de la AASHTO.</i>	93
Figura 52 <i>Cálculo del número estructural AASHTO 1993.</i>	94
Figura 53 <i>Figura para hallar a1 en función del módulo elástico.</i>	95
Figura 54 <i>Grafico para determinar el coeficiente estructural (a2) de la base granular.</i>	96
Figura 55 <i>Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a3) de la Sub-base granular.</i>	97
Figura 56 <i>Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a3) de la Sub-base granular.</i>	99
Figura 57 <i>Cálculo del número estructural AASHTO 1993.</i>	103
Figura 58 <i>Análisis de del diseño por capas. guía aashto AASHTO 1993.</i>	105
Figura 59 <i>Ingreso Av. Pichincha.</i>	107
Figura 60 <i>Ingreso Calle La Cantarilla</i>	108
Figura 61 <i>Calle La Cantarilla hacia acceso Comunidad San Esteban</i>	109
Figura 62 <i>Av. Pichincha</i>	109

Figura 63 <i>Ingreso a la vía que conduce a la Florícola Parte Tres desde la Av. Pichincha.</i>	110
Figura 64 <i>Relación de la velocidad de circulación con la velocidad de diseño.</i>	113
Figura 65 <i>Radio mínimos de curvatura en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”.</i>	114
Figura 66 <i>Peraltes, sobreechornos y longitudes X, L para el desarrollo</i>	117
Figura 67 <i>Largos mínimos para los carriles de aceleración.</i>	122
Figura 68 <i>Largos mínimos para los carriles de aceleración.</i>	123
Figura 69 <i>Sección típica (1) vía de 2 carriles (Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35).</i>	127
Figura 70 <i>Sección típica (2) vía de 2 carriles (Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban) y rampas 3 - 4 – 5 que comunican a la Comunidad San Esteban. Elaborado por: Los Autores.</i>	128
Figura 71 <i>Sección típica (3) vía de circulación exclusiva para uso peatonal (Calle La Cantarilla).</i>	129
Figura 72 <i>Sección típica (4) rampas 1-2 de acceso a la Av. Pichincha y salida a la Autopista E35 y rampa 6 que une la Av. Pichincha con el acceso a la Comunidad San Esteban (entrada y salida).</i>	130
Figura 73 <i>Resumen del Proyecto horizontal (Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35).</i>	131
Figura 74 <i>Resumen del Proyecto horizontal (Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban).</i>	132
Figura 75 <i>Resumen del Proyecto horizontal vía de circulación exclusiva para uso peatonal (Calle La Cantarilla).</i>	133
Figura 76 <i>Resumen del Proyecto horizontal rampa 2 salida a la Autopista E35.</i>	134

Figura 77 <i>Resumen del Proyecto horizontal rampa 1 de acceso a la Av. Pichincha.</i>	134
Figura 78 <i>Resumen del Proyecto horizontal rampa 4 que comunican a la Comunidad San Esteban.</i>	135
Figura 79 <i>Resumen del Proyecto horizontal rampa 3 que comunican a la Comunidad San Esteban desde la Av. Pichincha.</i>	135
Figura 80 <i>Resumen del Proyecto horizontal rampa 6 que une la Av. Pichincha con el acceso a la Comunidad San Esteban (entrada y salida).</i>	136
Figura 81 <i>Resumen del Proyecto horizontal rampas 5 que comunican a la Comunidad San Esteban.</i>	136
Figura 82 <i>Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.</i>	137
Figura 83 <i>Resumen del Proyecto vertical (Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35).</i>	139
Figura 84 <i>Resumen del Proyecto vertical (Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban).</i>	140
Figura 85 <i>Resumen del Proyecto vertical vía de circulación exclusiva para uso peatonal (Calle La Cantarilla).</i>	140
Figura 86 <i>Resumen del Proyecto vertical rampa 1 de acceso a la Av. Pichincha.</i>	141
Figura 87 <i>Resumen del Proyecto vertical rampa 3 que comunican a la Comunidad San Esteban desde la Av. Pichincha.</i>	141
Figura 88 <i>Resumen del Proyecto vertical rampa 2 salida a la Autopista E35.</i>	141
Figura 89 <i>Resumen del Proyecto vertical rampas 5 que comunican a la Comunidad San Esteban.</i>	142
Figura 90 <i>Resumen del Proyecto vertical rampa 4 que comunican a la Comunidad San Esteban.</i>	142

Figura 91 <i>Resumen del Proyecto vertical rampa 6 que une la Av. Pichincha con el acceso a la Comunidad San Esteban (entrada y salida).</i>	142
Figura 92 <i>Ubicación del proyecto en carta topográfica de Cayambe Escala 1:50.000.</i>	148
Figura 93 <i>Precipitación media mensual.</i>	152
Figura 94 <i>Precipitación media mensual.</i>	153
Figura 95 <i>Precipitación media mensual</i>	153
Figura 96 <i>Precipitación media mensual</i>	154
Figura 97 <i>Zonificación de Intensidades de lluvia.</i>	155
Figura 98 <i>Zonificación de Intensidades de lluvia.</i>	156
Figura 99 <i>Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).</i>	157
Figura 100 <i>Profundidad crítica en conductos circulares.</i>	163
Figura 101 <i>Sección transversal de cuneta lateral propuesta.</i>	168
Figura 102 <i>Longitud máxima de descarga cuneta lateral propuesta.</i>	169
Figura 103 <i>Sección típica propuesta para áreas urbanas.</i>	171
Figura 104 <i>Sección típica propuesta para áreas rurales.</i>	171
Figura 105 <i>Sección típica propuesta para calle peatonal.</i>	172
Figura 106 <i>Señales regulatorias utilizadas.</i>	182
Figura 107 <i>Señales preventivas utilizadas.</i>	183
Figura 108 <i>Tabla INEN para dimensiones de las señales preventivas.</i>	184
Figura 109 <i>Altura y localización lateral de las señales verticales.</i>	185
Figura 110 <i>Señales de información utilizadas.</i>	186
Figura 111 <i>Señales delineadores utilizadas.</i>	187
Figura 112 <i>Señales temporales para trabajo.</i>	189
Figura 113 <i>Señales temporales para trabajo.</i>	190

Figura 114 <i>Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.</i>	204
Figura 115 <i>Matriz de Identificación de Rehabilitación y operación de accesos viales.</i>	205
Figura 116 <i>Matriz de Leopold.</i>	208
Figura 117 <i>Esquema para almacenamiento de residuos sólidos peligrosos</i>	230
Figura 118 <i>Formato Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.S)</i>	244
Figura 119 <i>Cálculo de costo horario de equipo pesado.</i>	245

RESUMEN

El propósito del presente proyecto técnico es la obtención de los diseños definitivos de ingeniería para las reformas geométricas de la Av. Pichincha, calle La Cantarilla, una variante que conecta estas dos y 6 rampas de transición; todas estas ubicadas a la altura del Km 182 de la Panamericana Sur E-35, en el acceso norte de la Parroquia San José de Ayora del Cantón Cayambe Provincia de Pichincha

Para ello, se ejecutaron tres etapas; en primer lugar se realizaron los estudios de topografía debidamente geo referenciados con el sistema de coordenadas WGS-84; estudios de tráfico bajo norma AASHTO 1993; estudios geológicos y geotécnicos bajos normas ASTM y ambientales según recomendaciones del Ministerio del Ambiente; posteriormente se abordó la segunda etapa correspondiente a los diseños de las estructuras de los pavimentos tanto flexible como articulado, a fin de proponer dos alternativas, así como también los diseños geométricos, hidráulicos y de señalización, todos estos bajo norma emitida por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador y el método AASHTO1993 con sus respectivos planos; finalmente se realizó las valoraciones y comparaciones de los diseños mediante la determinación de cantidades de obra, elaboración de precios unitarios y cronogramas referenciales; que indican a la opción con capa de rodadura en adoquín como la opción más viable económicamente.

Se estima que la ejecución de las reformas geométricas beneficiará a los 8860 viajes que se realizan diariamente en la parroquia, mejorará los tiempos de transporte de personas bienes y servicios a las comunidades aledañas, mejorará la calidad de vida de los moradores de la calle La Cantarilla ya que los vehículos pesados usaran la variante propuesta, en lugar de esta; y, sobre todo se reducirá la tasa de siniestralidad en el km.182 de la Panamericana E-35, provocada por la incorporación y salida de los vehículos a la autopista; y en conjunto al desarrollo de la parroquia.

Palabras clave: Reformas geométricas, geotecnia, impacto ambiental, Ayora.

ABSTRACT

This project's objective is the final engineering design for the geometrical reform at the crossing of Pichincha Ave. and La Cantarilla St., a new variant for the junction of the latter and the former and six transition ramps; these are located in San José de Ayora's north entrance at km 182 of the Panamericana Sur E-35 in Pichincha Province, Cayambe Canton.

The project has been developed in three stages. The first stage consisted in basic studies. Surveying was WGS-84 geo-referenced, traffic studies were based on the AASHTO-93 Standard, geological and geotechnical studies under ASTM Standards and Ecuador's Ministerio del Ambiente guidelines for environmental standards. Subsequently, the second stage corresponding to the paving structural design was approached with two alternatives, paved (concrete setts) and asphalt concrete. In this stage were also included the geometrical, hydraulic and traffic signaling plans in accordance with Ecuador's Ministerio de Obras Públicas and AASHTO-93 standards. The third stage consisted in the evaluation and comparison between the two paving methods taking in considerations the quantities of works, unit prices' analysis and investment initial schedules, which lead to the conclusion that the economically most convenient option for the tread layer is sett paved.

The construction of these geometric reforms are estimated to benefit the 8860 trips that are made from and to San José de Ayora parish every day, improving travel time of people, goods and services to the surrounding communities, improve the quality of life of La Cantarilla St. neighbors since heavy transport units would use the proposed variant, and, above all, the accident rate will be drastically reduced at km 182 of the Panamericana Sur E-35 due to vehicles entry and exit to Ayora, significantly helping to the future development and well-being of the parish and its people.

Keywords: Geometric reforms, geotechnics, environmental impact, Ayora.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 Introducción.

Los diseños de las 3 reformas geométricas viales para el acceso a la parroquia de San José de Ayora del Cantón Cayambe, son de suma importancia para la comunidad, pues su materialización ayudará ostensiblemente a reducir los índices de siniestralidad causados por accidentes de tránsito y reducirá los costes de mantenimiento de los vehículos que transitan por estos puntos.

En la intersección del Km. 182 de la Panamericana E35 y Avenida Imbabura, se ha proyectado la primera reforma geométrica, que contempla la implementación de dos rampas de ingreso y salida mediante las cuales los conductores podrán, en primera instancia, reducir adecuadamente su velocidad para ingresar a la calle Imbabura; y, en segunda instancia, podrán visualizar a los vehículos que circulan en la E35 e incorporarse a esta de forma adecuada; la implementación de esta reforma evitará que los vehículos que circulan a gran velocidad en la E35, realicen maniobras peligrosas, que pongan en peligro a otros conductores y peatones.

La segunda reforma ubicada en la intersección de la Av. Pichincha y calle La Cantarilla, consiste en una variante de 465 metros que reemplazará a la calle La Cantarilla, misma que no es apta para tránsito vehicular, y que actualmente se encuentra en mal estado.

La tercera reforma consiste en mejorar los accesos a la comunidad San Esteban, los cuales se encuentran en mal estado, mediante la implementación de cunetas, mejoramiento de calzada y ampliación de dimensiones, adecuación de radios de curvatura.

Para obtener las propuestas de reformas viales inicialmente se obtuvieron los datos topográficos del área de estudio constantes en el capítulo II; proseguimos con la cuantificación de los vehículos que transitan por el área del proyecto, a través del estudio de tráfico, cuyos resultados se reflejan en el capítulo III, a continuación se identificaron las características físicas del sub suelo, mediante estudios geológicos y geotécnicos los resultados se los puede encontrar en el capítulo IV; el capítulo V comprende los diseños de dos tipos de pavimentos, flexible y articulado; con esta información se prosiguió a los diseños geométricos de las propuestas en el capítulo VI, aclarando que se requerirá de un replanteo a etapa de construcción; seguidamente se dimensionaron las obras de drenaje que permitirán proteger las obras de la acción de las lluvias y permitirán conducir estos caudales a sitios adecuados, como se detalla en el capítulo VII; una vez determinados todos estos parámetros, se realizó los estudios de señalización con sus correspondientes planos, que permitirán brindar seguridad tanto a conductores, como a peatones, sus dimensiones y ubicación se encuentran en el capítulo VIII; en el capítulo IX se podrá encontrar los estudios del Plan de Manejo Ambiental, el cual constituye una guía en la etapa de construcción que permitirá reducir al mínimo el impacto de estas obras al medio ambiente; finalmente en el capítulo X se elaboraron los presupuestos de cada una de las alternativas basándose en salarios vigentes, rendimientos razonables, constantes en los respectivos análisis de precios unitarios, además se realizó los estudios comparativos de costo beneficio del proyecto.

Finalmente aclaramos que el presente proyecto cuenta con estudios a nivel de pre factibilidad y no constituyen diseños definitivos; que, en el caso de ser considerados para su ejecución parcial o total se deberán ajustar los diseños a los cambios topográficos y otras

modificaciones en el área que se produzcan en el lapso desde el presente estudio hasta su ejecución.

1.2 Planteamiento del problema.

De acuerdo a las estadísticas de la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (ANT), desde abril de 2014 hasta septiembre de 2018, en el cantón Cayambe se han registrado 315 siniestros de tránsito dejando un saldo de 89 fallecidos y 314 lesionados, lo que lo convirtió en el año 2016 como el cantón con mayor lesividad y letalidad (90 lesionados x 100 AT, 29 fallecidos x 100 AT) (Algora, 2017), siendo una de las causas de estos siniestros el estado de la infraestructura vial.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural de San José de Ayora, que forma parte integrante del Cantón Cayambe de la Provincia de Pichincha, preocupado del incremento de la tasa de siniestralidad desea tomar acciones y políticas de seguridad vial en uno de sus principales ejes de movilidad: La Avenida Pichincha la que desemboca al inicio de una curva en la Panamericana Norte E35 en el Km.182, lugar en el que se ha identificado que, el tránsito que ingresan o sale de la Parroquia obliga a que los vehículos que circulan por la E35 realicen maniobras peligrosas (ver Figura 1) como reducciones bruscas de velocidad, adelantamientos e invasión de carril contrario, generando situaciones que en ocasiones han dado como resultado accidentes de tránsito y la pérdida lamentable de vidas humanas.

Figura 1

Maniobra peligrosa, lugar del proyecto E35 y Av. Imbabura



Nota: Autobús invade carril contrario para evitar colisionar con vehículos que ingresan a San José de Ayora. Elaborado por: Los Autores.

1.3 Justificación.

Las actividades tanto domésticas, comerciales, industriales, financieras, educacionales del Cantón Cayambe se desarrollan en torno a del eje vial de la Panamericana Norte E35, y sobre esta se encuentra la parroquia de San José de Ayora, y que de acuerdo al Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV). Este asentamiento humano debe ser catalogados dentro de la red de nodos de vinculación nacional y micro regional, por lo que el Cantón así como sus parroquias han sido denominados “nodo de vinculación nacional y centralidad micro regional” con la función de garantizar la seguridad alimentaria y mejorar los sectores industriales florícola y lácteo de la zona norte del país (GADIP Cayambe, 2017).

Al ser una de las políticas del G.A.D. de la Parroquia Rural de Ayora dotar y mejorar los caminos y sistemas de vialidad y de esta manera garantizar el derecho de los habitantes a la libre circulación de ellos mismos y sus mercancías y productos; a través del Plan Integrado de Vinculación con la Sociedad suscrito con la Universidad Politécnica Salesiana, se ha solicitado a la carrera de Ingeniería Civil plantear estrategias y acciones necesarias, mediante la realización de estudios técnicos y diseños que cumplan la normativa legal vigente, que den solución la problemática de la Av. Pichincha en materia vial y de esta manera alcanzar las aspiraciones del PNBV.

1.4 Importancia.

Con las reformas geométricas propuestas en el presente proyecto de titulación, se aborda de manera planificada el problema de la vialidad en el acceso de la parroquia, generada por el incremento del parque automotor y de esta forma se ayudará a reducir los índices de siniestralidad tanto en una de las principales arterias viales del país como lo es la Autopista E35.y en el acceso norte de la parroquia rural de San José Ayora.

1.5 Propuesta de intervención y beneficiarios.

La máxima autoridad de la parroquia rural de San José de Ayora, a través del convenio de cooperación interinstitucional solicito a los autores del presente proyecto, una propuesta que reduzca el riesgo de siniestralidad en tres intersecciones que se detallan a continuación:

1.5.1 *Intersección de la Autopista E35 y Av. Pichincha.-*

Se propone una variación geométrica horizontal de la Av. Pichincha que permita el acceso y salida de vehículos sin alterar el flujo vehicular en la Autopista E35 y evitando

maniobras peligrosas que pongan en peligro la integridad de peatones y conductores (ver Figura 2).

Figura 2

Maniobra peligrosa Intersección Autopista E35 y Av. Imbabura.



Nota: Vehículo invade carril para esquivar camino que ingresa a San José de Ayora. Elaborado por: Los Autores.

1.5.2 Intersección Av. Pichincha y calle La Cantarilla.-

Esta es una calle con reducidas dimensiones horizontales cuyo pavimento es empedrado, por la cual transitan vehículos de carga liviana como pesada, y así reducir su recorrido para llegar a la comunidad de San Esteban, aquí se propone el diseño una nueva capa de rodadura y la restricción de tránsito vehicular (ver Figura 3).

Figura 3

Intersección Av. Pichincha y Calle La Cantarilla



Nota: circulación de vehículos pesado en calle La Cantarilla que no es apta. Elaborado por: Los autores

1.5.3 Intersección calle La Cantarilla y Acceso a Comunidad San Esteban.-

En esta ubicación se propone reformas geométricas que conecten con la Av. Pichincha y de esta manera restituir el flujo vehicular que se propone restringir en la calle La Cantarilla (ver Figura 4).

Figura 4

Mal estado de la calzada intersección calle La Cantarilla e Ingreso a Comunidad San Esteban.



Elaborado por: Los Autores

1.5.4 Intersección del Acceso a Comunidad San Esteban y Autopista E35.-

Este punto se propone el diseño de reformas geométricas que restrinjan el acceso y salida de vehículos ya que la desembocadura de este acceso está en ubicación extremadamente peligrosa con respecto a la autopista E35 (ver Figura 5).

Las tres reformas geométricas detalladas están sustentadas en los capítulos siguientes con diseños técnicos apegados a la legislación ecuatoriana vigente. Estos diseños están sustentados con estudios topográficos, geológicos geotécnicos, de tráfico, así como la planificación de las obras hidráulicas, de señalización, de mitigación de impacto ambiental y el presupuesto referencial del proyecto.

Figura 5

Intersección E35 Ingreso Comunidad San Esteban



Nota: Presencia de curva horizontal y vertical en el ingreso que dificulta la visión de los vehículos que ingresan y salen. Elaborado por: Los Autores

1.6 Objetivos.

1.6.1 Objetivo General.

Desarrollar las propuestas de las 3 reformas geométricas viales, por medio de ejecución de estudios y diseños de ingeniería, para mejorar los accesos a la Parroquia San José de Ayora perteneciente al Cantón Cayambe a la altura del kilómetro 182 de la Panamericana E35 y reducir los índices de siniestralidad.

1.6.2 Objetivos Específicos.

Obtener la planimetría y altimetría del área del proyecto, a través de un levantamiento topográfico con equipos de precisión, que permitirán implantar las reformas geométricas diseñadas.

Determinar el valor de TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) para un tiempo de diseño de 20 años, mediante el conteo manual y caracterización de los vehículos que circulan por los accesos a diseñarse, necesario para el dimensionamiento de las capas de pavimento.

Caracterizar el subsuelo bajo las áreas del proyecto, mediante la toma de muestras en situ y la ejecución de ensayos de mecánica de suelos en laboratorio, que permitirán diseñar los espesores de las capas subyacentes a la capa de rodadura.

Diseñar los espesores mínimos de la estructura del pavimento tanto flexible como articulado, mediante la aplicación de la norma AASHTO y los parámetros obtenidos de los estudios de topografía, tráfico, geológico y geotécnico, para que este resista la carga vehicular estimada y la vida útil del proyecto.

Dimensionar las reformas geométricas bajo condiciones topográficas existentes, volumen de tráfico actual y proyectado, mediante la aplicación de las Normas de Diseño 2003 del MOP (Ministerio de Obras Públicas), para garantizar la funcionalidad de las mismas.

Diseñar las obras de arte menor como drenaje longitudinal, transversal, superficial y sub drenaje, a través de la aplicación de métodos empíricos conjuntamente con análisis estadísticos de datos hidrológicos, que permitirán evacuar las aguas lluvias y proteger las obras diseñadas.

Dimensionar los dispositivos de control de tráfico vial, mediante la aplicación de las Normas INEN, con lo que se garantizara la integridad física de los usuarios de las reformas geométricas.

Elaborar un Plan de Manejo ambiental para la etapa de ejecución, mediante la caracterización de los factores ambientales en el área del proyecto, que permita mitigar las posibles afectaciones tanto a la flora como a la fauna circundante y reducir los impactos al medio ambiente causado por la ejecución de las obras diseñadas.

Preparar tanto el presupuesto referencial, así como el cronograma valorado de actividades, mediante la elaboración de análisis de precios unitarios con salarios vigentes y rendimientos razonables, que permitan estimar el valor actual neto y la tasa interna de retorno y de esta manera valorar si el proyecto propuesto es rentable.

1.7 Localización general del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en la Parroquia Rural de San José de Ayora, la cual es una de las seis parroquias rurales del Cantón Cayambe con una superficie total de 13,857.36 hectáreas, y colinda con la parroquia Urbana Cayambe capital del Cantón, situado en entre el callejón interandino y la cordillera real del Ecuador, de la provincia de Pichincha.

Geográficamente la cabecera parroquial tiene las siguientes coordenadas:

Latitud: 0° 04' 10.02"

Longitud: 78° 08' 2.5"

Altitud: Entre 2800 y 5200 m.s.n.m.

1.7.1 Límites.

La Parroquia San José de Ayora, tiene los siguientes límites:

Norte: Provincia de Imbabura.

Sur: Cabecera cantonal de Cayambe.

Este: Parroquia Olmedo.

Oeste: Parroquia Tupigachi del Cantón Pedro Moncayo.

Los puntos tanto de inicio y fin georreferenciados, tienen las siguientes coordenadas UTM.

Tabla 1

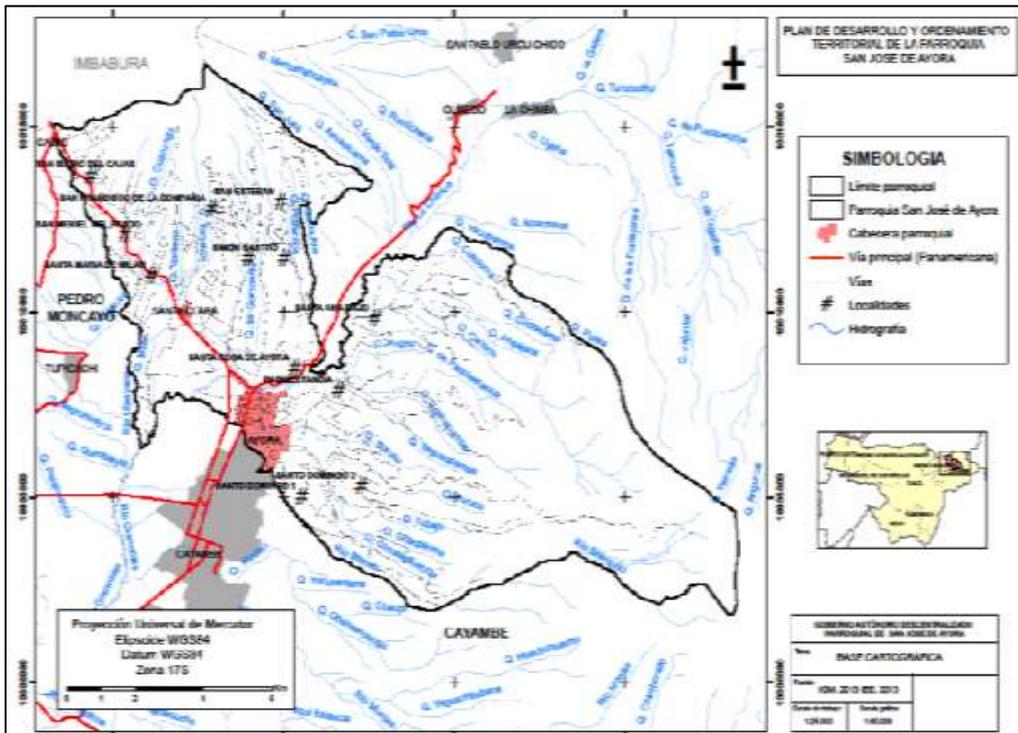
Coordenadas Planas UTM, Zona 17 del inicio y final del Proyecto.

Descripción	Norte	Este	Altitud
Inicio (Panamericana Norte E35)	10008411.077	818388.912	2811.336
Final (Acceso Comunidad San Esteban)	10008539.028	819292.900	2849.657

Nota: Tomado del PDOT GAD Parroquial San José de Ayora. Elaborado por: Los Autores.

Figura 6

Ubicación Parroquia Rural San José de Ayora



Fuente: PDOT GAD Parroquia San José de Ayora. Elaborado por: Los Autores

CAPÍTULO II

TOPOGRAFÍA

2.1 Antecedentes.

La información del levantamiento topográfico a detalle realizada en campo del presente estudio nos permite obtener como resultado un modelo digital en tres dimensiones del terreno existente, el mismo que servirá para realizar el diseño geométrico horizontal y vertical de las reformas, así como las vías de acceso propuestas.

Los trabajos contemplan la ubicación de toda la infraestructura actual: calles, obras de drenaje, postes de luz, señalización, líneas de fábrica.

Se localizó puntos de control GPS horizontal y vertical, referidos al sistema WGS-84, UTM zona 17 hemisferio sur.

Con la información de campo levantada se procesó los datos y se elaboraron los planos respectivos a cada especialidad.

2.2 Equipos Topográficos Utilizados

Los equipos topográficos utilizados fueron:

- Un par de antenas doble frecuencia GPS marca ACNOVO GX-10
- Estación total marca LEYCA TC 407, precisión 5 segundos.
- Nivel automático marca Kolida.
- 2 porta prismas con sus respectivos bastones.
- 1 mira telescópica.
- 3 radios Motorola.

2.3 Trabajos de Campo Realizados

2.3.1 Colocación de Hitos GPS

El posicionamiento y toma de coordenadas GPS se hizo haciendo base en la antena base colocada en la placa de control horizontal y vertical que se encuentra en el inicio de la vía San Juan – Refugio Nevado Cayambe a unos 5 kilómetros del inicio del Proyecto.

El primer par de GPS 1-2 se ubicó al inicio del Proyecto con esto poder dar orientación y coordenadas que estén enlazadas a la placa IGM.

El segundo par de GPS 3-4 se ubicaron al final del Proyecto.

Tabla 2

Puntos GPS (Sistema de Posicionamiento Global) del Proyecto.

Descripción	Norte	Este	Elevación
GPS EP-1	10008362.186	818395.725	2811.835
GPS EP-2	10008413.956	818378.460	2811.110
GPS EP-3	10008438.363	819275.842	2850.019
GPS EP-4	10008517.680	819278.672	2848.955

Nota: Tomado de Monografías de puntos GPS. Elaborado por: Los Autores.

Figura 7

Ubicación de puntos GPS



Nota: Tomado de Ortofoto. Elaborado por: Los Autores.

Figura 8

Monografía de Control horizontal y vertical GPS EP-1

MONOGRAFIA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL			
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)			
Pais	Ecuador	Cantón:	CAYAMBE
Provincia	PICHINCHA	Parroquia:	AYORA
Proyección Cartográfica:	UTM Zona 17 Hemisferio Sur	Sector:	AYORA
Fecha:	26-feb-19	Equipo GPS:	ACNOVO GX-10
		CLIENTE:	
		Revisado por:	Ing. Wilfrido León
		COTA:	2811.835
COORDENADAS PLANAS UTM			FOTOGRAFIA DEL VÉRTICE 
WGS-84	NORTE	ESTE	
	10008362.186	818395.725	
COORDENADAS PLANAS TMQ			
TMQ	NORTE	ESTE	
Ubicación: El primer hito se encuentra ubicado a 80 m del puente en la vía Cayambe Otavalo sobre el sur del canal que cruza transversalmente dicha vía.			
Monumentación: El vértice se encuentra monumentado con un clavo de acero en un mojon y en la parte inferior de este se encuentra escrito el nombre GPS 1 con letras rojas en el final del canal.			
Responsable:  Ing. Diego León P.			PUNTO 
Quito - Ecuador			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 9

Monografía de Control horizontal y vertical GPS EP-2

MONOGRAFÍA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL			
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)			
Pais	Ecuador	Canlón:	CAYAMBE
Provincia	PICHINCHA	Parroquia:	AYORA
Proyección Cartográfica:	UTM Zona 17 Hemisferio Sur	Sector:	AYORA
Fecha:	26-feb-19	Equipo GPS:	ACNOVO GX-10
		CLIENTE:	
		Revisado por:	Ing. Wilfrido León
		COTA:	2811.110
COORDENADAS PLANAS UTM			FOTOGRAFÍA DEL VÉRTICE
WGS-84	NORTE	ESTE	
	10008413.956	818378.460	
COORDENADAS PLANAS TMQ			
TMQ	NORTE	ESTE	
Ubicación:			
El hito se encuentra ubicado en el bordillo sobre la transversal en el lado Oeste a 100m pasando el puente en la vía Cayambe-Otavalo.			
Monumentación:			PUNTO
El vértice se encuentra monumentado por un clavo de acero medio de un círculo rojo y escrito GPS 2 de igual manera de color rojo.			
Responsable:			
 Ing. Diego León P.			
			
Quito - Ecuador			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 10

Monografía de Control horizontal y vertical GPS EP-3

MONOGRAFIA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL			
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)			
Pais	Ecuador	Cantón:	CAYAMBE
Provincia	PICHINCHA	Parroquia:	AYORA
Proyección Cartográfica:	UTM Zona 17 Hemisferio Sur	Sector:	AYORA
Fecha:	26-feb-19	Equipo GPS:	ACNOVO GX-10
		CLIENTE:	
		Revisado por:	Ing. Wilfrido León
		COTA:	2850.019
COORDENADAS PLANAS UTM			FOTOGRAFIA DEL VERTICE
WGS-84	NORTE	ESTE	
	10008438.363	819275.842	
COORDENADAS PLANAS TMQ			
TMQ	NORTE	ESTE	
Ubicación:			
El hito se encuentra ubicado en la ladera del terreno ubicado al este de la vía del proyecto 50m antes de llegar a la Y en sentido sur-norte.			
Monumentación:			PUNTO
El vertice se encuentra monumentado por un clavo en medio de un mojon con un círculo rojo y escrito GPS 3 de igual manera de color rojo en el tronco de un árbol.			
Responsable:			
			
Ing. Diego León P.			
Quito - Ecuador			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 11

Monografía de Control horizontal y vertical GPS EP-4

MONOGRAFIA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL			
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)			
País: Ecuador		Cantón: CAYAMBE	
Provincia: PICHINCHA		Parroquia: AYORA	
Proyección Cartográfica: UTM Zona 17 Hemisferio Sur		Sector: AYORA	
Fecha: 26-feb-19		Equipo GPS: ACNOVO GX-10	
		PUNTO DE CONTROL GPS: EP-4	
		Revisado por: Ing. Wilfrido León	
		COTA: 2848.955	
COORDENADAS PLANAS UTM			FOTOGRAFÍA DEL VÉRTICE 
WGS-84	NORTE	ESTE	
	10008517.880	819278.672	
COORDENADAS PLANAS TMQ			
TMQ	NORTE	ESTE	
Ubicación: El hito se encuentra ubicado en el interior del terreno a 2 metros pasndo el cerramiento ubicado en medio de la Y de vía del proyecto.			
Monumentación: El vértice se encuentra monumentado por un clavo en medio de un mojon con un círculo rojo y escrito GPS 4 de igual manera de color rojo sobre postes de madera del cerramiento del terreno.			
Responsable:  Ing. Diego León P.			PUNTO 
Quito - Ecuador			

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 2.2 Monografías

2.3.2 *Polígono base*

La implantación del polígono base de precisión se lo materializó paralelo a la vía existente. Se realizó con doble lectura de ángulos y distancias horizontales, es decir adelante y hacia atrás, procurando mayor precisión.

Este polígono fue enlazado a la red de control IGM, mediante la materialización de par de hitos GPS tanto al inicio como al final del Proyecto, para el respectivo chequeo de las coordenadas de la poligonal base.

2.3.3 *Faja Topográfica*

Para el levantamiento topográfico se consideró una franja de 60 metros a cada lado del eje de la vía existente, así como por la variante que va hacia la Comunidad San Esteban. En la misma se levantó todos los detalles encontrados en el terreno como: caminos, líneas de fábrica, veredas, postes, aceras, pozos, señalética vertical, etc.

Con esta información se precede al diseño del eje vial.

2.3.4 *Trabajos de Gabinete*

Los trabajos realizados luego del levantamiento topográfico fueron:

- Cálculo de coordenadas de los GPS
- Cálculo de coordenadas polígono base
- Georreferenciación de los trabajos de topografía con extensión *.sdr
- Importación de puntos topográficos al programa Civil 3d para obras viales
- Unión de detalles, interpolación de la faja topográfica
- Dibujo y diseño en las diferentes especialidades, con extensión *.dwg

2.4 Ubicación del Proyecto

El Proyecto se encuentra localizado en el Nor Oriente de la Provincia de Pichincha, Cantón Cayambe, Parroquia Rural de San José de Ayora, como se muestra en el siguiente gráfico de ubicación.

Figura 12

Ubicación del Proyecto.



Nota: Tomado de Orftoto. Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 2.3 Puntos Topográficos

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE TRÁFICO

3.1 Alcance.

La elaboración del estudio de tráfico es la cuantificación de los volúmenes de vehículos que tiene actualmente la vía en los ingresos existentes al Proyecto, para estimar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que es un componente esencial para el estudio de ingeniería en los capítulos de diseño de pavimentos y diseño geométrico de la vía, considerando los aforos presentes, su análisis, las tasas de crecimiento y las proyecciones futuras.

3.2 Metodología empleada.

Estaciones de conteo manual y su ubicación.

Conteos volumétricos de tráfico para determinar el flujo vehicular, realizando conteos manuales durante 7 días seguidos: cinco días ordinarios y dos días del fin de semana. Se realizaron los días: lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo de la segunda semana de febrero del 2020. Los datos obtenidos de los Conteos Volumétricos Manuales Clasificados se muestran en el *Anexo 3*.

Determinación característica por tipo de vehículo siendo: livianos, buses, pesados. Obteniendo el % correspondiente a cada tipo de vehículo, de acuerdo al conteo registrado.

Proyección del tráfico en un período de tiempo de diez y veinte años, con lo cual se identificó la vía a qué clase de carretera corresponde en función del TPDA.

Transformación de los valores de proyección del volumen de tráfico a valores de número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas denominado (ESALS'S), para identificar la carga vehicular de la vía proyectada.

3.3 Estaciones de conteo.

Mediante la ubicación de dos estaciones de conteo manual, en puntos estratégicos de circulación vehicular para registrar la cantidad de vehículos que circulan por la Avenida Pichincha y la calle La Cantarilla. Estos datos simultáneamente se registran en los formularios que fueron diseñados exclusivamente para este propósito y se anotó el paso de vehículos, diferenciándolos en categorías en períodos de una hora.

Figura 13

Ubicación del Proyecto con las Estaciones de Conteo de Tráfico Vehicular.



Elaborado por: Los Autores.

Los conteos volumétricos manuales clasificados sirven para categorizar los diferentes tipos de vehículos, así como determinar la composición del tránsito actual.

3.3.1 Tipos de Vehículos.

Se los puede agrupar en dos categorías:

Livianos: En este grupo se incluyen automóviles, camionetas de dos ejes, camionetas de cajón, con transmisión a las cuatro ruedas; y, camiones livianos de reparto. La capacidad máxima de llevar pasajeros debe ser de nueve personas. (ASTECC, 1973,p.7).

Buses: Esta categoría la incluyen aquellos vehículos destinado al transporte de pasajeros.

Vehículos pesados: pueden ser buses, camiones y autotractores. (ASTECC, 1973,p.8).

Los vehículos: automóviles, jeeps, camionetas, furgonetas, buses, camiones de 2 ejes, detallados anteriormente se muestra en la Figura 14

Figura 14

Tipos de Vehículos



Tabla 3*Ubicación Estaciones de Conteo.*

ESTACIONES DE CONTEO	TRAMO	ABSCISA	HORA INICIO	HORA FINAL
	Acceso			
1	Panamericana Norte E35 - Av. Pichincha	0+000.000	6:00 a. m.	18:00:00
2	Calle La Cantarilla	0+000.000	6:00 a. m.	18:00:00

*Elaborado por: Los Autores.***3.4 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

El TPDA. De acuerdo al (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003), “es la unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico” (p. 11). categoriza el tipo de vía y valores de diseño, identificando el tráfico actual en este caso mediante el conteo manual, tomando en cuenta las características del parque automotor de la región para estimar el tráfico futuro.

3.4.1 Tráfico Existente.

Es el volumen de circulación actual, diferenciándolo mediante la tipología de vehículo que transita por la vía, el mismo que es observado y puesto en registro en el conteo manual.

Tabla 4*Conteo Manual y Resumen Estación 1 y 2.*

ESTACIÓN	1. (0+000 ACCESO PANAMERICANA NORTE E35-AV.PICHINCHA)			2. (0+000 CALLE LA CANTARILLA)		
	TIPOLOGÍA DE VEHÍCULO					
DÍA DE CONTEO	LIVIANO	BUS	CAMIÓN	LIVIANO	BUS	CAMIÓN
Lunes	623	22	112	280	16	106
Martes	576	24	119	285	17	112
Miércoles	605	24	115	281	21	107

ESTACIÓN	1. (0+000 ACCESO PANAMERICANA NORTE E35-AV.PICHINCHA)			2. (0+000 CALLE LA CANTARILLA)		
	TIPOLOGÍA DE VEHÍCULO					
DÍA DE CONTEO	LIVIANO	BUS	CAMIÓN	LIVIANO	BUS	CAMIÓN
Jueves	607	25	118	282	21	101
Viernes	662	25	111	271	21	97
Sábado	1019	29	143	301	22	128
Domingo	954	21	128	269	20	110
SUMATORIA	5046	170	846	1969	138	761

Elaborado por: Los Autores.

Anexo 3.1 Reporte Fotográfico/Anexo 3.2 Formularios Conteo de Tráfico Vehicular

Para un manejo de información más correcto del tráfico promedio diario, se usa factores de corrección señalados por el Instituto Venezolano del Asfalto en la publicación del “Curso de Diseño y Evaluación de Pavimentos según AASHTO 93”, estos son:

Tabla 5

Estimación del TPDA en función del conteo horario.

Horas continuas de conteo	Factor de medición	Tráfico Promedio Diario
12	0.754	TPD= conteo total/factor de medición

Fuente: INVIAS, Curso de Diseño y Evaluación de Pavimentos según AASHTO93.

Los resultados de la corrección del conteo manual realizado tenemos:

Tabla 6

Corrección del Tráfico para 24 horas Estación 1.

ESTACIÓN 1: (0+000 ACCESO PANAMERICANA NORTE E35 - AV. PICHINCHA)	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Livianos	623	576	605	607	662	1019	954
Buses	22	24	24	25	25	29	21
Camión	112	119	115	118	111	143	128
TOTAL	757	719	744	750	798	1191	1103
Factor de Medición				0.754			
TPD (24h)	1004	954	987	995	1058	1580	1463

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 7*Corrección del Tráfico para 24 horas Estación2.*

ESTACIÓN 2: (0+000 CALLE LA CANTARILLA)	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Livianos	280	285	281	282	271	301	269
Buses	16	17	21	21	21	22	20
Camión	106	112	107	101	97	128	110
TOTAL	402	414	409	404	389	451	399
Factor de Medición				0.754			
TPD (24h)	533	549	542	536	516	598	529

Elaborado por: Los Autores.

3.4.2 Cálculo de Variaciones (factores)

Según las NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO 2003, existen cuatro factores de variación que son: horario, diario, semanal; y, mensual.

3.4.2.1 Factor horario (Fh).

De acuerdo al (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003), este factor “Nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a VOLUMEN DIARIO PROMEDIO” (p. 14).

Acceso Panamericana Norte E35 - Av. Pichincha

$$Fh1 = \frac{\text{Volumen calculado en conteo (24h)}}{\text{Volumen registrado en conteo (8h)}} = \frac{1149}{866} = 1.326$$

Calle La Cantarilla

$$Fh2 = \frac{\text{Volumen calculado en conteo (24h)}}{\text{Volumen registrado en conteo (8h)}} = \frac{543}{410} = 1.326$$

3.4.2.2 Factor diario (Fd).

El (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003), define este factor para “Transforma el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO” (p.15).

$$Fd = \frac{TPDS}{TD}; \quad TD = \frac{TS}{7}$$

Tabla 8

Resumen de factores diarios, Estación 1 y 2.

ESTACIÓN DÍA DE CONTEO	TD VEH/DIA		Fd (Tramo 1)	Fd (Tramo 2)
	ESTACIÓN 1: (0+000 ACCESO PANAMERICANA NORTE E35 - AV. PICHINCHA	ESTACIÓN 2: (0+000 CALLE LA CANTARILLA)		
Lunes	1004	533	1.144	1.019
Martes	954	549	1.204	0.99
Miércoles	987	542	1.164	1.002
Jueves	995	536	1.155	1.014
Viernes	1058	516	1.085	1.053
Sábado	1580	598	0.727	0.908
Domingo	1463	529	0.785	1.027
TOTAL	8041	3803	1.038	1.002
TS/7	1149	543		

Elaborado por: Los Autores.

3.4.2.3 Factor mensual (Fs).

Este factor nos sirve para. “Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003), (p.16)

Por las características del tráfico existente, el $F_s=1$.

3.4.2.4 Factor mensual (Fm).

De igual manera este factor. “Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003) (p. 16).

Tabla 9*Factores de ajuste mensual - Fm (Pichincha).*

MES	FACTOR MENSUAL	MES	FACTOR MENSUAL
ENERO	1.036	JULIO	0.982
FEBRERO	1.121	AGOSTO	1.017
MARZO	1.002	SEPTIEMBRE	1.001
ABRIL	1.017	OCTUBRE	0.952
MAYO	0.995	NOVIEMBRE	0.996
JUNIO	0.997	DICIEMBRE	0.911

Elaborado por: Los Autores.

Finalmente se aplica el factor estacional de ajuste mensual (*Fm*) de 1.121, obtenido del consumo de gasolina súper, extra y diésel en la provincia de Pichincha.

$$TPDA = T_0 * F_h * F_d * F_s * F_m$$

Donde:

T0 = Tráfico observado.

Tabla 10*Resumen Factores de variación y TPDA existente.*

Estación	Fh	Fd	Fs	Fm	TPDA Observado	TPDA Existente
ESTACIÓN 1: (0+000 ACCESO PANAMERICANA NORTE E35 - AV. PICHINCHA)	1.326	1.038	1.000	866	866	1336
ESTACIÓN 2: (0+000 CALLE LA CANTARILLA)	1.326	1.002	1.000	410	410	610

Elaborado por: Los Autores.

3.4.3 Tráfico Atraído.

El tráfico atraído tiene como máximo el 20% del tráfico existente durante el primer año de uso de la vía como indica las (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

Se considera un incremento del 5%, para vehículos livianos, buses y camiones.

Figura 15

Resumen del tráfico atraído

Tipo	Tráfico Observado	Porcentaje % Tráfico Observado	Tráfico actual	Porcentaje Tráfico atraído	Tráfico Atraído	Tráfico Total	Porcentaje % final
1. (0+000 ACCESO PANAMERICANA NORTEE35 - AV. PICHINCHA)							
Livianos	721	83.24	1112	0.05	56	1168	83
Buses	24	2.80	37	0.05	2	39	3
Camión	121	13.96	186	0.05	9	196	14
TOTAL	866	100	1336		67	1403	100
2. (0+000 CALLE LA CANTARILLA)							
Livianos	281	68.65	419	0.05	21	440	69
Buses	20	4.81	29	0.05	1	31	5
Camión	109	26.53	162	0.05	8	170	27
TOTAL	410	100	610		31	641	100

Elaborado por: Los Autores

3.4.4 Tráfico Futuro (TPDA)

“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”. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

$$TPDA(f) = TPDA(a) * (1 + i)^n$$

Donde:

TPDA(f)= Tráfico futuro.

TPDA(a)= Tráfico actual.

i= Tasa de crecimiento del tráfico.

n = Número de años proyectados.

Figura 16

Tasas de crecimiento parque automotor en la Provincia de Pichincha.

TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO DEL TRAFICO (i %)			
PERIODO	LIVIANOS	BUS	CAMIONES
2015-2020	5.35	3.37	4.86
2020-2025	4.61	2.9	4.32
2025-2030	4.01	2.53	3.88
2030-2035	3.52	2.22	3.52
2035-2040	3.52	2.22	3.52

Fuente: Departamento de Factibilidad del MTOP 2015.

Figura 17

Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado (Estación 1).

1. (0+000 ACCESO PANAMERICANA NORTEE35 - AV. PICHINCHA)				
PROYECCION A 20 AÑOS				
AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2020	1168	39	196	1403
2021	1222	40	204	1466
2022	1278	42	213	1533
2023	1337	43	222	1602
2024	1399	44	232	1675
2025	1463	45	242	1750
2026	1522	47	251	1820
2027	1583	48	261	1891
2028	1646	49	271	1966
2029	1712	50	282	2044
2030	1781	51	293	2125
2031	1844	53	303	2199
2032	1908	54	314	2276
2033	1976	55	325	2355
2034	2045	56	336	2437
2035	2117	57	348	2522
2036	2192	59	360	2610
2037	2269	60	373	2702
2038	2349	61	386	2796
2039	2431	63	400	2893
2040	2517	64	414	2995

Elaborado por: Los Autores

Figura 18

Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado (Estación 2).

2. (0+000 CALLELA CANTARILLA)				
PROYECCION A 20 AÑOS				
AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2020	440	31	170	641
2021	460	32	177	669
2022	481	33	185	699
2023	504	34	193	730
2024	527	35	201	763
2025	551	36	210	797
2026	573	36	218	828
2027	596	37	227	860
2028	620	38	235	894
2029	645	39	245	929
2030	671	40	254	965
2031	694	41	263	999
2032	719	42	272	1033
2033	744	43	282	1069
2034	770	44	292	1106
2035	798	45	302	1145
2036	826	46	313	1184
2037	855	47	324	1225
2038	885	48	335	1268
2039	916	49	347	1312
2040	948	50	359	1358

Elaborado por: Los Autores.

3.5 Determinación de tipo de vía de acuerdo al tráfico

Se ha clasificado a la vía del Proyecto, basado en los resultados obtenidos del volumen de tráfico, de acuerdo a la Figura 19.

Figura 19

Clase de Vía en función de TPDA.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100
* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual	

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

En el Proyecto vial tenemos un tráfico proyectado para 20 años cuyos resultados son:

Para el Acceso Panamericana Norte E35 - Av. Pichincha con una longitud de 892.166 metros, la rampa 1 con una longitud de 40.733 metros, la rampa 2 con una longitud de 35.439 metros, tenemos un TPDA de 2995 vehículos/día/año, teniendo un valor mayor a 1000 y menor a 3000 se la caracteriza como **Vía Clase II**.

Para el caso de la calle La Cantarilla con una longitud de 253.067 metros, la variante que sale de la Av. Pichincha hacia la Comunidad San Esteban con una longitud de 846.439 metros, la rampa 3 con una longitud de 230.195 metros, la rampa 4 con una longitud de 182.361 metros y la rampa 5 con una longitud de 71.898 , tenemos un TPDA de 1358 vehículos/día/año, teniendo un valor mayor a 1000 y menor a 3000 se la caracteriza como **Vía Clase II**.

3.6 Cálculo del número de ejes equivalentes de acuerdo al método AASHTO.

En el diseño estructural de pavimentos aplicando el método AASHTO, la sollicitación causada por el tráfico de los vehículos usuarios de la carretera está expresada

como el número de repeticiones de aplicación de carga de un eje padrón de 18000 lb, 8.2 T o 80 kN por eje equivalente de un vehículo, que transmite la carga al pavimento, que a su vez viene a ser denominado como 1 ESAL. Para ello, el número de pasadas de los ejes de los vehículos que emplearán la carretera en el periodo de análisis (con diferentes cargas y configuraciones), debe ser correlacionado con el eje padrón a través de factores de equivalencia.

La ecuación utilizada POR LA AASHTO 1993, para el cálculo de ejes equivalentes ESAL es:

$$ESAL = TPDA (\text{diseño}) * 365 * Fc * FEC * FC * \%DCT$$

Donde:

TPDA (diseño)= TPDA(futuro)

FC= Factor camión

Fc= Factor de crecimiento

FEC= Factor de equivalencia de carga

DCT= Distribución de tráfico por carril (50%)

3.6.1 *Factor de Equivalencia de Carga.*

Viene dado como un dato numérico calculado a partir de diferentes cargas a un eje estándar. Se determina por la fórmula:

$$FEC = \left(\frac{P1}{P0}\right)^4$$

Donde:

P1= Carga a evaluar su equivalencia de daño.

P0= Carga estándar.

Figura 20

Carga De Tráfico - Determinación De Factores Equivalentes.

DESCRIPCION		SIMB.		
AUTOMOVIL LIVIANO, JEEP		Ap		
BUS (B2)		BUS		
CAMION (C3) 3 EJES, SIMPLE/ TANDEM		3A		
TASAS DE CRECIMIENTO (Ver Tabla 12)				
Liviano	Variable			
Bus	Variable			
Camión	Variable			
PAVIMENTO FLEXIBLE				
SIMBOLO	EJE	W TON	TIPO EJE	FACTOR EQUIV.
Ap	DEL	1.00	S	0.0002
	POS	1.00	S	0.0002
	SUMA	2.00		0.0004
BUS (B2) normal	DEL	7.00	S	0.3660
	POS	11.00	S	2.2315
	SUMA	18.00		2.5975
CAMIÓN (C3)	DEL	7.00	S	0.3660
	POS	18.00	T	1.3800
	SUMA	25.00		1.7460

Elaborado por: Los Autores

Figura 21

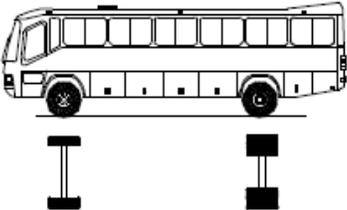
Tipos de ejes, simbología, gráficos, pesos máximos por eje(s).

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	GRAFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Simple	1RS		02		7
Simple	1RD		04		11
Doble	1RS+1RD		06		16
Doble	2RS		04		12
Doble	2RD		08		18

Elaborado por: Los Autores

Figura 22

Tablas de pesos y medidas.

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
			1°	2°	3°	4°		
B2		13,20	7	11	--	--	--	18
C3		13,20	7	18	--	--	--	25

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú, 2013) (p 81).

Figura 23*Factores de equivalencia de carga.*

Carga bruta por eje		Factores de equivalencia de Carga		
KN	lb	Ejes Simples	Ejes Tandem	Ejes Tridem
4.45	1,000	0.00002		
8.9	2,000	0.00018		
17.8	4,000	0.00209	0.0003	
26.7	6,000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8,000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10,000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12,000	0.189	0.014	0.003
62.3	14,000	0.360	0.027	0.006
71.2	16,000	0.623	0.047	0.011
80.0	18,000	1.000	0.077	0.017
89.0	20,000	1.51	0.121	0.027
97.9	22,000	2.18	0.180	0.040
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109
133.4	30,000	6.97	0.658	0.145
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246
160.1	36,000	13.93	1.38	0.313
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487
187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
213.5	48,000	44.50	4.17	1.033

Fuente: Norma AASHTO.

3.6.2 *Factor Camión.*

Es la equivalencia de todos los ejes equivalentes, es decir cuántos ejes estándar tenga un vehículo a su paso por el pavimento.

La determinación del número de Ejes Equivalentes es la sumatoria de la cantidad de vehículos por el respectivo factor camión, para encontrar la equivalencia de carga total que transmite al pavimento.

3.6.3 *Factor de Crecimiento.*

Se representa con la siguiente expresión:

$$F_c = \left(\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right)$$

Donde:

r= Tasa de crecimiento anual %

n= período de diseño (años)

3.6.4 *Carril de Diseño.*

Para trabajar con equivalencias de cargas en los carriles, es necesario definir en la vía cuantos carriles tiene.

Tabla 11

Factores de carril de diseño.

Para vías en ambas direcciones:	
No. de Carriles en ambas direcciones	% de camiones en el carril de diseño
2	50%
4	45% (35-48)
6 a más	40% (25-48)

Fuente: AASHTO, Guide for Design Of Pavement, 1993.

Con los diferentes factores obtenidos se realiza el cálculo de número de ejes equivalentes (ESAL), como se presenta a continuación:

Para Estación 1:

Tabla 12

TPDA (proyectado) bidireccional.

1. (0+000 ACCESO PANAMERICANA NORTE E35 - AV. PICHINCHA)			
PROYECCIÓN A 20 AÑOS			
AÑO	Nro/veh día (2 sentidos)		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2020	1168	39	196
2021	1222	40	204
2022	1278	42	213
2023	1337	43	222
2024	1399	44	232
2025	1463	45	242
2026	1522	47	251
2027	1583	48	261
2028	1646	49	271
2029	1712	50	282
2030	1781	51	293
2031	1844	53	303
2032	1908	54	314
2033	1976	55	325
2034	2045	56	336
2035	2117	57	348
2036	2192	59	360
2037	2269	60	373
2038	2349	61	386
2039	2431	63	400
2040	2517	64	414

Elaborado por: Los Autores

Para Estación 2:

Tabla 13

TPDA (proyectado) bidireccional.

2. (0+000 CALLE LA CANTARILLA)				
PROYECCIÓN A 20 AÑOS				
AÑO	Nro/veh día (2 sentidos)			
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2020	440	31	170	
2021	460	32	177	
2022	481	33	185	
2023	504	34	193	
2024	527	35	201	
2025	551	36	210	
2026	573	36	218	
2027	596	37	227	
2028	620	38	235	
2029	645	39	245	
2030	671	40	254	
2031	694	41	263	
2032	719	42	272	
2033	744	43	282	
2034	770	44	292	
2035	798	45	302	
2036	826	46	313	
2037	855	47	324	
2038	885	48	335	
2039	916	49	347	
2040	948	50	359	

Elaborado por: Los Autores

Para Estación 1:

Tabla 14

TPDA (proyectado) un carril, TMDA.

Nro/veh día (1.sentidos)			TMDA		
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
584	20	98	213131	7180	35733
611	20	102	222956	7389	37277
639	21	107	233234	7603	38887
668	21	111	243987	7823	40567
699	22	116	255234	8050	42319
732	23	121	267001	8284	44148
761	23	126	277707	8493	45861
791	24	131	288843	8708	47640
823	24	136	300426	8928	49488
856	25	141	312473	9154	51409
890	26	146	325003	9386	53403
922	26	151	336443	9594	55283
954	27	157	348286	9807	57229
988	27	162	360546	10025	59243
1023	28	168	373237	10248	61329
1059	29	174	386375	10475	63488
1096	29	180	399975	10708	65722
1134	30	186	414055	10945	68036
1174	31	193	428629	11188	70431
1216	31	200	443717	11437	72910
1258	32	207	459336	11691	75476

Elaborado por: Los Autores

Para Estación 2:

Tabla 15

TPDA (proyectado) un carril, TMDA.

Nro/veh día (1.sentidos)			TMDA		
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
220	15	85	80289	5627	31031
230	16	89	83991	5790	32372
241	16	93	87863	5958	33770
252	17	97	91913	6131	35229
263	17	101	96150	6309	36751
276	18	105	100583	6492	38338
287	18	109	104616	6656	39826
298	19	113	108811	6824	41371
310	19	118	113175	6997	42976
323	20	122	117713	7174	44644
335	20	127	122433	7356	46376
347	21	132	126743	7519	48009
359	21	136	131204	7686	49698
372	22	141	135823	7857	51448
385	22	146	140604	8031	53259
399	22	151	145553	8209	55134
413	23	156	150676	8391	57074
427	24	162	155980	8578	59083
442	24	168	161471	8768	61163
458	25	173	167154	8963	63316
474	25	180	173038	9162	65545

Elaborado por: Los Autores

Para Estación 1:

Tabla 16

Factor camión, ESAL en carril de diseño.

LIVIANOS	FC		ESAL en carril de diseño		
	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
0.0004	2.5975	1.7460	94	18651	62390
0.0004	2.5975	1.7460	99	19192	65085
0.0004	2.5975	1.7460	103	19749	67897
0.0004	2.5975	1.7460	108	20321	70830
0.0004	2.5975	1.7460	113	20911	73890
0.0004	2.5975	1.7460	118	21517	77082
0.0004	2.5975	1.7460	123	22061	80073
0.0004	2.5975	1.7460	128	22619	83179
0.0004	2.5975	1.7460	133	23192	86407
0.0004	2.5975	1.7460	138	23778	89759
0.0004	2.5975	1.7460	144	24380	93242
0.0004	2.5975	1.7460	149	24921	96524
0.0004	2.5975	1.7460	154	25475	99922
0.0004	2.5975	1.7460	160	26040	103439
0.0004	2.5975	1.7460	165	26618	107080
0.0004	2.5975	1.7460	171	27209	110849
0.0004	2.5975	1.7460	177	27813	114751
0.0004	2.5975	1.7460	183	28431	118790
0.0004	2.5975	1.7460	190	29062	122972
0.0004	2.5975	1.7460	196	29707	127300
0.0004	2.5975	1.7460	203	30366	131781

Elaborado por: Los Autores

Para Estación 2:

Tabla 17

Factor camión, ESAL en carril de diseño.

LIVIANOS	FC		ESAL en carril de diseño		
	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
0.0004	2.5975	1.7460	36	14617	54180
0.0004	2.5975	1.7460	37	15040	56521
0.0004	2.5975	1.7460	39	15477	58963
0.0004	2.5975	1.7460	41	15925	61510
0.0004	2.5975	1.7460	43	16387	64167
0.0004	2.5975	1.7460	45	16863	66939
0.0004	2.5975	1.7460	46	17289	69536
0.0004	2.5975	1.7460	48	17727	72234
0.0004	2.5975	1.7460	50	18175	75037
0.0004	2.5975	1.7460	52	18635	77948
0.0004	2.5975	1.7460	54	19106	80973
0.0004	2.5975	1.7460	56	19531	83823
0.0004	2.5975	1.7460	58	19964	86773
0.0004	2.5975	1.7460	60	20407	89828
0.0004	2.5975	1.7460	62	20860	92990
0.0004	2.5975	1.7460	64	21323	96263
0.0004	2.5975	1.7460	67	21797	99652
0.0004	2.5975	1.7460	69	22281	103159
0.0004	2.5975	1.7460	71	22775	106791
0.0004	2.5975	1.7460	74	23281	110550
0.0004	2.5975	1.7460	77	23798	114441

Elaborado por: Los Autores

Para Estación 1 y 2:

Figura 24

ESAL de diseño.

ESAL diseño (estación1)			TOTAL	ESAL diseño (estación2)			TOTAL
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
94	18651	62390	81135	36	14617	54180	68832
103	20060	68028	88191	39	15710	59036	74785
113	21575	74176	95864	42	16885	64329	81256
123	23205	80881	104209	46	18149	70096	88291
135	24958	88192	113285	51	19507	76382	95939
147	26844	96165	123156	55	20967	83232	104255
159	28611	103845	132616	60	22338	89842	112240
172	30495	112140	142807	65	23799	96977	120841
186	32503	121098	153787	70	25355	104681	130106
202	34643	130772	165617	76	27014	112996	140086
218	36925	141220	178363	82	28781	121974	150837
233	39061	151291	190585	87	30440	130643	161171
250	41322	162080	203652	94	32194	139930	172218
268	43713	173640	217621	100	34050	149878	184028
287	46243	186025	232555	107	36012	160534	196654
307	48919	199294	248520	115	38089	171948	210152
329	51750	213510	265590	123	40285	184176	224584
353	54746	228741	283840	132	42608	197273	240013
378	57915	245060	303353	141	45065	211304	256511
405	61267	262543	324216	151	47664	226334	274150
434	64814	281275	346523	162	50414	242434	293011
		TOTAL	3995483			TOTAL	3379958

Elaborado por: Los Autores

CAPÍTULO IV

ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO

4.1 Localización del Proyecto.

El proyecto en estudio se encuentra localizado entre la zona interandina y la cordillera real del Ecuador, en la provincia de Pichincha, Parroquia Rural de San José de Ayora, del Cantón Cayambe, con un área total 13,847.36 hectáreas

Geográficamente la cabecera parroquial tiene las siguientes coordenadas:

Latitud: 0° 04' 10.02"

Longitud: 78° 08' 2.5"

Altitud: Entre 2800 y 5200 m.s.n.m.

La Parroquia San José de Ayora, tiene los siguientes límites (GAD San José de Ayora, 2015):

Norte: Provincia de Imbabura

Sur: Cabecera cantonal de Cayambe

Este: Parroquia Olmedo

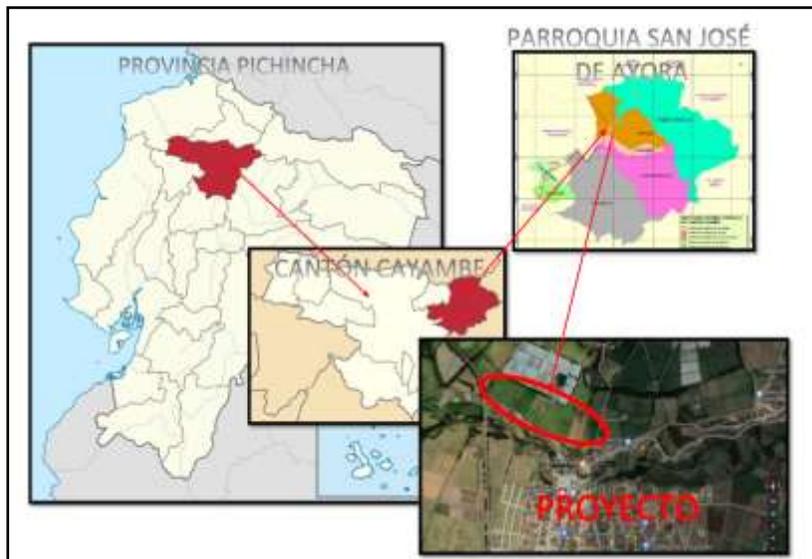
Oeste: Cantón Pedro Moncayo (Parroquia Tupigachi)

Localmente el área donde se proyecta realizar la propuesta de intervención se encuentra entre las coordenadas UTM: N 10008414 – E 818378, que equivale al Acceso de la Panamericana Norte E35, km 182.

En las Figura 25 y Figura 26, se presenta la Ubicación del Proyecto en referencia, tanto en forma General; como una vista en Google de manera puntual.

Figura 25

Ubicación del Proyecto



Elaborado por: Autores.

Figura 26

Mapa de Ubicación local



Fuente: Autores.

4.2 Condiciones climáticas.

El clima es particularmente frío y promedio los 16°C. Se La presencia del volcán Cayambe influye en las condiciones climáticas de la zona, que se caracteriza por tener dos estaciones, verano que durante los meses de junio a septiembre con lluvias medias mensuales que oscilan los 23mm., y el invierno más larga en el resto del año, con lluvias medias mensuales hasta de 100mm. Las temperaturas mínimas promedio más bajas se presentan en los meses de julio y agosto llegando a tan sólo 0.4°C. Los meses con más altas temperaturas promedio son, enero, febrero, marzo y abril. (Equipo Consultor, 2015).

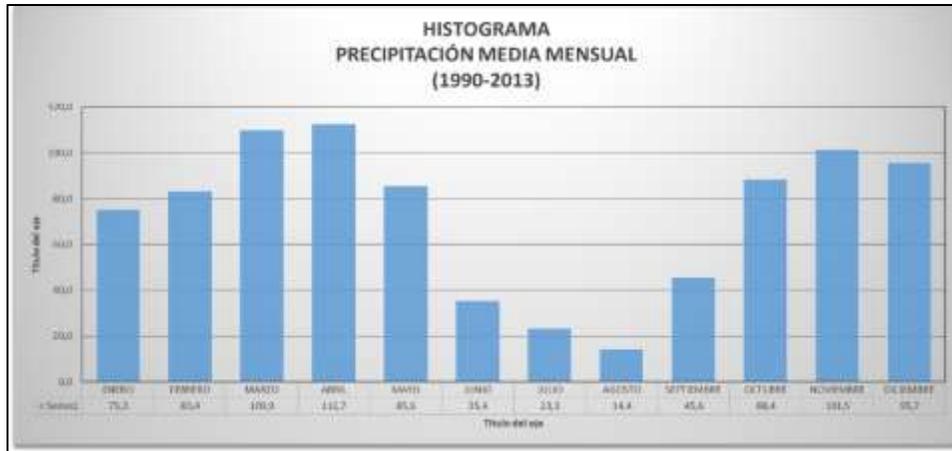
4.2.1 Precipitación.

La precipitación es la cantidad de agua en milímetros por metro cuadrado que ha caído sobre la superficie en forma de lluvia, llovizna, nieve, granizo, pero no se considera la neblina ni el rocío las cuales son consideradas como condensación (INAMHI, 2015).

De acuerdo a la caracterización pluviométrica del análisis de la variabilidad mensual o distribución intra-anual (régimen de precipitación), se identificó que la pluviosidad mensual del Cantón Cayambe es de 1350mm a 1500mm, además que los meses más lluviosos son de enero a mayo y de octubre a diciembre; mientras que las épocas más secas se identificaron en los meses de junio, julio, agosto y septiembre (Equipo Consultor, 2015).

Figura 27

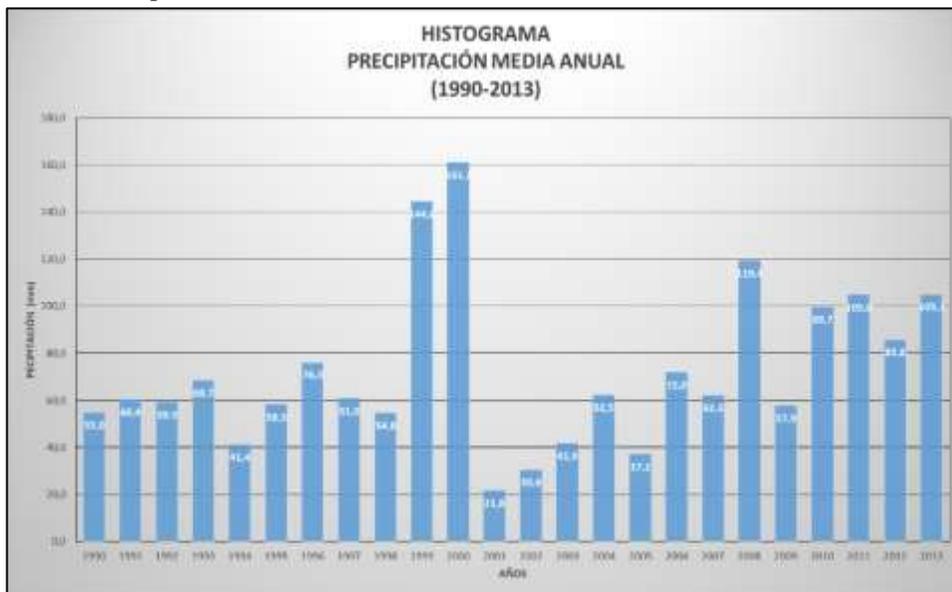
Precipitación media mensual.



Nota: Datos obtenidos de (INAMHI, 2015). Elaborado por: Los Autores.

Figura 28

Precipitación media anual.



Nota: Datos obtenidos de (INAMHI, 2015). Elaborado por Autores.

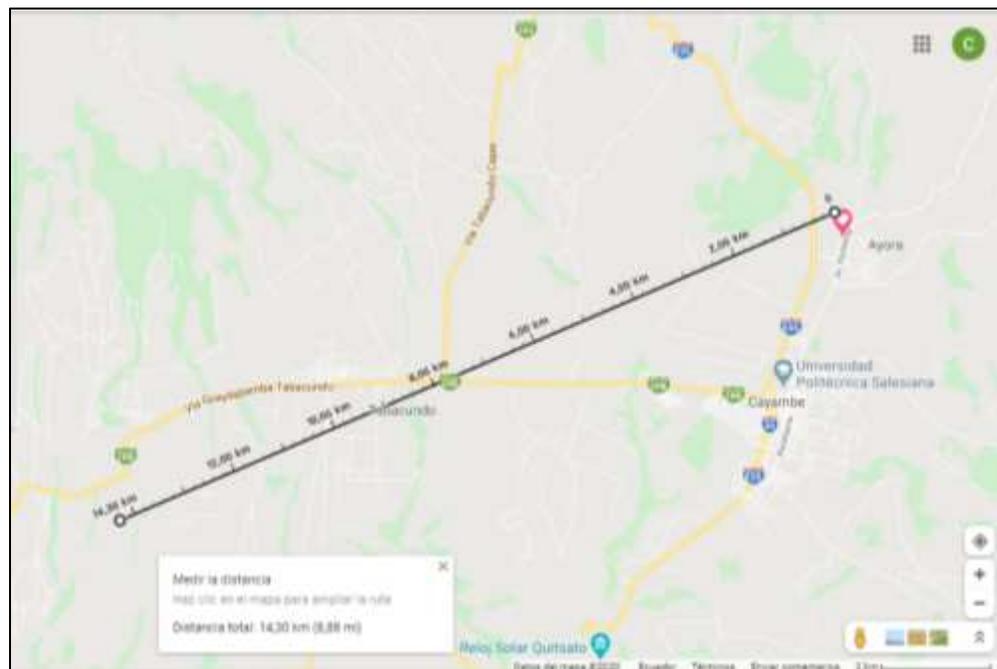
Del histograma de precipitaciones promedio anuales en el lapso de 24 años entre 1990 y 2013, se deduce que el año con mayor cantidad de precipitaciones fue el año 2000 con un promedio anual de 161.1 mm de lluvia.

4.2.2 *Temperatura.*

La información correspondiente a temperaturas fue obtenida a través de los anuarios meteorológicos emitidos por el INAMHI correspondientes a la estación AM2T “TOMALON TABACUNDO” la cual cambió su denominación a M1094 a partir del año 2011. Esta es la estación más cercana al proyecto ubicada a 14.30 Km del sitio del proyecto.

Figura 29

Ubicación estación meteorológica.



Fuente: www.googlemaps..

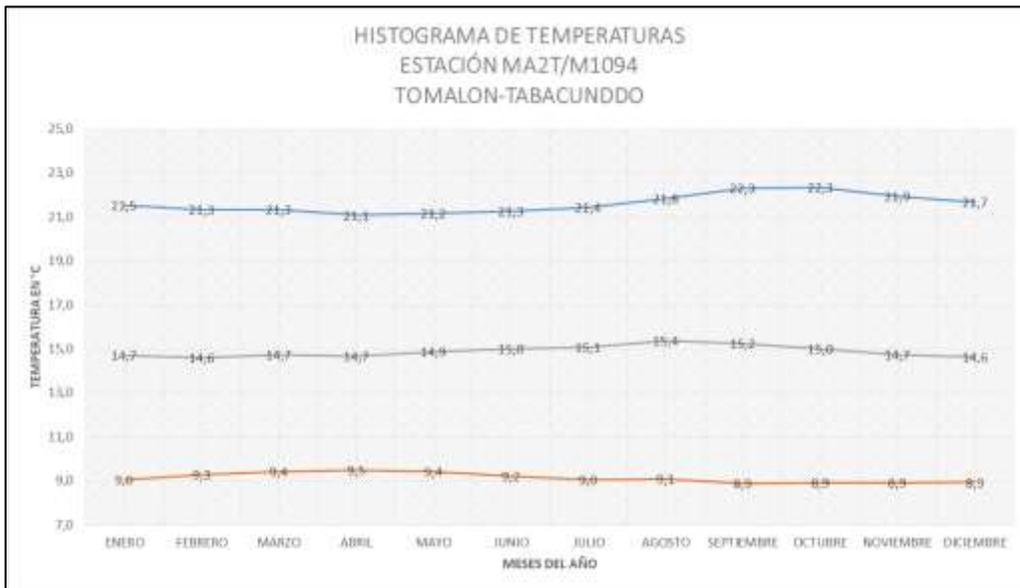
La temperatura media del aire en el transcurso del año es de 25.1°C, obtenidas en las estaciones meteorológicas del área del proyecto. Los meses de febrero, marzo y abril son los que presentan el valor mayor de temperatura, mientras que los meses de agosto y septiembre son los que tienen valores ligeramente más bajos con respecto a la media anual.

Las variaciones mensuales de las temperaturas no son significativas ya que su amplitud (diferencia entre los valores máximos y mínimos) está alrededor de los 2°C.

La temperatura más alta registrada en el cantón es de 15°C a 18°C localizada al Noroeste, mientras que las temperaturas más bajas se registran al Noreste del cantón entre 0°C y 10°C (Equipo Consultor, 2015).

Figura 30

Histograma de temperatura.



Nota: Datos obtenidos de (INAMHI, 2015). Elaborado por Autores.

4.2.3 *Humedad relativa.*

La humedad relativa del aire se la compara con la humedad del agua, es la relación entre la fracción molar del vapor de agua en el aire y la correspondiente fracción molar si el aire estuviese saturado con respecto al agua a presión y temperatura establecidas y se expresa en porcentaje (INAMHI, 2015).

Figura 31

Histograma de humedad relativa.



Nota: Datos obtenidos de (INAMHI,2015), Elaborado por: Los Autores.

El rango de datos evaluados corresponde a 24 años desde 1990 a 2013, correspondientes a la estación AM2T “TOMALON TABACUNDO”, obtenidos de los anuarios emitidos por el INAMHI, del cual se desprende que la humedad máxima se registra en el mes de abril con el 78.5% y la mínima es el mes de agosto con 60.3%, y una media del 71.5%.

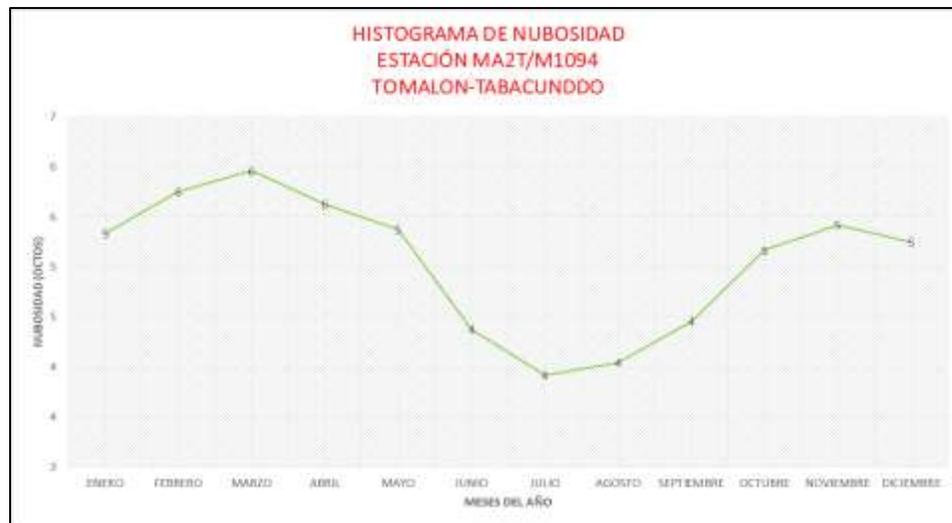
4.2.4 *Nubosidad.*

Si dividimos la cielo visible en octavos (octas) y cuantificamos cuántos de estos octas está cubierto por nubes, obtenemos la nubosidad (INAMHI, 2015); de igual manera

se presenta un histograma basado en la información de la estación AM2T “TOMALON TABACUNDO”, de 24 años entre 1990 y 2013, de la cual se desprende que el mes de mayor nubosidad es marzo con 6 octas; y el mes de menor nubosidad es el mes de julio con 4 octas.

Figura 32

Histograma de nubosidad.



Nota: Datos obtenidos de (INAMHI, 2015). Elaborado por: Los Autores.

4.2.5 *Velocidad del viento.*

A continuación se presenta los datos de velocidad de viento obtenidos través de los anuarios de la estación AM2T “TOMALON TABACUNDO” correspondientes a 24 años de seguimiento desde 1990 hasta 2013, en la cual se observa la velocidad máxima de 10.8 Km/h en el mes de agosto y la velocidad mínima de 3.8 Km/h en el mes de abril, como se visualiza en el siguiente histograma.

Figura 33

Histograma de velocidad de viento



Nota: Datos obtenidos de anuarios del INAMHI. Elaborador por: Los Autores.

4.3 Geología regional.

El desarrollo del proyecto, basándose en la información existente y con la ayuda de trabajos de campo, se pudo observar la existe de una sola unidad geológica presente en el área del proyecto definida con materiales de terrazas de origen volcánico. En el mapa geológico de la Figura 34, se puede apreciar la Geología regional.

4.3.1 Litoestratigrafía.

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

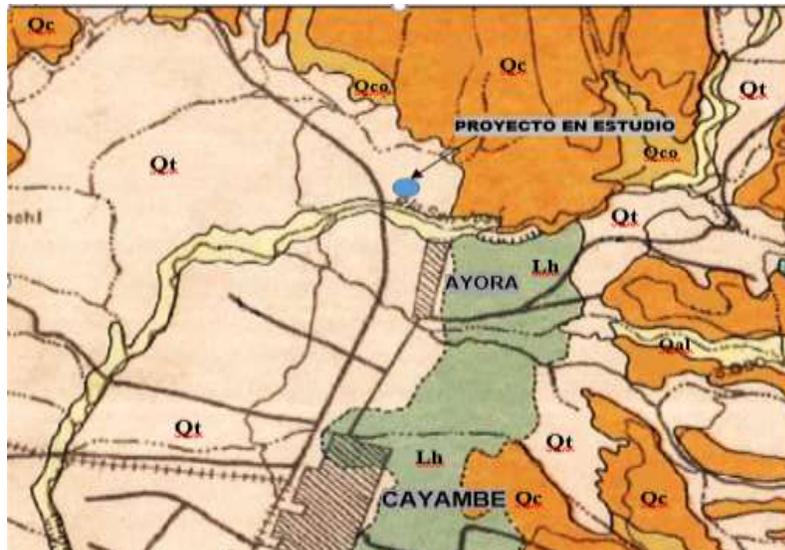
Depósitos de terrazas (Qt). - Estos depósitos se localizan en los flancos del valle que forman los ríos:

San José y Granobles; en forma local, el proyecto en estudio se desarrolla en la margen derecha del flanco del río San José.

Litológicamente estos depósitos son de origen sedimentario, fluvial, producto del acarreo y deposición por agua, a través del tiempo y están constituidos por materiales tipo cantos rodados con grava y arenas como basamento y en la parte superficial materiales más finos producto de la erosión de las formaciones litológicas circundantes que son limos arenosos, color habano amarillentos, con material granular disperso y de mediana a baja compacidad.

Figura 34

Mapa de Ubicación local



Fuente: PDOT Parroquia San José de Ayora.

Tabla 18*Litología geológica del proyecto*

UNIDAD GEOLÓGICA		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
Qal	Aluviales de cauce	Cantos rodados, gravas y arenas; en las márgenes y cauce del río; sueltos
Qco	Depósitos Coluviales	Mezcla heterogénea de materiales granulares con finos; de baja compacidad
Qt	Depósitos en forma de Terrazas	Arenas limosas, provenientes de los depósitos piroclásticos de las Cangaguas, de baja a mediana compacidad
Lh	Lahares	Mezcla de escombros de material volcánico; representados por fragmentos de rocas volcánicas redondeados a angulosos en matriz fina, de buena compacidad
Qc	Cangaguas	Flujos de lavas andesíticas y depósitos Piroclásticos

Fuente: PDOT San José de Ayora.

4.3.2 Geomorfología.

El aspecto geomorfológico de un territorio es las formas y ondulaciones que encontramos en él, se refiere precisamente a las curvaturas que se observan a simple vista en la superficie del terreno las cuales están definidas por las alturas, el tipo de pendiente, aspectos hidrológicos y que desde luego están directamente relacionadas con procesos geológicos y el tipo de unidad litológica (Equipo Consultor, 2015).

En base a esta definición, el área de estudio se encuentra ubicada en una unidad geomorfológica tipo: Llanuras de depósitos aluviales, las cuales poseen un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado, con pendientes naturales transversales que no sobrepasan los 5° de inclinación; donde las laderas naturales son de muy buena estabilidad; los terrenos están cubiertos por sembríos y pastos.

4.3.3 *Tectónica y estructuras geológicas.*

Los factores que influyen el comportamiento regional de esfuerzos tectónicos son: La interacción entre las placas tectónicas de Nazca, Cocos, América del Sur y Caribe; La subducción de la Cordillera de Carnige que está cerca a la de Nazca; y, el control de discontinuidades tectónicas y litológicas del basamiento precenozoico así como su influencia en la distribución de esfuerzos tectónicos (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

En base estos elementos las fallas tectónicas en el Ecuador se justifican de la siguiente manera: el movimiento hacia el NE de la interacción de placas del bloque Andino Noroccidental se relacionan con las fallas transcurrentes dextrales; las fallas inversas del sector Andino Oriental absorben las deformaciones de compresión de E a W con relación al Continente Americano; las fallas inversas en sentido N-S del callejón Interandino y de las cadenas montañosas australes, son considerados como efectos de las interacciones anteriores; y , algunas fallas activas se las relación con reactivaciones de discontinuidades antiguas que separan a grandes grupos litológicos de nuestro país (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

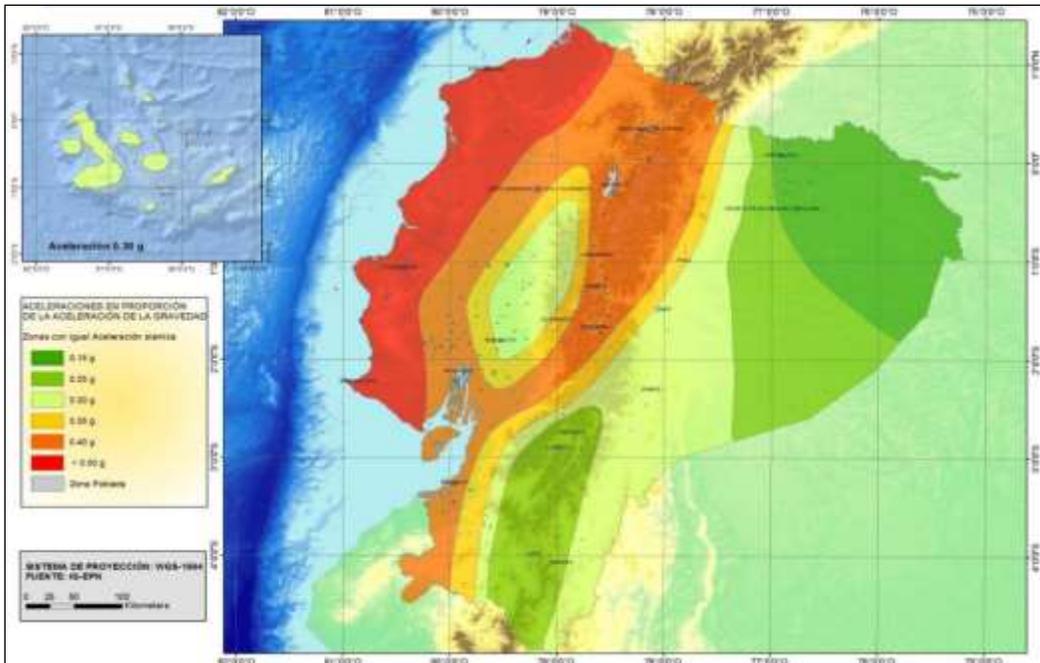
La evidencia de fallas tectónicas o geológicas, han sido cubiertas por los depósitos volcánicos recientes, emanados por los centros volcánicos aledaños y por los depósitos aluviales; señalándose que, en el área de estudio, de acuerdo a la información existente no se han delimitado este tipo de estructuras tectónicas que puedan afectar en la zona de estudio.

4.3.4 Aspecto sísmico.

En base al Mapa de Diseño Sísmico del (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014), el proyecto en estudio se encuentra en una zona sísmica IV, categorizada de amenaza sísmica Alta, que para el diseño de las obras civiles debe considerarse un valor de aceleración sísmica de 0.40 g (Valor Z). ver Figura 35.

Figura 35

Mapa para diseño sísmico.



Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción 2015.

Tabla 19

Valores de Z en función de la zona sísmica.

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción 2015.

4.4 Aspecto geológico geotécnico del trazado.

4.4.1 Descripción geológico-geotécnica del Proyecto.

Como se ha indicado anteriormente, a lo largo del proyecto, observando los afloramientos existentes en los taludes de corte, únicamente vemos que hay la presencia de la formación Terrazas Aluviales (Qt), de la cual realizamos la siguiente descripción:

Depósitos de Terraza (Qt).- Abscisas: 0+000 – 0+892.166 [Acceso panamericana Norte E35 - Av. Pichincha-Comunidad San Esteban]. 1+000 – 1+306.841 [Av. Pichincha – Comunidad San Esteban] y 0+000 – 0+253.067 [Calle La Cantarilla].

Litológicamente, estos depósitos están representados por una mezcla de cantos rodados, acompañada de gravas con finos arenosos en la parte interior o base y en la parte superficial por material más fino areno limoso con clastos de roca, color habano amarillento, de compacidad media, fácilmente deleznable.

Estos depósitos se localizan en todo el proyecto de estudio y en zonas aledañas, de topografía suave a ondulada; son de permeabilidad media a alta, escorrentía media, de capacidad portante media y baja en superficie. Los taludes se mantienen estables, por lo que no se espera fenómenos de inestabilidades de consideración; señalándose que no se prevé alturas de corte. La excavación para cualquier tipo de obra que se quiera cimentar se hará con maquinaria sencilla.

4.4.2 Procesos geodinámicos.

Según (Medina, 1991). Estos procesos, son movimientos que sufren los suelos y que pueden originarse en su interior y por la interacción de fuerzas externas sobre la corteza terrestre. La geodinámica se apoya en otras áreas como la Geomorfología, Hidrología,

Meteorología, Tectónicas, etc. Para determinar los factores que participan en el desarrollo de los fenómenos geodinámicos.

El terreno donde se implantarán los proyectos viales y su estabilidad dependen directamente de la geología de los materiales que lo componen, de la exposición, del comportamiento geomecánico y de los factores externos como sismos, lluvias, vientos y factores antrópicos denominadas condicionantes; y, si a estos factores se suma un factor desencadenante, se produce el fenómeno de inestabilidad (Flores, 2018).

Los factores condicionantes son:

De orden Geológico, relacionadas con las propiedades de litología, genéticas y estructurales de los materiales presentes, también la presencia de agua de escorrentía o subterráneas y la capacidad de permeabilidad de las capas de los terrenos (Flores, 2018).

De tipo Morfológicos, que considera la topografía del terreno y su situación ante los cuerpos fluviales, su pendiente y drenaje natural (Flores, 2018).

De carácter Geotécnica, que tiene que ver con las características físicas mecánicas y de permeabilidad de los materiales por ejemplo: índice de meteorización, fracturación etc. (Flores, 2018).

Los factores desencadenantes pueden ser los siguientes:

Naturales como los sismos, los hidrometeorológicos e hidrológicos son los que pueden desencadenar un deslizamiento.

Antrópicas como la explotación de materiales, excavaciones, rellenos y deforestación, son los que pueden desencadenar (Flores, 2018).

En resumen los procesos geodinámicos más comunes son; deslizamientos, caídas de rocas, derrumbes y depósitos de material por acción de lluvias y vientos.

En base a esta clasificación, en el sitio del proyecto en referencia debido a que las condiciones geomorfológicas e hidrogeológicas son muy favorables, el terreno de implantación de la obra no está expuesto a factores de orden geológico.

4.4.3 *Características hidrogeológicas.*

Este aspecto hace referencia a los efectos de las lluvias en el proyecto y está ligado a características del material y la topografía, con este antecedente se ha podido diferenciar que existe una sola unidad Hidrogeológica:

- Unidad A.-

En esta unidad está involucrada la unidad de los depósitos de Terraza, de origen fluvial, localizada en todo el tramo; que sumando a la topografía que es suave a ondulada que ocupa el flanco occidental del volcán Cayambe; presenta una escorrentía media, con una permeabilidad media a alta; forman acuíferos poco profundos de extensión limitada y de bajo rendimiento. El drenaje en la zona de estudio está influenciado principalmente por la cuenca del río San José, al cual confluyen drenajes menores.

4.4.4 *Evaluación de los materiales a ser excavados.*

Aquí se avalúan las propiedades de escarificación o riplabilidad, que son la capacidad de los materiales de ser desgarrados o removidos tanto de forma manual como de manera mecánica; así tenemos tres grandes grupos que son:

(Suelo). - O también denominado de primera categoría, está compuesto por suelos y rocas blandas, y que para su remoción se requiere equipo corriente como tractores, mototrailas o con el uso de herramienta menor (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

(Marginal). –También denominados de segunda categoría, estos materiales están compuestos por rocas dureza media, o alteradas y suelos que contienen bloques de gran tamaño que requieran el uso de maquinaria con potencias mayor a 320 HP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)

(Roca). – O de tercera categoría, compuestos por mantos rocosos pocos fracturados o rocas de gran tamaño que requieren el uso indispensable de explosivos para su fracturación y posteriormente su remoción (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Los materiales presentes en el proyecto, puede estimarse que la excavación en su mayoría será en suelo; en caso de que sea necesario realizar excavaciones para cimentaciones de las obras civiles.

Tabla 20

Valores de Z en función de la zona sísmica.

Ubicación	UNIDAD GEOLÓGICA	RIPABILIDAD		
		Suelo (%)	Marginal (%)	Roca (%)
1. Acceso panamericana Norte E35 – Av. Pichincha – Comunidad San Esteban	Depósitos de Terraza (Qt)	100	-	-
2. Av. Pichincha – Comunidad San Esteban				
3. Calle la Cantarilla				

Elaborado por: Los Autores.

4.5 Propiedades físicas de la sub-rasante.

La sub rasante es la capa sobre la cual se soporta o cimenta la estructura del pavimento y que debe soportar las cargas producidas por el tránsito, debe comportarse

adecuadamente a la acción del medio ambiente y suministrar apoyo uniforme a la estructura del pavimento (Rondón, 2015).

Para cumplir con el objeto del presente estudio se ha procedido a ejecutar diez calicatas de 1 metro de largo por 1 metro de ancho y 1.50 metros de profundidad para extraer muestras alteradas del suelo de sub-rasante y caracterizarlos de conformidad a la normativa vigente, a continuación se detallan las características de las mismas:

Tabla 21

Ubicación y coordenadas de calicatas.

SONDEO	MARGEN	SECTOR	COORDENADAS		msnm
			NORTE	ESTE	
		ACCESO SAN ESTEBAN			
CALICATA 1	IZQ	NORTE	10008485,8	818399,9	2812
CALICATA 2	DER	AV. IMBABURA	10008399,2	818428,21	2814
CALICATA 3	DER	AV. IMBABURA	10008130,8	818857,78	2827
CALICATA 4	CENT	SEMBRIO	10008087,7	819012,62	2833
CALICATA 5	IZQ	CA. CANTARILLA	10008040,5	819147,08	2842
CALICATA 6	IZQ	CA. CANTARILLA	10008167,7	819184,61	2849
CALICATA 7	DER	CA. CANTARILLA	10008260,8	819219,1	2850
CALICATA 8	DER	Y A SAN ESTEBAN	10008506,2	819275,09	2845
CALICATA 9	IZQ	Y FLORICOLA SAN ESTEBAN	10008596,9	819195,01	2843
		ACCESO SAN ESTEBAN			
CALICATA 10	IZQ	NORTE	10008597,6	818488,61	2814

Nota: Datos obtenidos del Estudio Geotécnico. Elaborado por: Los Autores.

4.5.1 Clasificación de suelos AASHTO.

Los suelos poseen una variedad tan grande de características las cuales hacen muy difícil la clasificación, por lo que actualmente se hallan vigentes dos métodos de clasificación de suelos; AASHTO (American Association of State Highway Officials) y el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

El método de clasificación AASHTO, desarrollado en 1929, es el más utilizado para el área de vías y carreteras, esta normado bajo la ASTM D-3282; y de acuerdo a este sistema se clasifica los suelos en 7 grupos principales desde A-1 hasta A-7, donde los grupos A-1, A-2 y A-3, corresponden a materiales granulares y se caracterizan por que menos del 35% de la muestra pasa el tamiz N°2; y, los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 representan a suelos finos en donde más del 35% de la muestra pase el tamiz N° 200, (Das, 2015).

Para el caso de suelos que sean considerados ser usados para sub-rasante en el área de vías, se requiere la evaluación de su calidad mediante la asignación de un número denominado índice de grupo (IG) el cual se determina con la siguiente ecuación.

$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10)$$

Donde:

F=porcentaje que pasa el tamiz N°200.

LL= límite liquido

PI= índice de plasticidad

El índice de grupo no tiene valor límite superior, pero si tiene límite inferior que es el 0 que corresponde a los materiales granulares, de ahí que la calidad del rendimiento de un suelo como material usado para sub-rasante es inversamente proporcional al índice de grupo (Das, 2015).

A continuación se presenta un cuadro resumen de la clasificación AASHTO del proyecto.

Tabla 22

Ubicación y coordenadas de calicatas.

CALICATA #	% QUE PASA POR EL TAMIZ			LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CLASIFICACIÓN AASHTO
	N°10	N°40	N°200			
C-1	100,00	90,60	65,20	25,61	3,206	A-4 (6)
C-2	100,00	95,76	88,00	29,29	3,780	A-4 (11)
C-3	96,08	92,51	75,27	26,33	2,893	A-4 (8)
C-4	100,00	89,67	67,34	33,43	6,622	A-4 (6)
C-5	95,94	87,94	56,50	32,5	6,415	A-4 (4)
C-6	100,00	86,33	53,14	27,31	3,175	A-4 (4)
C-7	95,58	92,94	54,08	26,69	3,803	A-4 (4)
C-8	100,00	89,08	64,48	28,39	3,661	A-4 (6)
C-9	100,00	86,03	63,15	26,56	3,317	A-4 (6)
C-10	100,00	88,34	56,18	26,54	3,576	A-4 (4)

Nota: Datos obtenidos del Estudio Geotécnico. Elaborado por: Autores.

Figura 36

Carta de clasificación AASHTO.



Nota: Imagen basada en los datos de Estudio Geotécnico. Elaborado por: Los Autores.

En general el suelo de la sub-rasante es fino limoso debido a que lo caracteriza un índice de plasticidad inferior a 10, y su calidad para sub-rasante es regular, los resultados

obtenidos en los ensayos de laboratorio se encuentran detallados en el Anexo “Estudio Geotécnico del proyecto”.

4.5.2 *Clasificación de suelos SUCS.*

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), fue desarrollado en 1948 por Casagrande durante la Segunda Guerra Mundial y aplicado en la construcción de aeropuertos, posteriormente con la colaboración del U.S. Bureau of Reclamación, fue revisado en el año de 1952, y normado bajo la ASTM D-2487 (Das, 2015).

El sistema de clasificación de suelos se basa en los tamaños de los granos que pasan por el tamiz N°200 y de los límites de Atterberg, es así que clasifica los suelos en dos grandes grupos:

El primero corresponde a materiales de grano grueso, en el que menos del 50% pasa por el tamiz N°200 y se les asigna un prefijo, G para gravas y S para arenas (Das, 2015).

El segundo grupo clasifica los suelos finos, en el que más del 50% del material ha pasado el tamiz N° 200, y de igual manera se les asigna letras como prefijo: M para limos inorgánicos, C para arcillas inorgánicas, O para limos y arcillas orgánicas; y, Pt para suelos con alto contenido de material orgánico (Das, 2015).

Otros símbolos que acompañan a los prefijos son W para definir materiales granulares que están bien graduados, P para materiales granulares mal graduados, L para materiales finos de baja plasticidad; y, H para materiales altamente plásticos (Das, 2015).

Es así que realizados los ensayos de clasificación se ha obtenido el siguiente cuadro resumen de clasificación de las diez calicatas ejecutadas para el proyecto:

Tabla 23

Clasificación SUCS.

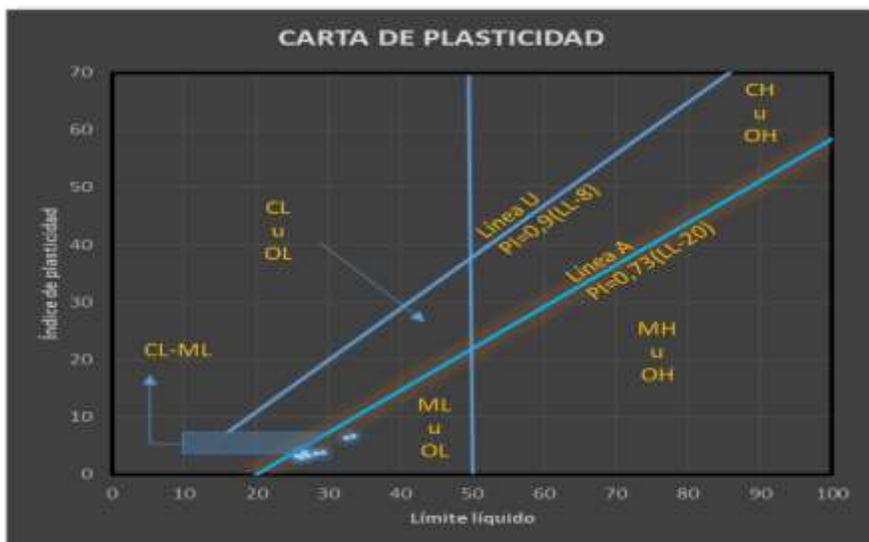
CUADRO RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)										
CALICATA	GRAVA	ARENA	FINOS	% QUE PASA TAMIZ N° 200	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN	
#	%	%	%							
C-1	6	29	65	65,20	25,61	22,41	3,206	ML	LIMO ARENOSO	
C-2	5	7	88	88,00	29,29	25,51	3,780	ML	LIMO ARENOSO	
C-3	0	25	75	75,27	26,33	23,44	2,893	ML	LIMO ARENOSO	
C-4	0	33	67	67,34	33,43	26,81	6,622	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA	
C-5	0	44	56	56,50	32,5	26,09	6,415	CL-ML	ARCILLA LIMO ARENOSA	
C-6	0	47	53	53,14	27,31	24,13	3,175	ML	LIMO ARENOSO	
C-7	0	46	54	54,08	26,69	22,88	3,803	ML	LIMO ARENOSO	
C-8	0	36	64	64,48	28,39	24,73	3,661	ML	LIMO ARENOSO	
C-9	4	33	63	63,15	26,56	23,24	3,317	ML	LIMO ARENOSO	
C-10	6	38	56	56,18	26,54	22,96	3,576	ML	LIMO ARENOSO	

Nota: Datos obtenidos del Estudio Geotécnico. Elaborado por: Los Autores.

El siguiente gráfico muestra la ubicación de los materiales del proyecto con relación a la carta de plasticidad.

Figura 37

Carta de plasticidad.



Nota: Datos obtenidos del Estudio Geotécnico. Elaborado por: Los Autores.

En general el suelo de la sub-rasante está conformado por limos arenosos (ML), y unas incrustaciones de arcilla limo arenosa (CL-ML), los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio se encuentran detallados en el Anexo “Estudio Geotécnico del proyecto”.

4.5.3 *California Bearing Ratio (CBR).*

El índice de California o Capacidad portante de California, CBR por sus siglas en inglés (California Bearing Rates), es una medida de resistencia de un suelo al esfuerzo cortante bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas. Se expresa en (%) y se utiliza con la ayuda de curvas empíricas en los proyectos de pavimentos flexibles (Ministerio de Obras Públicas, 2002).

El ensayo de CBR fue desarrollado por Staton y Porter en 1929 basado en AASHTOO 193-72, actualmente está normado por la ASTM D 1883. El CBR mide de manera indirecta la resistencia al corte del suelo de y/o una rigidez, esta última a través de la relación entre carga y desplazamiento. Matemáticamente el CBR se expresa como la relación en porcentaje entre las presiones necesarias para introducir un vástago en la muestra a un desplazamiento de 0.1 y 0.2 pulgadas versus una muestra patrón de material granular (Rondón, 2015).

En forma subjetiva los suelos de sub-rasante se pueden clasificar de acuerdo al CBR como se indica a continuación (Rondón, 2015).

Tabla 24*Clasificación sub-rasante por % CBR.*

CBR (%)	Clasificación general	Usos
0-3	Muy pobre	Sub-rasante
3-7	Pobre a regular	Sub-rasante
7-20	Regular	Afirmados y subbase
20-50	Bueno	Subbase y base
>50	Excelente	Base

Fuente: (Rondón, 2015).

El detalle de los resultados de los ensayos de laboratorio se encuentran en el **ANEXO 4.2 INFORME GEOTÉCNICO DEL PROYECTO** del cual se desprende el siguiente cuadro resumen.

Tabla 25**Resumen CBR del proyecto.**

NORMA	ASTM D 2216	ASTM D 2487	ASTM D 3282		ASTM D 1557		ASTM D 1883		
CALICATA	HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO		PROCTOR MOD.			CBR	
			GRUPO	IG	DENSIDAD MÁXIMA	HUMEDAD OPTIMA	1"	2"	RECOMENDADO
					Kg/cm ³	%	%	%	%
c-1	25.55	ML	A-4	6	1605	13.7	33.16	38.6	33.16
c-2	28.68	ML	A-4	11	1840	10.2	31.58	37.28	31.58
c-3	16.93	ML	A-4	8	1535	21.35	28.07	24.65	24.65

NORMA	ASTM D 2216	ASTM D 2487	ASTM D 3282	ASTM D 1557	ASTM D 1883				
CALICATA	HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO		PROCTOR MOD.		CBR		
					DENSIDAD MÁXIMA	HUMEDAD ÓPTIMA	1"	2"	RECOMENDADO
	(%)	GRUPO	GRUPO	(IG)	Kg/cm ³	%	%	%	%
c-4	34.83	ML	A-4	6	1646	16	26.3 2	25	25
c-5	22.06	ML	A-4	4	1608	17.05	33.8 2	39.4 7	33.82
c-6	32.01	CL	A-4	4	1545	20.4	40.7 6	40.3 7	40.37
c-7	30.72	CL	A-4	4	1592	15.8	33.3 9	39.0 6	33.39
c-8	26.17	ML	A-4	6	1620	18.2	66.5 1	57.5 4	57.54
c-9	19.47	ML	A-4	6	1710	11.9	63.1 9	56.2 1	56.21
c-10	22.39	ML	A-4	4	1570	14.5	39.4 7	40.0 2	39.47

Nota: Datos obtenidos de Estudio Geotécnico. Elaborado por: Los Autores.

Para determinar el CBR de diseño se aplica el método del Instituto del Asfalto, mediante el cual se toman los valores de CBR, se ordenan de menor a mayor, con el fin de determinar el % de valores inferiores y superiores, para el diseño del pavimento se recomienda como mínimo la realización de cinco ensayos CBR (Rondón, 2015). Obteniendo el siguiente cuadro.

Tabla 26

% de CBR mayores o iguales.

MUESTRA #	%CBR mayores o iguales proyecto		
	CBR %	NÚMERO DE VALORES IGUALES O MAYORES	% DE VALORES IGUALES O MAYORES
	De > a <		
C-3	24,65	10	100
C-4	25,00	9	90
C-2	31,58	8	80
C-1	33,16	7	70
C-7	33,39	6	60
C-5	33,82	5	50
C-10	39,47	4	40
C-6	40,37	3	30
C-9	56,21	2	20
C-8	57,54	1	10

Nota: Datos obtenidos de Estudio Geotécnico. Elaborado por: Los Autores.

Al elaborar el gráfico de estos porcentajes de CBR se escoge el percentil de diseño, que está relacionado con el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas que circulan en el carril y el período de diseño (Rondón, 2015). Obteniendo los siguientes resultados:

Figura 38

CBR de diseño.



Nota: Datos obtenidos de Estudio Geotécnico. Elaborado por: Los Autores..

Tabla 27

% de CBR mayores o iguales.

Numero de ejes de 8.2 Toneladas en el carril de Diseño	Percentil a seleccionar Para determinar el CBR de Diseño (%)	CBR (%) De diseño para proyecto
$\leq 10^4$	60	33.39
$10^4 - 10^6$	75	32.37
$\geq 10^6$	87.5	26.65

Fuente: Instituto del Asfalto – Asphalt pavements for highways and streets Manual Series No.1. Novena Edición (Revisión). Lexington, 2006, P.26

4.5.4 Módulo Resiliente.

El módulo resiliente es un parámetro que indica que tan rígido es el material bajo una carga cíclica de ripio resiliente; este se obtiene a través de ensayos triaxiales cíclicos sobre suelos inalterados o compactados, y esta normado bajo la AASHTO T307-99. En la práctica la obtención de este parámetro es difícil, ya sea por la falta de equipos o por la acertada definición de trayectorias de esfuerzo, razón por lo que generalmente se correlaciona este parámetro con el valor de CBR a través de ecuaciones establecidas en literatura especializada (Rondón, 2015), para el presente proyecto se ha calculado el módulo resiliente de acuerdo a lo establecido por la AASHTO -93:

$$\begin{aligned} \text{Si } CBR \leq 7.2\% & \quad Mr=1500*CBR \text{ (psi)} \\ \text{Si } 7.2 < CBR \leq 20\% & \quad Mr= 3000.CBR^{0.65} \text{ (psi)} \\ \text{Si } CBR > 20\% & \quad Mr= 4326*\ln CBR+241 \text{ (psi)} \end{aligned}$$

(AASHTO, 1993)

El CBR de diseño escogido es de 26.65%

$$Mr=4326* \ln 26.65 +241$$

$$\mathbf{Mr=14442.30 \text{ psi}}$$

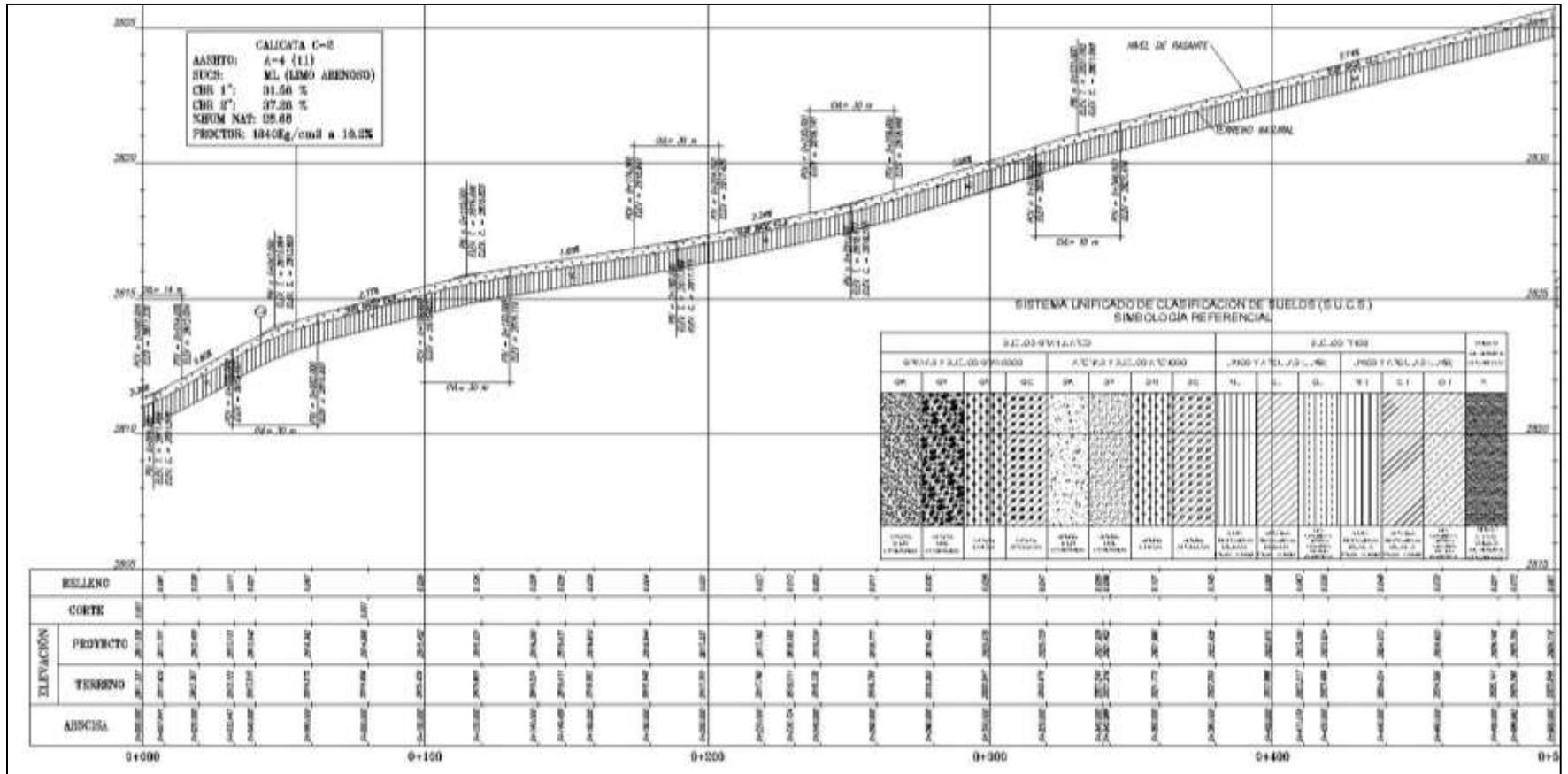
4.5.5 Perfil Estratigráfico.

Consolidados todos los resultados obtenidos de los estudios geotécnicos se ha procedido con la elaboración de los perfiles estratigráficos que caracterizan a la sub-rasante de nuestro proyecto como se muestran en las Figura 39, Figura 40, Figura 41, Figura 42, Figura 43, y, Figura 44 del presente capítulo.

ANEXO 4.3 PLANOS GEOTÉCNICOS.

Figura 39

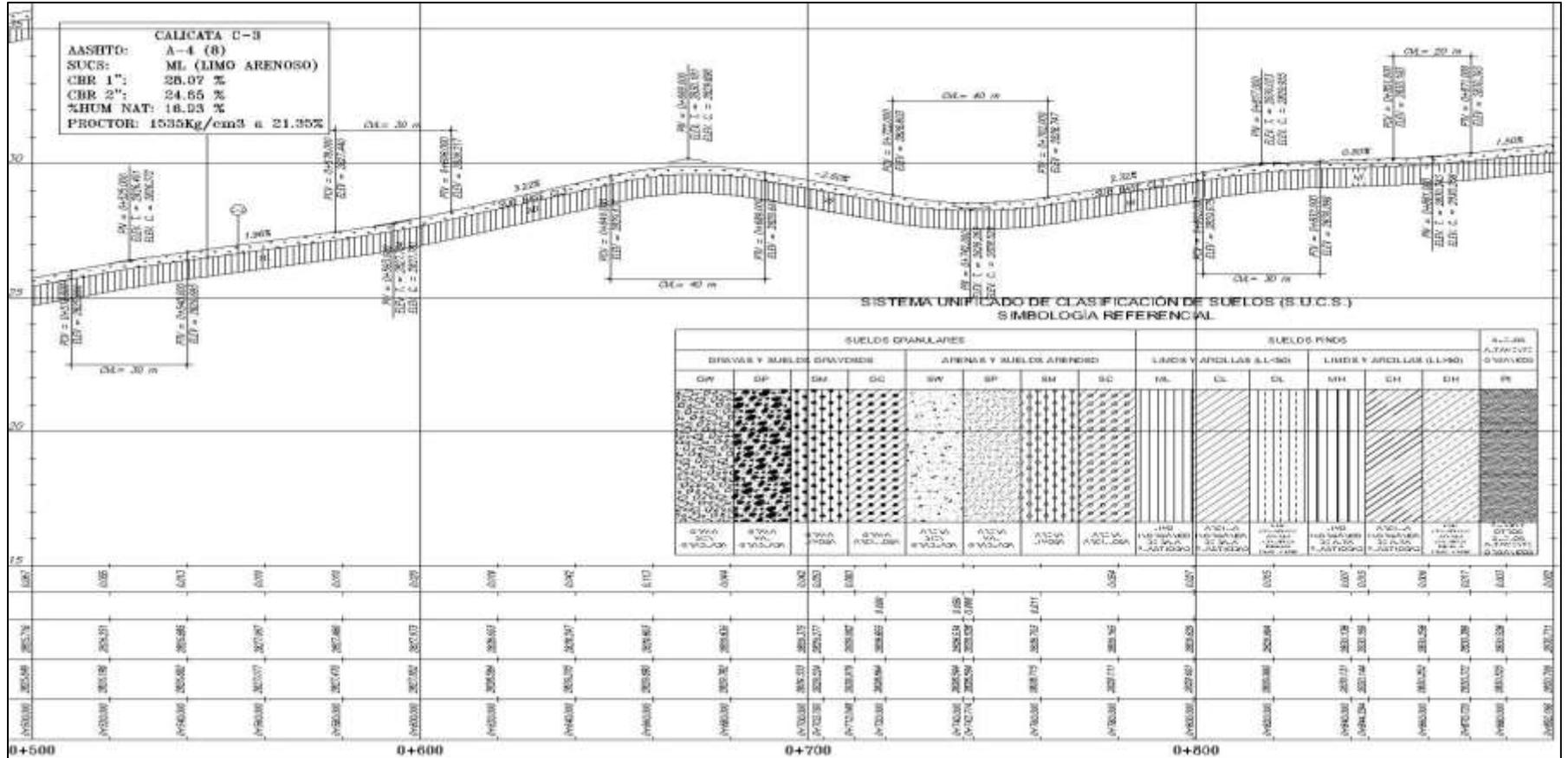
Perfil estratigráfico Av. Pichincha (0+000.000 - 0+500.000).



Elaborado por: Los Autores.

Figura 40

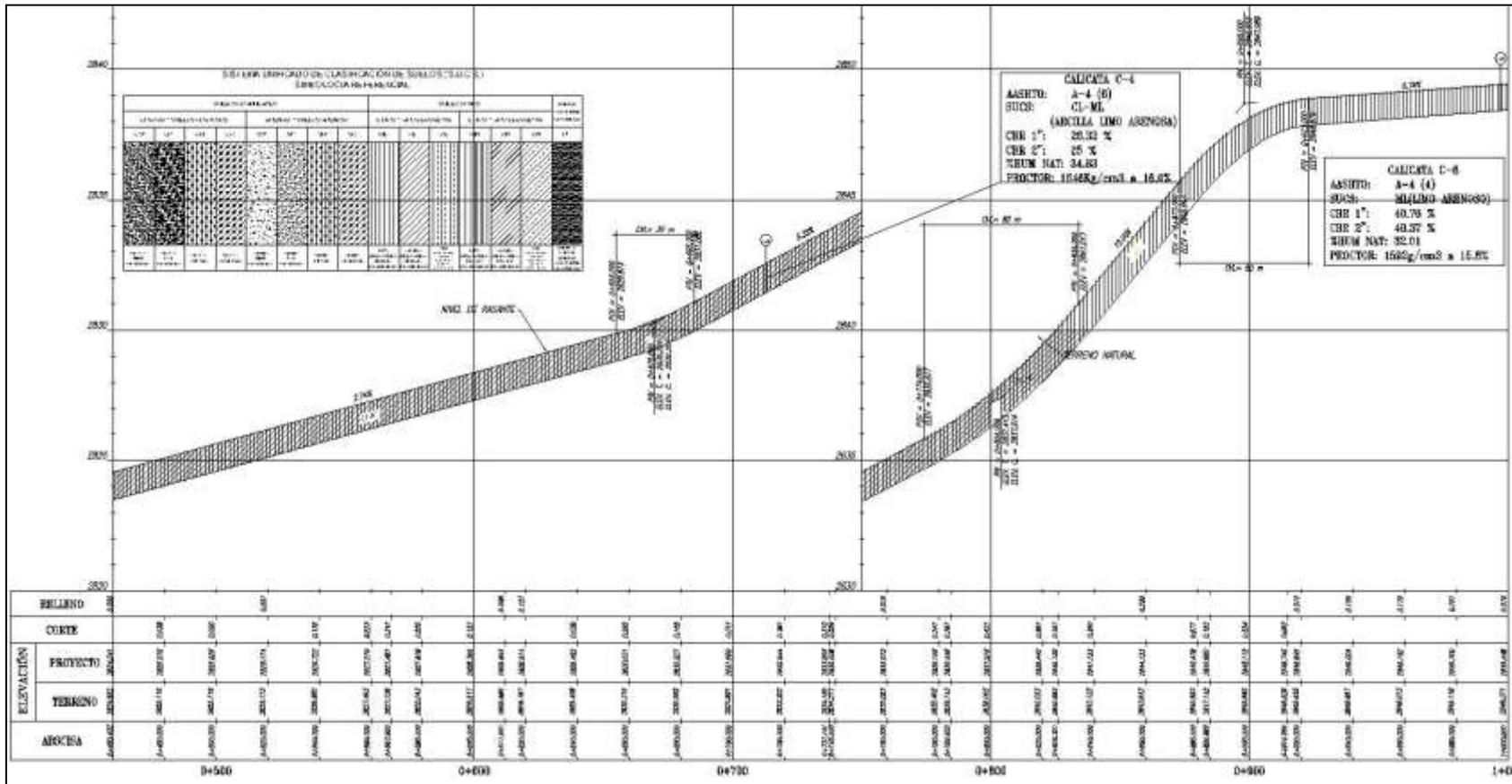
Perfil estratigráfico Av. Pichincha (0+500.000 – 0+892.166).



Elaborado por: Los Autores.

Figura 41

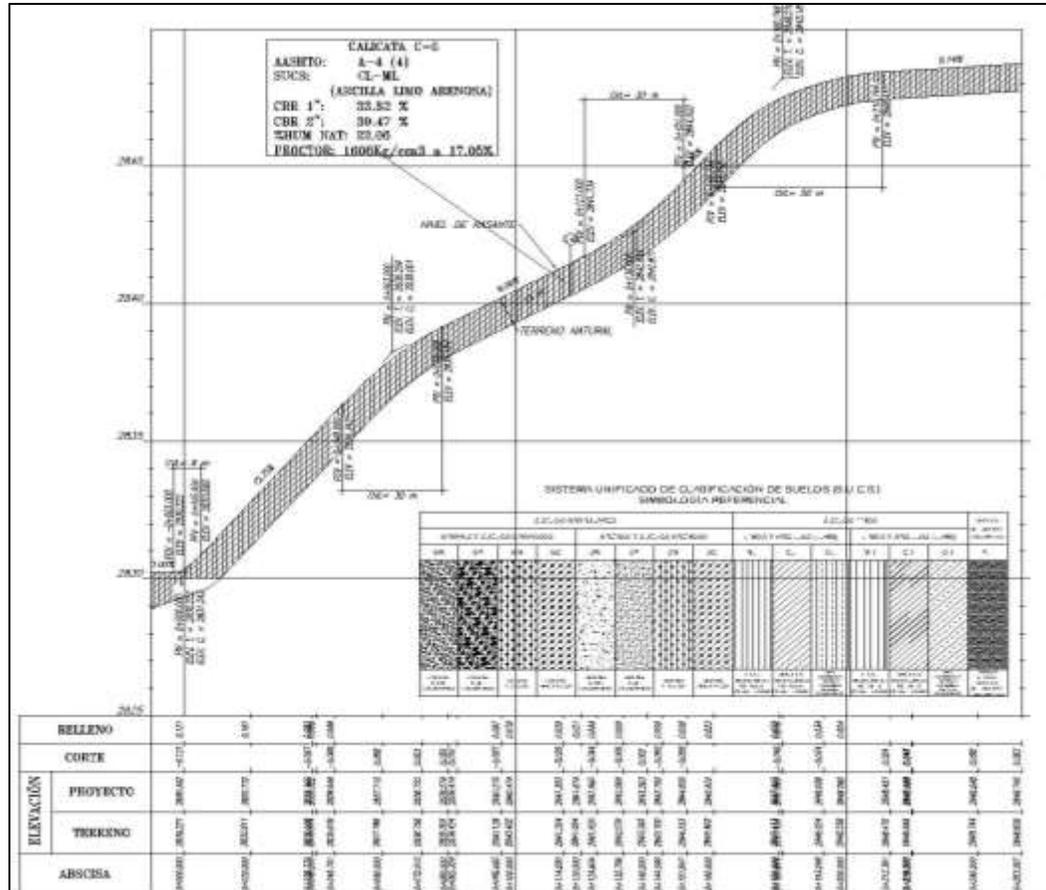
Perfil estratigráfico Av. Pichincha y Comunidad San Esteban (0+460.402 - 1+306.841).



Elaborado por: Los Autores.

Figura 42

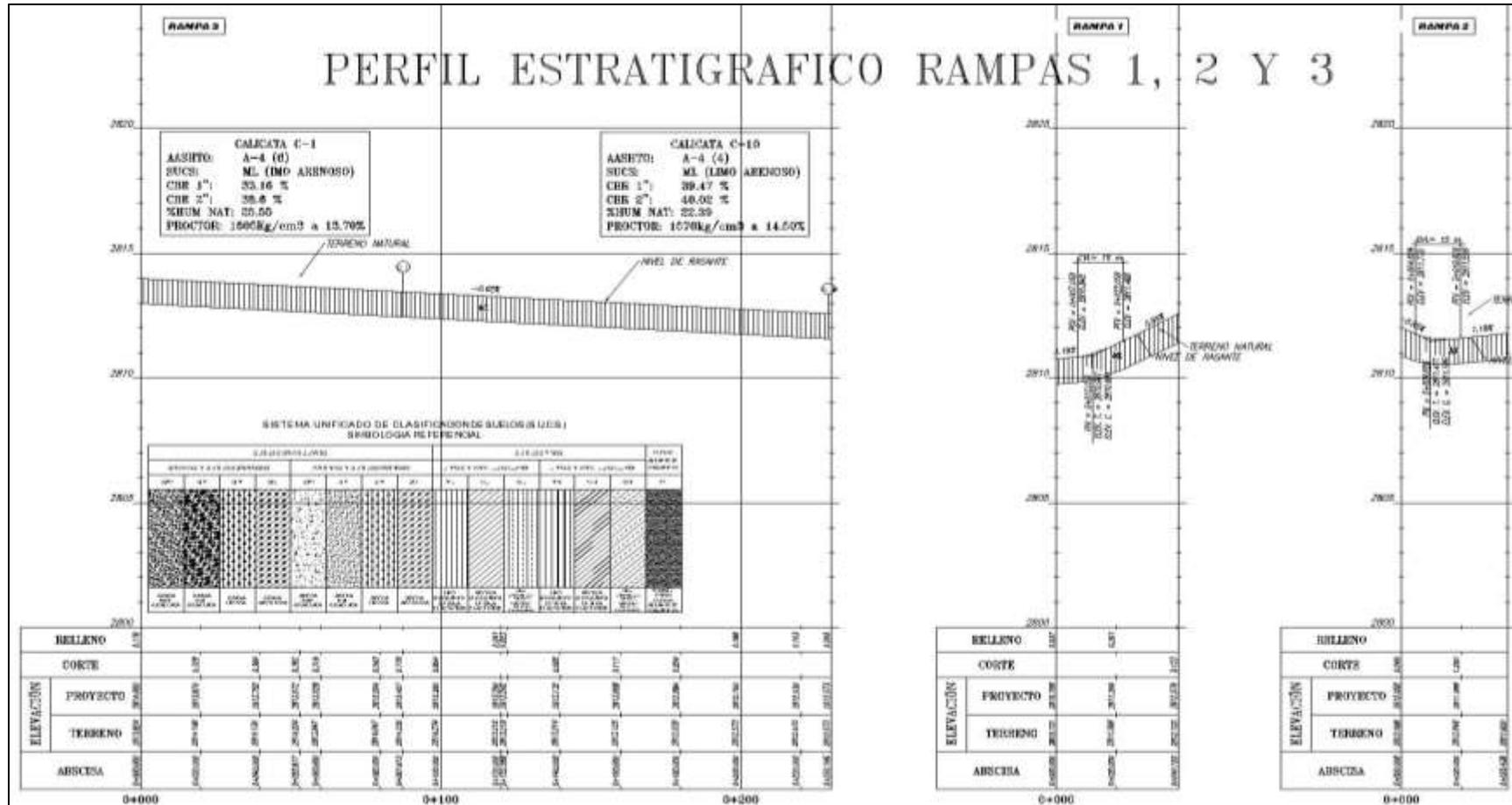
Perfil estratigráfico Calle La Cantarilla (0+000.000 – 0+253.067).



Elaborado por: Autores.

Figura 43

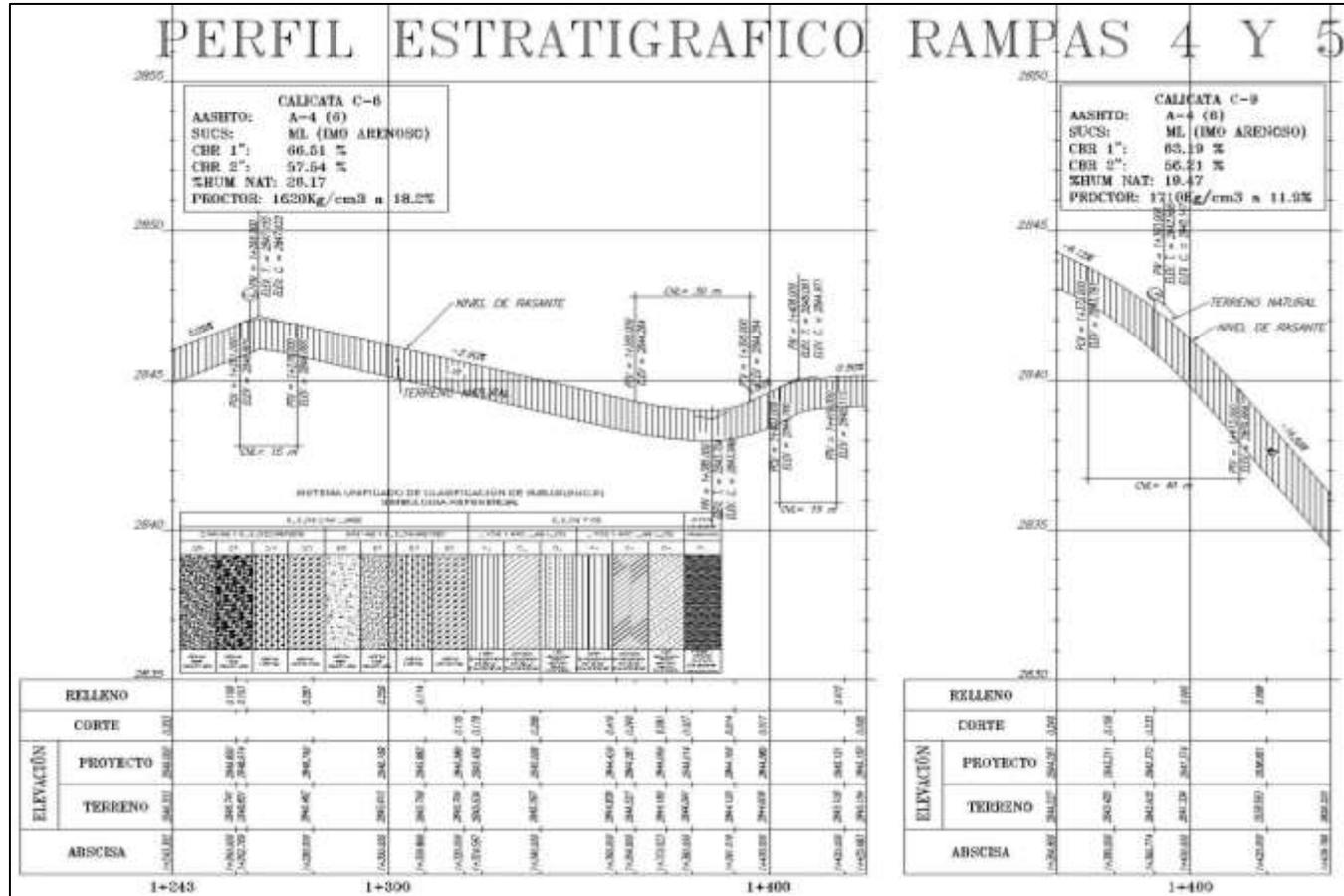
Perfil estratigráfico Rampas 1, 2 y 3.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 44

Perfil estratigráfico Rampas 1, 2 y 3.



Elaborado por: Los Autores.

4.6 Diseño de la estructura vial (Pavimento flexible, Adoquín).

A continuación se describen los requisitos mínimos necesarios de las estructuras que estarán bajo la capa de rodadura, en función de la información obtenida y de conformidad a la normativa legal vigente.

4.6.1 *Sub-rasante.*

La sub-rasante en un pavimento debe cumplir esencialmente tres objetivos: inicialmente debe soportar una carga vehicular limitada durante la construcción; debe resistir la compactación de las capas de la estructura que irá sobre ella y finalmente debe tolerar sin problemas las cargas vehiculares durante la vida útil del proyecto (Rondón, 2015).

En este sentido, los resultados de los ensayos realizados al material existente en el proyecto, califican como un buen material sub-rasante tanto para pavimento flexible como para adoquinado, pues posee cualidades como: buena resistencia mecánica, alta densidad o grado de compactación, baja susceptibilidad a cambios volumétricos con presencia de agua; y, buena trabajabilidad (Rondón, 2015).

Previo a la colocación de las capas de subbase o base, se debe conformar y compactar el material de conformidad a los lineamientos de las secciones 305-1 y 305-2 del MOP-001-F2002, y aprobado por el fiscalizador.

4.6.2 *Material de sub-base.*

La sub-base es una capa de material granular ubicada bajo la capa de base; tiene como objetivo principal, transmitir los esfuerzos de la carga vehicular en magnitudes tolerables para la sub-rasante; otras funciones es la de contribuir al drenaje; contrarrestar

los posibles cambios volumétricos de la sub-rasante en presencia de agua; y, económicamente, al tener un precio inferior al de la base, ayuda a reducir costos (Rondón, 2015).

El Ministerio de Obras Públicas en la sección 403 establece que el material a ser usado como subbase puede ser triturado o cribado y debe cumplir con las especificaciones de la sección 816 (Ministerio de Obras Públicas, 2002):

- La granulometría debe estar de acuerdo a la tabla 403-1.1 del MOP; y su verificación se lo realizara mediante ensayos granulométricos de conformidad a la norma INEN 969 Y 697.
- Los agregados gruesos no deben presentar abrasión mayor al 50%, para lo que se deberá realizar ensayos de abrasión de acuerdo a las normas INEN 860 y 861.
- Los materiales finos que conformaran la subbase deben carecer de plasticidad o tener un límite plástico menor a 25 y un índice de plasticidad menor que 6 y ensayarse de acuerdo a la norma INEN 691 Y 692.
- Las subbases para empleo en obras viales de conformidad al MOP se clasifican en tres clases: Clase 1, la cual se obtiene de rocas y gravas trituradas; Clase 2, que son una combinación de materiales triturados y cribados; y, Clase 3 que se obtiene naturalmente. Todas estas clases deben cumplir la tabla 403-1.1 de granulometrías del MOP:

Tabla 28

Granulometrías sub-base.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38.1 mm.)	100	70-100	--
Nº4 (4.75 mm.)	30-70	30-70	30-70
Nº40 (0.425 mm.)	10-35	15-40	-
Nº200 (0.075mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas, 2002), Tabla 403-1.1, Pág. IV-39

En general los materiales a ser usados como subbase deben obligatoriamente cumplir con los requerimientos establecidos en las secciones 403 y 816 del MOP.

4.6.3 *Material de base.*

La base es una capa de material granular ubicada bajo la capa de rodadura; su objetivo principal en pavimentos flexibles, la de transferir las cargas vehiculares en magnitudes tolerables y adecuadas a las capas de subbase y sub-rasante; otras funciones es la de contribuir al drenaje y facilita los procesos constructivos (Rondón, 2015). Se clasifican en 4 clases y deben cumplir lo establecido en la sección 404 y 814 del (Ministerio de Obras Públicas, 2002).

- La granulometría debe estar de acuerdo a la tabla 404-1.1, 404-1.2, 404-1.3 y 404-1.4 del MOP; y su verificación se lo realizara mediante ensayos granulométricos de conformidad a la norma INEN 696 (INEN, 2011).
- Los agregados gruesos no deben presentar abrasión mayor al 40%, para lo que se deberá realizar ensayos de abrasión de acuerdo a las normas INEN 860 y 861.

- Los materiales finos que conformaran la subbase deben carecer de plasticidad o tener un límite plástico menor a 25 y un índice de plasticidad menor que 6 y ensayarse de acuerdo a la norma INEN 691 Y 692. (INEN, 1982), (INEN, 1982)

Base Clase 1 la cual se obtiene de rocas y gravas trituradas en un 100%; Clase 2, que son obtenidos de roca y grava triturada y cuyo agregado grueso será de al menos el 50% triturado; Clase 3 que se obtiene de rocas o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será al menos del 25%; y, Clase 4, que se obtiene de materiales rocas o gravas trituradas o cribadas (Ministerio de Obras Públicas, 2002).

Tabla 29

Granulometrías sub-base.

PORCENTAJES EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA					
TAMIZ	CLASE 1		CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
	Tipo A	Tipo B			
2" (50,8mm)	100	--	--	--	100
1 1/2"(38,1mm)	70-100	100	--	--	--
1"(25,4mm)	55-85	70-100	100	--	60-90
3/4"(19,0mm)	50-80	60-90	70-100	100	--
3/8"(9,5mm)	35-60	45-75	50-80	--	--
Nº4 (4,76mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
Nº10 (2,00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	--
Nº40 (0,425mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	--
Nº200 (0,075mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas, 2002)

4.7 Fuentes de materiales de construcción

Para la construcción de los diferentes tipos de obras es necesario disponer de la identificación y calificación de la mina que servirá como fuente de material de construcción, tanto para hormigones, para base y sub-base, así como material de

mejoramiento. De la información recopilada, se desprende que en el área de influencia directa del Proyecto se podrían utilizar los materiales volcánicos de la Mina denominada Pingulmi, de la cual efectuamos a continuación la descripción correspondiente.

4.7.1 *Fuente N°1.- (Mina Pingulmi).*

Geológicamente, el área considerada como fuente de material corresponde a la formación denominada: “Sedimentos Chiche”, que son depósitos de origen volcánico, bien estratificados horizontalmente; donde la parte superior de esta formación consiste en una secuencia de cenizas volcánicas habano amarillentas, con intercalaciones de pómez, de compactación media. Mientras que en la parte inferior existen materiales tipo aglomerados de clastos de roca entremezclados con arenas gruesas y lentes de arenas y fragmentos de roca de forma subredondeada a angulosa, de buena compactación.

Se encuentra localizada en el sector de Santa Marianita, a 14 Km de Cayambe, vía: Santa Marianita - Cayambe y a 4 km de Cayambe - acceso norte a la población de Ayora; en total la distancia de acarreo sería de 18 km, desde Mina al Inicio del proyecto. Tiene como Coordenadas UTM: N 10000545 – E 808673. Esta área minera es de propiedad de la empresa: Herdoiza Crespo Construcciones S.A. Referencia, Figura 45.

Existe un volumen de material grande disponible; al momento la empresa propietaria de esta Mina tiene material: agregados, arenas dispuestos en forma de stock; como se puede ver en las fotos: 6, 7 y 8.

Son Aptos para base, sub base, mejoramiento de sub-rasante, agregados para hormigones y asfaltos.

Figura 45

Ubicación con respecto al proyecto.



Fuente: www.google.com

Figura 46

Secuencia estratificada de sedimentos volcánicos: Tobas, aglomerados volcánicos



Fuente: Fotografía Ingeniero Luis Jarrín.

Figura 48

Stock de materiales obtenidos del afloramiento de sectores cercanos; representados por material granular con finos arenosos; aptos para la construcción de las diferentes obras civiles ubicación con respecto al proyecto



Figura 47

Afloramiento natural de material, de materiales volcánicos



Nota: tipo aglomerados, de fragmentos pequeños de roca con clastos menores entremezclados con finos arenosos, de buena compacidad. Fuente: Fotografía Ingeniero Luis Jarrín.

CAPÍTULO V

DISEÑO DE PAVIMENTOS

5.1 Antecedentes.

La idea fundamental del Diseño de Pavimentos es encontrar los espesores mínimos para conformar la estructura funcional del pavimento (sub-rasante, sub-base base y capa de rodadura), que soporte las diferentes cargas al paso vehicular sobre una capa superficial, transmitiendo las mismas a la sub-rasante.

5.1.1 Estructura del Pavimento.

El pavimento está conformado por diferentes capas, entre las cuales se detallan por su función y propiedades mecánicas y son:

Tabla 30

Funciones y propiedades mecánicas de las capas que forman el pavimento.

CAPAS	FUNCIÓN	PROPIEDADES MECÁNICAS
CAPA DE RODADURA	<ul style="list-style-type: none">- Superficie de rodadura (confort y seguridad)- Impermeabilización del pavimento.- Protección de la base- Capa soportante	<ul style="list-style-type: none">- Resistencia a la deformación permanente.
BASE	<ul style="list-style-type: none">- Proporcionar un soporte estable al revestimiento- Evitar la deformación permanente de las capas inferiores	<ul style="list-style-type: none">- Módulo y resistencia a la deformación permanente en bases granulares.- Módulo y resistencia a la Fisuración por fatiga en bases estabilizadas con cemento.
SUB BASE GRANULAR	<ul style="list-style-type: none">- Evitar la deformación excesiva del suelo después de la construcción.- Capa anticontaminante- Drenaje	<ul style="list-style-type: none">- Módulo y resistencia a la deformación permanente.
SUB-RASANTE	<ul style="list-style-type: none">- Soporte del pavimento	<ul style="list-style-type: none">- Resistencia (módulo y resistencia a la deformación permanente)

Fuente: Ing. Torres M., Pavimentos de Carreteras, 2010.

5.2 Diseño de Pavimento Flexible aplicando el método AASHTO 1993.

5.2.1 Metodología.

El diseño estructural de pavimentos tiene por objetivo establecer el espesor total de la estructura. En el método propuesto por la AASHTO los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas, durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso, número de ejes y a los efectos de cálculo se los transforma en un número equivalente de ejes tipo de 80 KN o 18 kips (AASHTO, 1993).

De acuerdo a la (AASHTO, 1993). La ecuación básica empleada para el diseño de pavimentos flexibles es:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R * S_0 + 9.36 * \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{\Delta\text{PSI}}{4.2-1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}M_R - 8.07$$

Donde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas acumulado para el periodo de diseño analizado

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

S_0 : Desviación estándar de todas las variables

ΔPSI : Diferencia entre el índice inicial de servicio (P_o) y el índice final (P_t)

Nivel de servicio inicial (PSI Inicial)

Nivel de servicio final (PSI final)

M_R : Módulo de resiliente de la sub-rasante promedio (en psi), correspondiente al CBR de la subrasante determinado para el diseño.

SN: Número Estructural característico del pavimento

5.2.1.1 Período de diseño.

El período de diseño para proyectos viales es de 20 años.

5.2.1.2 Módulo resiliente de la sub-rasante.

El Módulo de Resiliencia se calcula en función del CBR, para lo cual se requiere establecer un CBR de diseño.

Según el procedimiento que sugiere el Instituto del Asfalto los valores van de 60% a 87.5%, en función de los ejes equivalentes que se obtuvieron anteriormente y es de 3'995.483 y 3'379.958 ESAL's, gráficamente podemos determinar el CBR de diseño, eligiendo el que corresponda al porcentaje que se encuentre dentro de los siguientes rangos:

Tabla 31

Valor de percentil en función de ejes equivalentes total.

Numero de ejes de 8.2 Toneladas en el carril de Diseño	Percentil a seleccionar Para determinar el CBR de Diseño (%)	CBR (%) De diseño para proyecto
$\leq 10^4$	60	33.39
$10^4 - 10^6$	75	32.37
$\geq 10^6$	87.5	26.65

Fuente: Instituto del Asfalto, 2006, P.26

Figura 49

CBR de diseño.



Nota: Datos obtenidos de Estudio Geotécnico. Elaborado por: Los Autores.

Según muestra la Figura 49 el valor de CBR que corresponde al 87.50% es de 26.65%, tomado en cuenta para CBR de diseño. Determinamos el módulo de resiliencia con la siguiente característica:

$$\text{Si CBR} > 20\% \qquad \text{Mr} = 4326 * \ln \text{CBR} + 241 \text{ (psi)}$$

El CBR de diseño escogido es de 26.65%

$$\text{Mr} = 4326 * \ln 26.65 + 241$$

$$\text{Mr} = 14442.30 \text{ psi.}$$

5.2.1.3 Índice de servicio.

Son las condiciones de manejo seguro y confortable que ofrece un pavimento a los conductores; existe el índice de servicio (Po) condición inicial y índice de servicio final (Pt) que varían entre 0 a 5.

Cuando un pavimento está recién construido o rehabilitado su índice de servicio es de 4.2 para pavimentos flexibles y 4.5 para pavimento rígido. (AASHTO, 1993).

Utilizamos P_o de 4.2 como nivel de servicio inicial.

El índice de servicio final o estado límite de servicio capaz de ser tolerado, están entre 1.5 para vías de muy baja importancia y de 2.5 a 3.0 para vías arterias (AASHTO, 1993)

Para nuestro P_t utilizamos el valor de 2.5 como nivel de servicio final.

La diferencia entre el índice inicial de servicio (P_o) y el índice final (P_t) es el ΔPSI .

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5 = 1.7$$

5.2.1.4 Índice de confianza (R),

Este parámetro se puede definir como la probabilidad de que una sección de pavimento, se comporte satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y clima especificados durante el periodo de diseño (AASHTO, 1993).

Tabla 32

Niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO

NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS PARA DIFERENTES CARRETERAS		
CLASIFICACIÓN	Nivel de Confiabilidad	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales u otras	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras de tránsito	80-95	75-95
Carreteras locales	50-80	50-80

Fuente: (AASHTO, 1993)

El nivel de Confiabilidad para la zona Urbana clasificándola como arteria principal que va entre 80 a 99 para nuestro caso se tomara un nivel de confiabilidad de 80%.

5.2.1.5 Desviación normal estándar (Zr).

Está en función de la confiabilidad del diseño (R) o grado de confianza.

Figura 50

Valores de desviación estándar (Zr) normal en función de niveles de confiabilidad

VALORES DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL PARA VARIOS NIVELES DE CONFIABILIDAD			
CONFIABILIDAD	DESV. ESTÁNDAR	CONFIABILIDAD	DESV. ESTÁNDAR
50	0.000	93	-1.476
60	-253	94	-1.555
70	-524	95	-1.645
75	-674	96	-1.751
80	-841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.090
91	-1.405	99.99	-3.750

Fuente: (AASHTO, 1993)

De conformidad con la confiabilidad adoptada, se ha determinado la desviación estándar normal. Según AASHTO 93 para confiabilidad del 80%, la tabla de áreas bajo la carga de distribución normal, AASHTO 93 recomienda un valor de -841.

5.2.1.6 Desviación estándar (So).

Debido a la diferencia entre el comportamiento real y el asumido en tablas de la estructura del pavimento se produce errores, para remediar en parte la AASHTO estima un método regresional para el reajuste de estas deficiencias, los valores establecidos están dentro del siguiente rango: $0,40 \leq So \leq 0,50$ para pavimentos flexibles.

Se toma como valor $So = 0.40$.

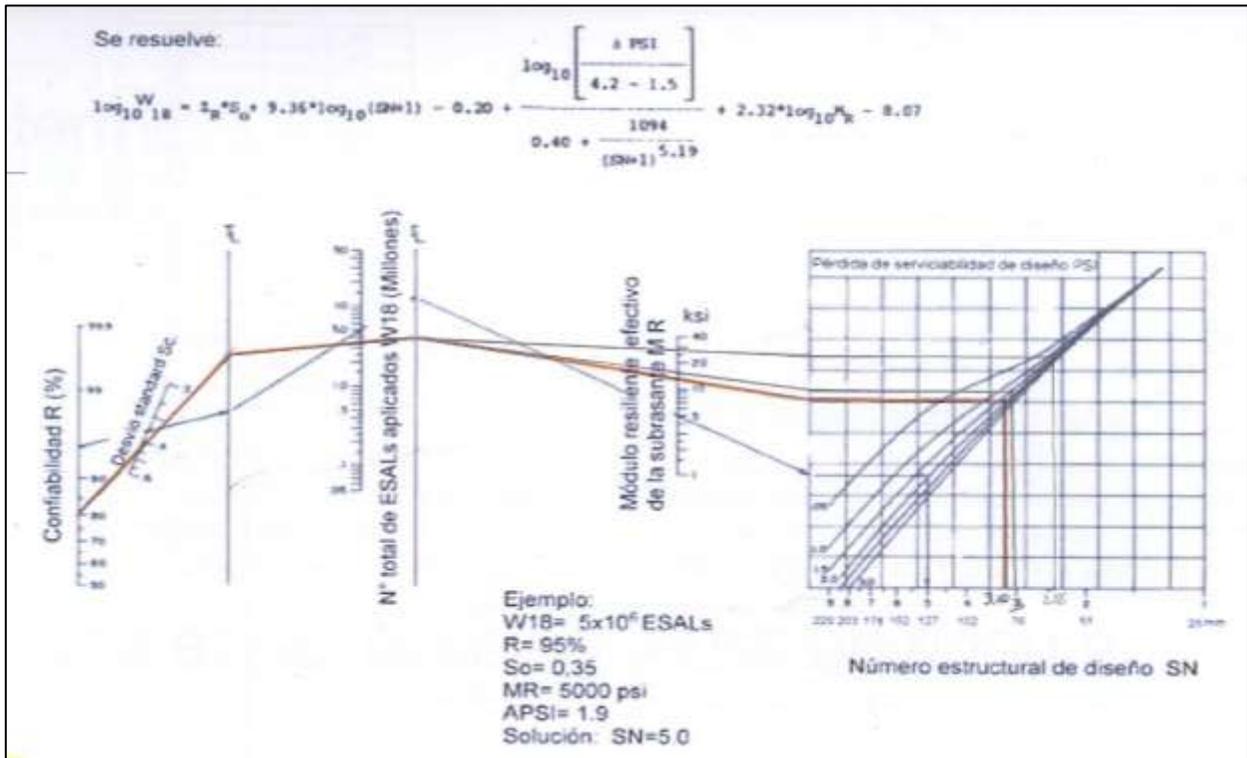
5.2.1.7 Cálculo del número estructural.

Es una variable planteada por (AASHTO, 1993). En su Guía de Diseño, está directamente relacionada con la capacidad de carga de la estructura y calcular los espesores de cada capa de la estructura del pavimento; para su cálculo se hizo de 2 maneras:

1. Por medio del ábaco de diseño de la AASHTO, que nos permite calcular su valor de una práctica y didáctica, aunque es menos preciso porque su valor se determina observando. El ábaco es el siguiente:

Figura 51

Ábaco de diseño de la AASHTO.



Fuente: (AASHTO, 1993)

W18= 3.99×10^6 R= 80% So= 0.40 MR= 1442.30psi

$\Delta PSI = 1.70$

SN= 3.11 SN1= 2.55 SN2= 3.00

2. Por medio de un software denominado Ecuación AASHTO 1933, que determina el SN (numero estructural), en base a la serviciabilidad inicial y final, confiabilidad, desviación estándar, módulo resiliente de la capa, y numero de ejes equivalentes (W18) (Vásquez, 2004).

Figura 52

Cálculo del número estructural AASHTO 1993.

Fuente: (Vásquez Varela, 2000).

El resultado obtenido es SN=3.11 con respecto a la sub-rasante.

5.2.2 *Determinación de los Espesores de Cada Capa.*

Una vez que se ha determinado el número estructural, es necesario calcular los espesores de las capas del pavimento como son: sub base, base y capa de rodadura. Se utiliza la siguiente expresión:

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3$$

Dónde:

D1, D2, D3: Espesores de las diferentes capas: Rodadura, Base y Subbase.

a1, a2, a3: Coeficientes estructurales de cada capa.

m2, m3: Coeficiente de Drenaje

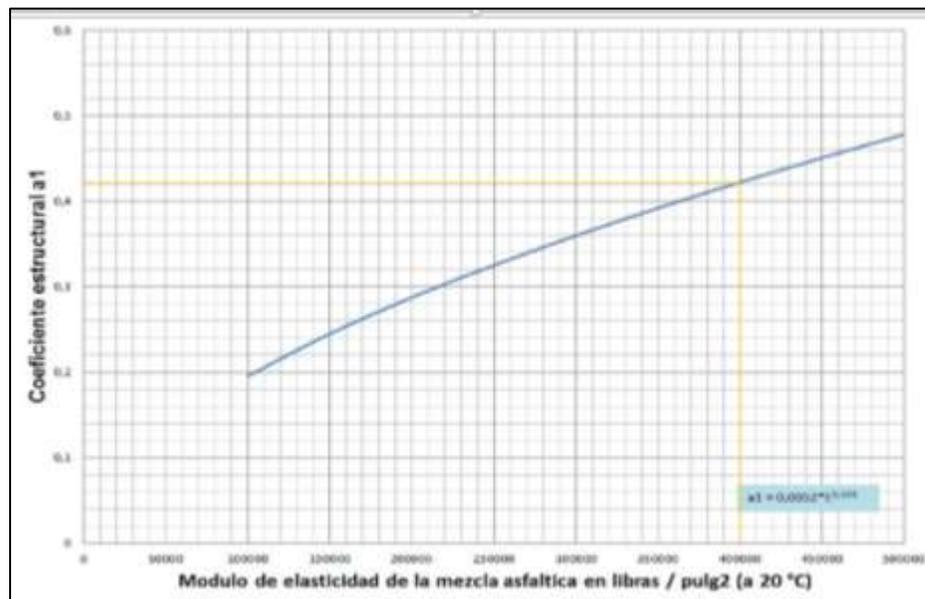
5.2.3 *Coefficiente Estructural de la Carpeta Asfáltica (a1).*

El coeficiente estructural de capa de una superficie de concreto asfáltico de gradación densa, basada en su módulo elástico (resiliente) (EAc) a 68°F (20°C). Se recomienda tener cuidado con los valores del módulo por encima de los 450000 psi. (VIVAR, 1997), (p.144).

Tomamos un valor de 400000 psi, ubicamos en el gráfico para determinar el coeficiente estructural y nos da $a_1 = 0.42$.

Figura 53

Figura para hallar a1 en función del módulo elástico.



Fuente: (AASHTO, 1993)

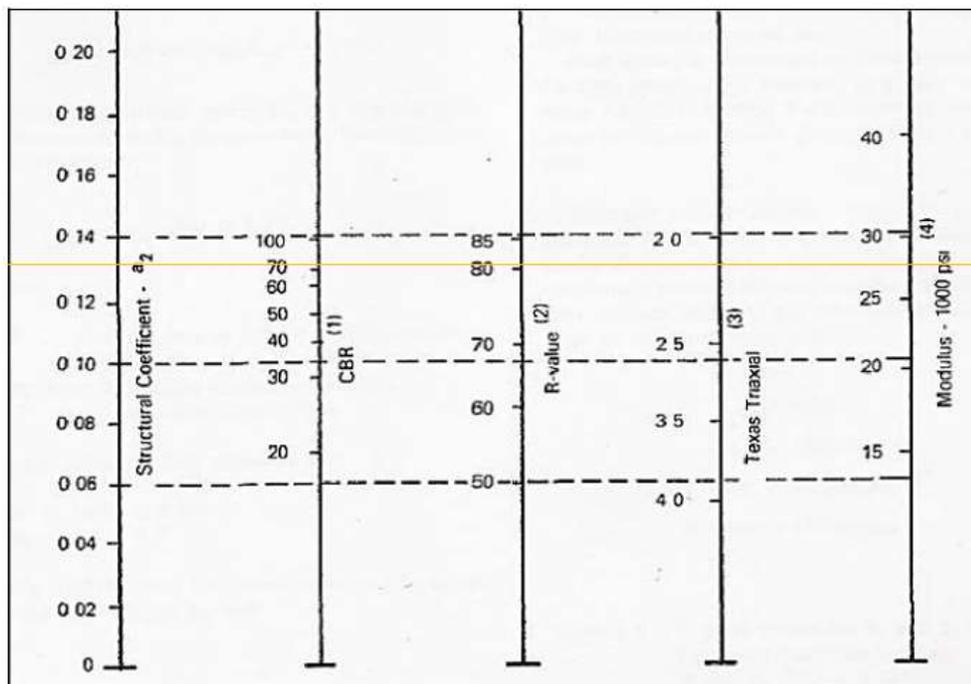
5.2.4 Coeficiente Estructural de la Base (a_2).

Para el cálculo del coeficiente estructural a_2 se determinará usando los ábacos referenciales de la AASHTO – 93, asumiendo que el valor de soporte de CBR es igual o mayor a 80% (Aguirre. 2014).

ANEXO 5.1 AASHTO GUIDE FOR DESIGNING OF PAVEMENT STRUCTURES 1993.

Figura 54

Grafico para determinar el coeficiente estructural (a_2) de la base granular.



Fuente: (AASHTO, 1993).

Tomamos CBR 80%, ubicamos en el gráfico para determinar el coeficiente estructural y nos da $a_2 = 0.135$ – $MR = 29000$ psi.

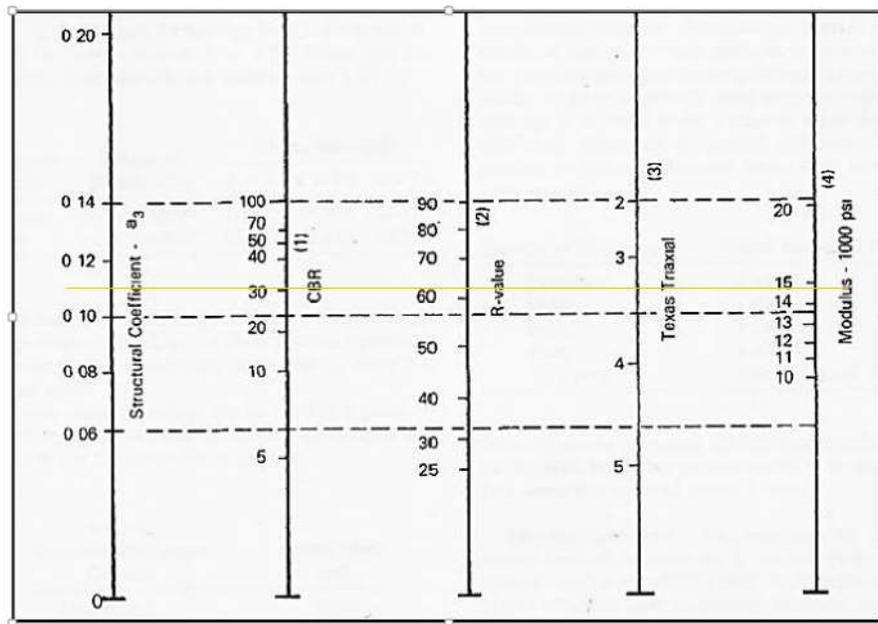
5.2.5 Coeficiente Estructural de la Sub-base (a3).

El material de subbase Clase 2 está conformada por áridos gruesos, en (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013). Las Normas Nevi-12 indican que deben cumplir los requisitos comunes establecidos en el numeral 816-2. La trituración del árido grueso no deberá ser menor del CBR= 30 %, dando por resultado:

Coeficiente estructural $a_3 = 0.110$ – MR=15000 psi.

Figura 55

Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a_3) de la Sub-base granular.



Fuente: (AASHTO, 1993).

5.2.6 Coeficiente de Drenaje.

Para obtener los valores de los coeficientes de drenaje de la Estructura del Pavimento se divide la precipitación máxima de la estación Pluviografica Tabacundo -

Hda. Mojanda (M-022) para la sumatoria total de las precipitaciones mensuales de un año. Dando como resultado una calidad de drenaje regular.

En base a estos resultados podemos determinar que la estructura del pavimento tiene un 13% de saturación, valor con el cual podemos obtener el coeficiente de drenaje a través de la siguiente tabla.

Tabla 33

Coefficientes De Drenaje Para Tiempos En Función De La Calidad Del Drenaje

Calidad De Drenaje	Porcentaje De Tiempo Anual En Que La Estructura Del Pavimento Está Expuesta A Niveles Cercanos A Saturación						
	0%	1%	1%	5%	5%	25%	25% a más
Excelente	1.4	1.35	1.35	1.3	1.3	1.2	1.2
Bueno	1.35	1.25	1.25	1.15	1.15	1	1
Regular	1.25	1.15	1.15	1.05	1	0.8	0.8
Pobre	1.15	1.05	1.05	0.8	0.8	0.6	0.6
Malo	1.05	0.95	0.95	0.75	0.75	0.4	0.4

Fuente: (AASHTO, 1993), p. 112

Como resultado obtenemos los valores de coeficientes de capacidad de drenaje para la base que es de ($m_2 = 0.92$) y para la subbase de ($m_3 = 0.92$); Con estos resultados obtenidos procedemos a encontrar el número estructural del pavimento para lo cual nos imponemos espesores de la capa de Rodadura D1, Base D2, Subbase D3, hasta que se igualen los valores con los obtenidos a través del software (AASHTO 93) (Vásquez, 2004).

5.2.7 Determinación de los Espesores de la Estructura del Pavimento,

Cálculo D1:

D1 se determina a partir del Mr de la base que es 29000 psi y mediante el ábaco de diseño de la AASHTO se obtiene $SN= 2.55$.

Tenemos:

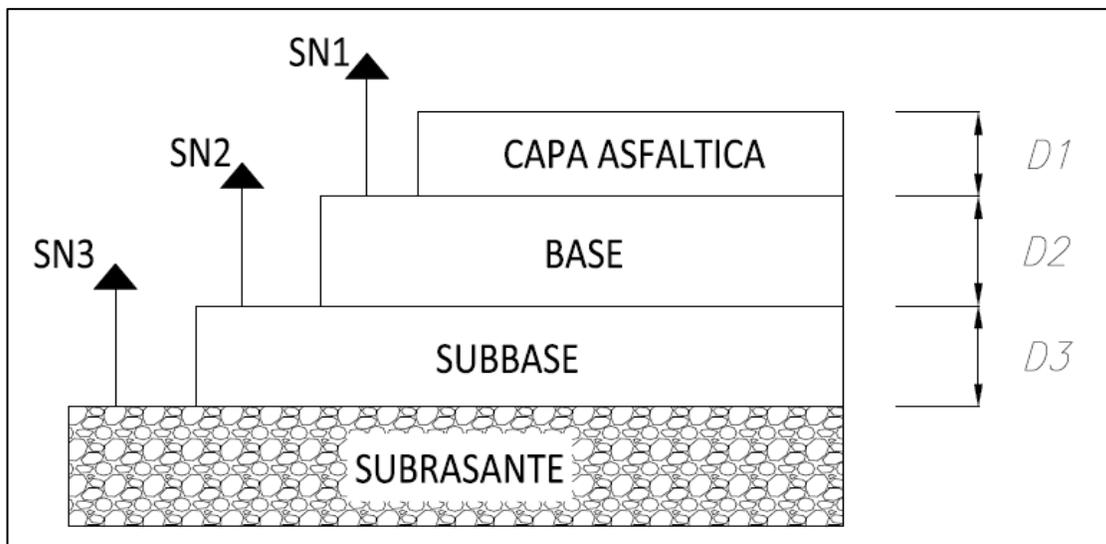
$$SN1= a1 \cdot D1$$

$$D1= SN1/a1= 2.55/0.42=6.07$$

Cálculo D2:

Figura 56

Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a_3) de la Sub-base granular.



Fuente: (AASHTO, 1993).

D2 se determina a partir del Mr de la base que es 15000 psi y mediante el ábaco de diseño de la AASHTO se obtiene $SN2= 3.00$, cuyo valor representa el espesor de la carpeta asfáltica y la base.

El valor de SN1 es conocido 2.55, entonces se determina el espesor de la capa de base:

$$SN2-SN1 = a2 \cdot m2 \cdot D2$$

$$SN2-SN1 = 3 - 2.55 = 0.45$$

$$D2 = 0.45 / (0.135 \cdot 0.92) = 3.62 \text{ pulg.}$$

Si $D1 \geq D2$; 6.07 es mayor que 3.62.

El espesor de la carpeta no puede ser mayor que la base, sería antieconómico.

AASHTO recomienda espesores mínimos de acuerdo al número de ejes equivalentes.

Tabla 34

Valores mínimos D1 y D2 en función del número de ESAL's

No. DE EJES EQUIVALENTES (ESAL's)	CONCRETO ASFÁLTICO (D1)	BASE GRANULAR (D2)
menor 50000	1 ó (Tratamiento superficial)	4
50001-150000	2	4
150001-500000	2.5	4
500000-2000000	3	6
2000001-7000000	3.5	6
mayor 7000000	4	6

FUENTE: (AASHTO, 1993).

Se asume:

$D1 = 3.5$ y $D2 = 6$ pulgadas. Se calcula $SN1^*$ y SN^* :

$$SN1^* = a1 \cdot D1 = 0.42 \cdot 3.5 = 1.47$$

$$SN2^* = a2 \cdot m2 \cdot D2 = 0.135 \cdot 0.92 \cdot 6 = 0.745$$

Cálculo D3:

Espesor de la capa sub-base a partir del número estructural total $SN = 3.11$

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

$$a_3 \times D_3 \times m_3 = SN - a_1 \times D_1 - a_2 \times D_2 \times m_2$$

$$D_3 = (SN - a_1 \times D_1 - a_2 \times D_2 \times m_2) / (a_3 \times m_3)$$

$$D_3 = (3.11 - 1.47 - 0.745) / (0.11 \times 0.92) = 8.85 \text{ pulgadas} = 9 \text{ pulgadas.}$$

Determinación del número estructural calculado:

$$SN_c = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

$$SN_c = 0.42 \times 3.5 + 0.135 \times 6 \times 0.92 + 0.11 \times 9 \times 0.92 = 3.126$$

Comprobación:

$$SN < SN_c$$

$$3.11 < 3.126 \text{ OK.}$$

Tabla 35

Resumen de espesores de las capas.

Capa	Espesor (pulg)	Espesor (cm)
Carpeta asfáltica (D1)	4	10
Base (D2)	6	15
Sub-base (D3)	9	25
<i>Espesor Total</i>	<i>19</i>	<i>50</i>

Elaborado por: Los Autores.

5.3 Diseño de Pavimento Articulado por el Método AASHTO 1993.

El (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013) define a un adoquín como “una unidad prefabricada de hormigón usado para capa de rodadura, que cumpla con las condiciones de: en una distancia de 50 mm desde cualquier esquina, cualquier sección transversal no muestra una dimensión horizontal menor de 50 mm; y, su longitud total dividida para su espesor es menor o igual a cuatro”.

Los adoquines se fabrican con hormigón, empleando áridos cuyo tamaño máximo no exceda de 12 mm, el espesor mínimo será de 80 mm para áreas que soportan tráfico vehículos y 60 mm para zonas peatonales (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

5.3.1 *Variables Para el Diseño.*

A continuación se describen de manera breve y simplificada las variables necesarias para el diseño de la estructura del pavimento con capa de rodadura de adoquín, estos coeficientes se obtuvieron de los valores incluidos para el cálculo del Pavimento Flexible.

- Índice de confianza = 80%
- Índice de servicio inicial = 4.20
- Índice de servicio final = 2.50
- Índice de servicio de diseño = 1.7
- Desviación estándar $S_o = 0.4$
- Desviación Norma $Z_r = - 0.841$
- CBR de Sub-rasante = 26.65 %
- Módulo de Resiliencia de la sub-rasante= 14,442.30 psi
- Período de Diseño = 20 años
- Número de ejes equivalentes = Av Pichincha 3,995,483.00;

Calle Cantarilla: 3,379,958.00.

5.3.2 Determinación de los Espesores de Cada Capa.

5.3.2.1 Número estructural.

De igual manera que el cálculo para pavimento flexible, se calculó el número estructural para la sub-rasante con la premisa que una capa de adoquín de 80 mm de espesor, una cama de arena de 50 mm de espesor, equivale a una carpeta asfáltica de 160 mm de concreto asfáltico con módulo de resiliencia de 400,000 psi (Harris, 2015); con estos datos se procede a calcular el número estructural respecto a la sub-rasante, mediante la ayuda de programas informáticos como el software “CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 2.0” (Vásquez, 2004).

Figura 57

Cálculo del número estructural AASHTO 1993.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It contains several input fields and buttons. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confianza (R) y Desviación estándar (So)' section has '80 % Zr=-0.841' selected and 'So' set to 0.4. The 'Serviciabilidad inicial y final' section has 'PSI inicial' set to 4.2 and 'PSI final' set to 2.5. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section has 'Mr' set to 14442.3 psi. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18' set to 3379958. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 3.02'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: (Vásquez, 2004).

El resultado obtenido es SN=3.02 con respecto a la sub-rasante.

La estructura de las capas del pavimento estará conformada por:

- Capa de rodadura de adoquín vial con f/c de 300kg/cm² y un espesor de 8cm.
- Cama de arena de 5 cm
- Capa de Subbase clase 3.

En virtud que los espesores del adoquín que es un material prefabricado, ya está definido en 8 cm y la ulterior capa de arena también está definida en 5cm; se procede a calcular el espesor de la capa de subbase.

Para el cálculo de la subbase se hace uso de la ecuación AASHTO 1993

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2$$

Donde:

SN= Es el número estructuras con respecto a la sub-rasante obtenido de 3.02

a1= Es el coeficiente estructural de capa de rodadura en nuestro caso 0.42

D1= Es el espesor de la capa de rodadura en pulgadas 3.15 in

a2= Es el coeficiente estructural de capa de base en nuestro caso 0.135

D2= Es el espesor de la capa de ulterior a la capa de rodadura, que en nuestro caso es la incógnita.

Despejando D2 obtenemos:

$$D_2 = \frac{SN - a_1 * D_1}{a_2}$$

Reemplazando con nuestros valores

$$D_2 = \frac{3.02 - 0.42 * 3.15}{0.135}$$

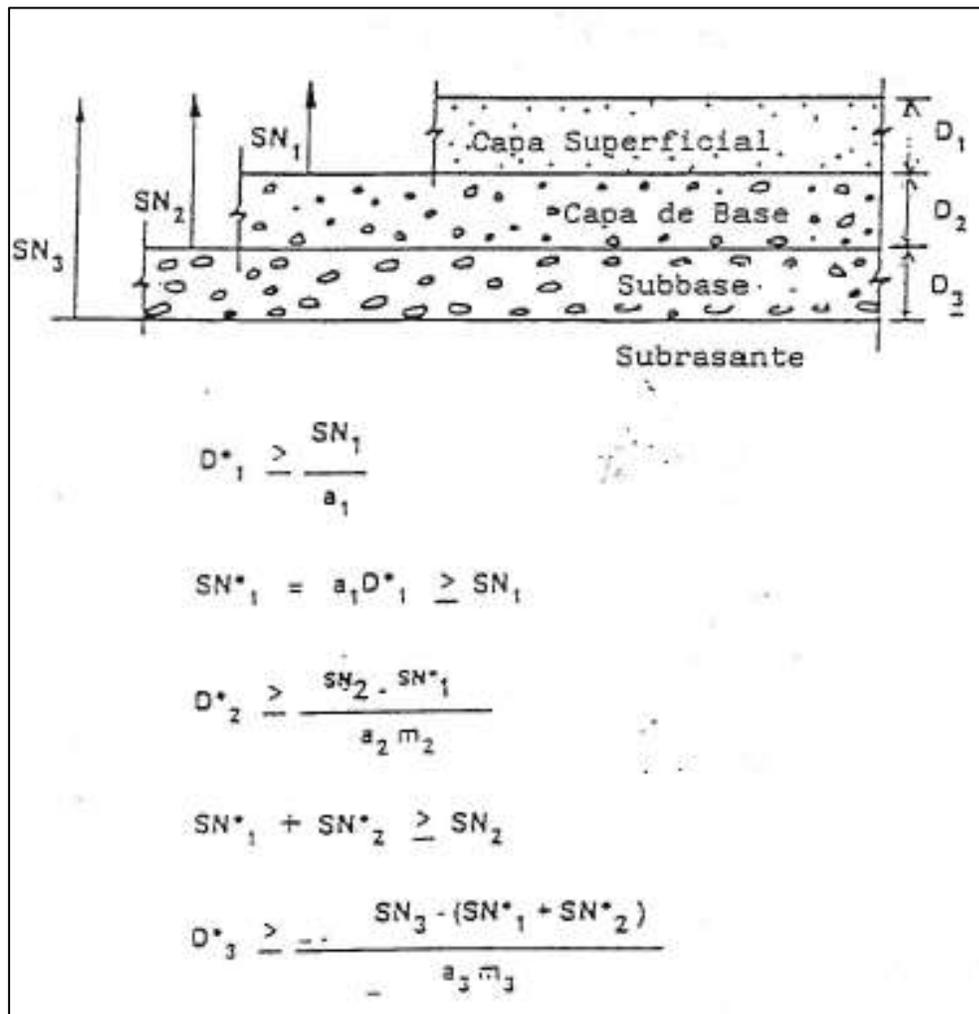
$$D_2 = 12.57 \text{ in } \text{ó} \text{ } 31.92 \text{ cm}$$

5.3.3 Espesores Mínimos en Función del SN.

Para controlar que los esfuerzos aplicados no excedan los esfuerzos resistentes de cada capa del pavimento, se procede a la verificación de los espesores mínimos en función del módulo resiliente ulterior.

Figura 58

Análisis de del diseño por capas. guía aashto AASHTO 1993.



Fuente: (Vásquez, 2004).

SN^* = Número estructural calculado

SN = Número estructural requerido

Para capa de rodadura:

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN1^* = a1 * D1^*$$

$$D_1 \geq \frac{2.14}{0.42_1}$$

$$SN1^*=0.42*3.15$$

$$D1 \geq 5.09 \text{ in}$$

$$SN^*1=1.32$$

Para capa de subbase

Para capa de rodadura

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2}$$

$$SN2^* = a2 * m2 * D2^*$$

$$D_2 \geq \frac{2.14 - 1.32}{0.135 * 1}$$

$$SN2^*=0.135*1*12.57$$

$$D2 \geq 6.07 \text{ in}$$

$$SN2^*=1.696$$

Comprobación de SN

$$SN1^* + SN2^* \geq SN$$

$$3.02 = 3.02$$

Por lo tanto se concluye que la capa de subbase debe ser de 30 cm y la capa de rodadura de 8 cm de adoquina más 5 cm de cama de arena.

CAPÍTULO VI

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

6.1 Antecedentes.

El diseño geométrico considerado parte fundamental para el estudio vial, de las diferentes reformas geométricas propuestas en el presente proyecto de titulación.

Los parámetros de diseño geométrico fijados, se ha considerado las condiciones topográficas de las vías existentes, del volumen y composición del tráfico actual y proyectado, utilizándose las Normas de Diseño 2003, adoptadas por el (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013). Para estudios de carreteras.

6.2 Descripción Actual de las Vías de Acceso.

Las diferentes reformas geométricas definidas en el Proyecto son:

Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35.-

Figura 59

Ingreso Av. Pichincha.



Elaborado por: Fotografía Autores.

Inicia desde la abscisa 0+000 en la entrada a Ayora por la Av. Pichincha, donde tenemos también las rampas 1 y 2 que sirven como entrada y salida del Proyecto.

Por el momento la vía se encuentra adoquinada hasta la unión con la vía Olmedo-Ayora.

Ingreso Intersección Av. Pichincha y calle La Cantarilla.-

Figura 60

Ingreso Calle La Cantarilla



Elaborado por: Los Autores.

Inicia desde la abscisa 0+000 en el ingreso a la calle la Cantarilla con la intersección en la Av. Pichincha, dirigiéndose a la Comunidad San Esteban.

Actualmente la vía se encuentra empedrada.

Intersección Av. Pichincha y Acceso a Comunidad San Esteban.-

Figura 62

Av. Pichincha



Elaborado por: Los Autores.

Figura 61

Calle La Cantarilla hacia acceso Comunidad San Esteban



Elaborado por: Los Autores.

Inicia desde la abscisa 0+460.402 desde la Av. Pichincha con una variante, luego llega a la vía que va a la Comunidad San Esteban.

La variante es una vía nueva a construirse hasta la vía que se encuentra empedrada.

Acceso desde la vía a cerrarse que va a la Comunidad San Esteban hasta la Av. Pichincha.-

Figura 63

Ingreso a la vía que conduce a la Florícola Parte Tres desde la Av. Pichincha.



Elaborado por: Los Autores.

Inicia el 0+000 en la Av. Pichincha pasa hasta la vía que se encuentra empedrada que conduce a la Florícola Parte Tres y también conduce a la Comunidad San Esteban.

6.3 Criterios de diseño de las vías.

El diseño geométrico de las vías en los diferentes tramos, así como las reformas geométricas en las intersecciones se realiza con base a los siguientes criterios de diseño:

- Mediante la topografía existente se determina las líneas de fábrica, respetando al máximo su configuración y no tener ningún tipo de afectación, así como el diseño vial existente de la Av. Pichincha.
- Se consideraron parámetros básicos para el diseño geométrico como: tráfico, velocidad vehicular, volumen y su composición para definir la velocidad de diseño.

6.3.1 *Características del Proyecto.*

Dadas las características geomorfológicas, se ha considerado dos tipos de terreno: llano y ondulado, de acuerdo con (MTOPI, 1973). Las definiciones que se registran a continuación:

- a. Carreteras en terreno Llano. - Tiene una pendiente transversal de terreno natural de 0 – 5 %. El movimiento de tierras es mínimo, no presenta dificultad en el trazado ni en la ejecución de la obra básica de la carretera (MTOPI, 1973).
- b. Carreteras en terreno Ondulado. - Tiene una pendiente transversal del terreno natural de 5 – 25 %. El movimiento de tierras es moderado, permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y la construcción de la obra básica de la carretera (MTOPI, 1973).

Las características geométricas del proyecto se establecen en función de las características topográficas del terreno. Para el proyecto se considera un terreno llano: la Av. Pichincha, Rampas 1-2-3-4-5-6, mientras que el acceso desde la Av. Pichincha que inicia con la abscisa 0+460.402 hasta 0+900 tiene un terreno ondulado por tener pendientes pronunciadas y desde allí hasta el final del trazado el terreno es llano. Las normas del

(Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003). Consideran que un terreno es de topografía llana cuando en el trazado de la vía no gobiernan las pendientes del terreno.

6.4 Clase de Carretera

Según su TPDA proyectado, el proyecto se caracteriza por ser un Camino Clase II, terreno llano-ondulado de 1 calzada y 2 carriles, 1 carril de circulación por sentido.

6.4.1 Normas y Especificaciones Especiales de Diseño.

Las Normas que se refieren al diseño geométrico sirven como guía para diseñar y proporcionar uniformidad, no deben aplicarse de una manera rígida o inflexible, a fin de asegurar que se alcance la calidad requerida en el diseño. La flexibilidad permite muchas configuraciones, alternativas y compensaciones.

Se utilizaron las normas para el Diseño geométrico del proyecto:

- Manual de Diseño de Carreteras MTO-001-1973.
- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MTO-2003.
- A policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO 2004.

6.5 Alineamiento Horizontal.

El eje de la vía se compone de la combinación de rectas, tangentes, curvas circulares, en las curvas se definen sobre anchos y peraltes, todo esto con base en la velocidad de diseño.

La alineación horizontal se la realizó siguiendo las características de las vías proyectadas, a través de la localización de un eje central que representa el ancho medio, y a partir de este se diseñaron los diversos carriles y rampas de circulación.

6.5.1 *Velocidad de Diseño.*

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre una vía, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Para determinar la velocidad de diseño, se considera la categoría de la vía principal, de las vías secundarias y tipo de terreno. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003). (p. 26).

Las características geométricas de la vía acorde a la topografía existente, así como la Norma establecida considerando la velocidad límite en el sector urbano, se establece la velocidad de diseño de 50 Km/h, cabe anotar que la velocidad de operación para el Proyecto es de 44 Km/h (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

La velocidad de diseño permite conocer la velocidad de circulación para los casos de tráfico bajo, intermedio y alto.

Figura 64

Relación de la velocidad de circulación con la velocidad de diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACION EN KM/h		
	VOLUMEN DE TRANSITO BAJO	VOLUMEN DE TRANSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRANSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003)

6.5.2 *Radios Mínimos de Curvatura.*

El radio de las curvas horizontales está en función de la velocidad directriz, del peralte máximo y del coeficiente de fricción lateral. La determinación del radio mínimo de las curvas horizontales se ha realizado en base al criterio de la AASHTO, criterio adoptado en las Normas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

Se presentan los valores de radios mínimos de curvatura en función del peralte y del coeficiente de fricción lateral.

Figura 65

Radios mínimos de curvatura en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”.

VELOCIDAD DE DISEÑO km/h	"f" MAXIMO	RADIO MINIMO RECOMENDADO
		e = 0.06
50	0.190	80
60	0.165	130
70	0.150	186
80	0.140	266
90	0.134	330
100	0.130	416

Nota: Se podra utilizar un radio minimo de 15m siempre y cuando se trate de:

Aprovechar infraestructura existente	
Relieve difıcil (escarpado)	
Caminos de bajo costo	

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003)

Los radios mínimos de las curvas horizontales serán de 80 metros para una velocidad de diseño de 50 Km/h.

El valor del coeficiente de fricción adoptado es de 0.190.

El peralte máximo se fijó en 10%.

Para las rampas 1-2-4-5-6, se presentan los valores recomendables de velocidad y de radios de curvatura con relación a la velocidad de diseño de la Vía principal.

Tabla 36

Valores recomendables de velocidad de diseño en rampas en relación a la velocidad de diseño de la carretera principal.

Velocidad de diseño de la vía (km)		50	60	70	80	90	100	110
Velocidad de diseño de la rampa (km)	Recomendable	50	55	65	70	80	85	90
	Mínimo	30	30	35	40	50	50	50
Radio mínimo correspondiente (m)	Recomendable	75	95	135	160	210	240	275
	Mínimo	25	25	35	45	75	75	75

Fuente: AASHTO. *A Policy on Geometric Design of Rural Highways,*

Tabla 37

Radio mínimos para curvas en ramales o lazos.

Velocidad de diseño de la vía (km)	20	30	40	50	60	65
Factor de fricción lateral (f)	0.35	0.29	0.23	0.20	0.17	0.16
Peralte mínimo asumido (e)	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
Total (e+f)	0.35	0.31	0.27	0.26	0.25	0.25
Radio mínimo calculado (m)	9.00	22.86	46.66	75.71	113.39	133.07
Radio mínimo de diseño (m)	10.00	25.00	45.00	75.00	115.00	135.00
Velocidad promedio operación (km/h)	20	25	35	40	50	54

Fuente: AASHTO. *A Policy on Geometric Design of Rural Highways.*

6.5.3 Peralte de curvas.

El Peralte es la pendiente transversal de la vía que se usa para compensar con el peso de los vehículos, la fuerza centrífuga generada en las curvas horizontales.

En función de la velocidad de diseño y de los radios de curvatura se determinó el peralte en porcentajes con cierto grado de variación.

Su valor se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$e = \frac{0,0044V^2}{R}$$

Donde:

V= velocidad de diseño, y

R= Radio de la curva horizontal

El sobreancho es la magnitud que debe adicionarse al ancho de la calzada por efecto de las llantas traseras de los vehículos que no siguen las huellas de las llantas delanteras.

Su valor se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$S = n \left[\frac{50}{R} + \frac{V}{10 R^{0.5}} \right]$$

Donde:

n= número de carriles

V= velocidad de diseño, y

R= Radio de la curva horizontal

El sobreancho es determinado para cada curva horizontal, en función de la combinación de velocidad de diseño y radio de giro, considerando el vehículo de diseño indicado en las Normas.

Figura 66

Peraltes, sobreeanchos y longitudes X, L para el desarrollo

CUADRO DE PERALTES, SOBREEANCHOS Y LONGITUDES X, L PARA EL DESARROLLO					
CARRETERA DE 2 CARRILES - ANCHO DE VIA 7,20 m					
Velocidad de diseño (Kph)	50	Gradiente Longitudinal	0.65		
Ancho de via (m)	7.2	Pendiente de la via (%)	2.00		
		Peralte maximo (%)	10.00		
Radio (m)	Peralte (%)	Sobreeancho (m)	Longitud X (m)	Longitud de transicion L (m)	
				Minima	Maxima
80	10.0	0.95	11	55	70
110	9.1	0.71	11	50	60
115	8.9	0.68	11	49	59
150	7.9	0.53	11	44	50
160	7.7	0.50	11	43	49
200	6.6	0.40	11	37	41
210	6.4	0.38	11	35	39
250	5.5		11	30	30
300	4.7		11	26	26
350	4.1		11	23	23
400	3.6		11	20	20
460	3.2		11	18	18
500	2.9		11	16	16
600	2.5		11	14	14
700	2.1		11	12	12
750	C.P		11	11	11
800	S.N				
N = Seccion Normal		C.P = Curva con Peralte			
Elaborado por: Ing. Rodrigo Del Salto					

Nota: El peralte máximo utilizado para el diseño geométrico del Proyecto es del 10%.

Fuente: Tablas elaboradas por Ing. Rodrigo del Salto.

6.5.4 *Transición del peralte.*

De una recta a una curva se debe realizar una transición de la sección transversal desde una sección normal hasta el estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

Para el cálculo de la longitud total del desarrollo del peralte se determina el valor del gradiente longitudinal (i).

La longitud de transición se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = \frac{e*b}{2*i}$$

Donde:

e= magnitud del peralte en m/m

b= el ancho de la plataforma del camino, en m.

i= gradiente longitudinal de transición del peralte

Luego se calcula la longitud de transición del bombeo, en la sección normal, para lo que se debe determina la diferencia de nivel desde el eje hasta el borde de la vía, y se establece la longitud. Dentro de la tangente, para realizar el giro del plano del carril hasta colocarlo a nivel de la horizontal, con la siguiente expresión:

$$x = \frac{b*P}{2*i}$$

Donde:

b= la mitad del ancho de la sección de la vía

P= pendiente transversal del camino (0.025)

La longitud total de la transición es de $L_{Total} = L + x$.

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace en curvas circulares simples, como es el presente caso, la longitud de transición se ubica $2/3$ en la alineación recta y en el $1/3$ dentro de la curva circular.

Por su parte, los sobreeanchos en las curvas horizontales tienen como finalidad el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad. El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de la curva (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

En curvas simples el ensanchamiento se obtiene con respecto al borde interno solamente, debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, $2/3$ en la tangente y $1/3$ dentro de la curva (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003) .

6.5.5 *Bombeo Transversal.*

La pendiente transversal es la pendiente que se le dá a la corona y a la rasante con el objetivo de facilitar el desalojo del agua superficial y evitar el empozamiento del agua, también denominada bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

El bombeo transversal será del 2.5%, lo que garantiza una evacuación rápida y eficaz de las aguas lluvias que caen a la calzada y su traslado hacia los sumideros o cunetas. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte.

Tabla 38*Variación del peralte (en porcentaje) para ramales.*

Radios (m)	Velocidad de diseño (km/h)					
	25	30	40	50	60	70
15	2-12					
30	2-7	2-12				
45	2-5	2-8	4-12			
70	2-4	2-6	3-8	6-12		
95	2-3	2-4	3-6	5-9	8-12	
130	2-3	2-3	3-5	4-7	6-9	9-12

Nota: Es preferible utilizar peraltes mayores a la mitad o dos tercios del rango***señalado. Fuente: ASSHTO-1973***

6.5.6 Carriles de Aceleración y Desaceleración

A estos carriles de aceleración y desaceleración se ha definido como terminales de ramales y es aquella porción adicional de vía que se desarrolla a un lado de la vía, tanto a la entrada como a la salida hacia el ramal, como a la entrada del ramal en la vía principal, que incluye los carriles de cambio de velocidad.

El conductor que sale de la vía principal debe desacelerar hasta alcanzar la velocidad de circulación de la rampa. El conductor que entra en una vía principal desde un ramal debe acelerar hasta alcanzar la velocidad de circulación de la autopista. Por tanto, se debe proveer un carril auxiliar para minimizar la interferencia con el tránsito que continúa su recorrido, reduciendo las posibilidades de accidente (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

Existen dos tipos de carriles de cambio de velocidad, el paralelo y esviado (tipo cuña); para este caso se ha utilizado el segundo, en razón de que el tipo esviado de entrada o salida permite una operación sin interferencias, aún con volúmenes de tráfico tan altos como los registrados para un nivel de servicio E (capacidad). Este tipo consiste en una

salida hacia el ramal o una entrada desde estos hacia la vía principal, mediante una variación en la alineación del borde de la calzada, con una deflexión bastante pequeña.

Las normas recomiendan para autopistas y carreteras principales un esviajamiento 1:50 (distancia longitudinal para cada unidad de desplazamiento transversal). Sin embargo, para este proyecto, debido a la limitación de espacio físico se adopta tanto para la entrada como para la salida el tipo “Cuña” con esviajamientos mínimos de 1:15.

6.5.6.1 Carriles de entrada.

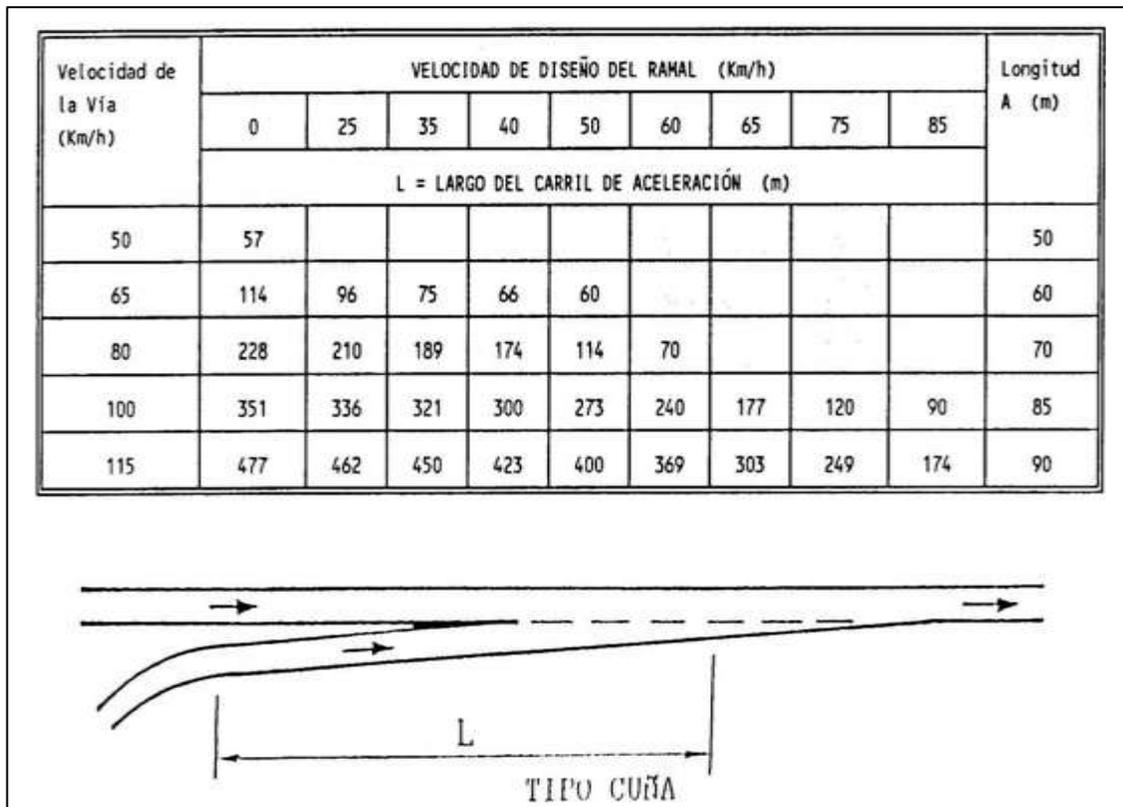
El carril adoptado es el tipo “cuña”, el que es aplicable para diferencias no muy importantes de velocidad entre el tránsito de la calzada principal y el tránsito de la rampa.

En el caso de la entrada en cuña, la convergencia deseable, será de 1:50, entre el borde exterior de la rampa, y el borde derecho de la calzada principal. Este grado de convergencia, provee una adecuada entrada de los vehículos provenientes de la rampa, en la corriente principal. Debido a la limitación de espacio físico, se adopta una convergencia de 1:15 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

La distancia requerida está determinada por la diferencia de velocidad de diseño entre el ramal de la autopista.

Figura 67

Largos mínimos para los carriles de aceleración.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003.

6.5.6.2 Carriles de salida.

Los ramales de salida con carril de deceleración tipo cuña, permiten seguir una trayectoria cómoda, al salir de la autopista. La deceleración se debe efectuar después que el vehículo ha salido de la autopista, y antes de alcanzar el punto que limita la velocidad de diseño del ramal., debido a la limitación de espacio físico se adopta una convergencia de 1:15. La distancia requerida está determinada por la diferencia de velocidad de diseño entre el ramal de la autopista (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

Figura 68

Largos mínimos para los carriles de aceleración.

Velocidad de la ruta (Km/h)	VELOCIDAD DEL DISEÑO DEL RAMAL (Km/h)								
	0	25	35	40	50	60	65	75	85
	L = LARGO DEL CARRIL DE DECELERACION (m)								
50	70	55	48	42					
65	95	88	79	70	55	46			
80	130	121	115	106	94	82	67	52	
100	159	150	147	138	129	123	102	90	72
105	171	162	159	147	144	129	114	99	84
115	185	177	171	165	153	147	129	117	102

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003.

6.5.7 Ancho de Sección Transversal de Vía a Adoptarse

Se ha establecido un ancho de carril para nuestras secciones transversales según el volumen de tráfico

6.5.7.1 Ancho de la calzada.

Los factores como: el T.P.D.A, las dimensiones del vehículo de diseño y la topografía del sector determinan el ancho de calzada; para lo cual (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003) establece la siguiente tabla en el que nos proporciona el ancho de la calzada en función del T.P.D.A.

Tabla 39*Anchos de calzada.*

Clase de carretera	Ancho De Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
RI o RII > 8000 T.P.D.A	7.30	7.30
I 3000 a 8000 T.P.D.A	7.30	7.30
II 1000 a 3000 T.P.D.A	7.30	6.50
III 300 a 1000 T.P.D.A	6.70	6.00
IV 100 a 300 T.P.D.A	6.00	6.00
V Menos de 100 T.P.D.A	4.00	4.00

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE), 2003)

T.P.D.A proyecto entre 1000 y 3000 vehículos utilizamos un ancho de calzada de 7.20 metros divididos en dos carriles.

6.6 Secciones Típicas Adoptadas.

Se ha establecido dos secciones transversales que están de acuerdo al tipo de terreno, a las condiciones y características existentes, esto permite elevar el nivel de servicio vehicular, un aumento de seguridad de operación y una reducción de accidentes.

6.6.1 Sección típica (1) vía de 2 carriles (Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35)

La sección típica adoptada define los siguientes parámetros:

Se adopta una calzada de 7.20 metros, con 2 carriles de 3.60 metros cada uno. La pendiente transversal adoptada es de 2.50%, con pendiente desde el eje de la calzada hacia la parte externa de los carriles.

Junto a los carriles externos se construirán bordillos de hormigón, como protección para la libre circulación de los peatones, complementado con aceras de hormigón y por exigencias de drenaje.

El punto de aplicación del proyecto vertical corresponde al eje normal de la vía, punto referencial para realizar el giro de los peraltes en las curvas horizontales.

6.6.2 Sección típica (2) vía de 2 carriles (Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban) y rampas 3 - 4 – 5 que comunican a la Comunidad San Esteban.

La sección típica adoptada define los siguientes parámetros:

Se adopta una calzada de 7.20 metros, con 2 carriles de 3.60 metros cada uno. La pendiente transversal adoptada es de 2.50%, con pendiente desde el eje de la calzada hacia la parte externa de los carriles.

Junto a los carriles externos se construirán cunetas de 0.50 metros a cada lado, por exigencias de drenaje.

Se incorpora una vereda de protección y de circulación de 0.50 metros a cada lado.

El punto de aplicación del proyecto vertical corresponde al eje normal de la vía, punto referencial para realizar el giro de los peraltes en las curvas horizontales.

Esta sección es aplicable al acceso desde la vía a cerrarse que va a la Comunidad San Esteban hasta la Av. Pichincha (Rampa 3).

6.6.3 Sección típica (3) vía de circulación exclusiva para uso peatonal (Calle La Cantarilla)

La sección típica adoptada define los siguientes parámetros:

Se adopta una calzada de 4.00 metros, con 2 carriles de 2.00 metros cada uno. La pendiente transversal adoptada es de 2.50%, con pendiente desde el eje de la calzada hacia la parte externa de los carriles.

Junto a los carriles externos se construirán bordillos de hormigón, como protección para la libre circulación de los peatones, complementado con aceras de hormigón y por exigencias de drenaje.

El punto de aplicación del proyecto vertical corresponde al eje normal de la vía, punto referencial para realizar el giro de los peraltes en las curvas horizontales.

Cabe anotar que esta vía es exclusiva para uso peatonal, ya que queda cerrada para la circulación vehicular.

6.6.4 Sección típica (4) rampas de acceso a la Av. Pichincha y salida a la Autopista E35 y rampa 6 que une la Av. Pichincha con el acceso a la Comunidad San Esteban (entrada y salida).

Se adopta una calzada con un único carril de 3.60 metros. La pendiente transversal adoptada es de 2.50%, con pendiente desde el eje de la calzada hacia la parte.

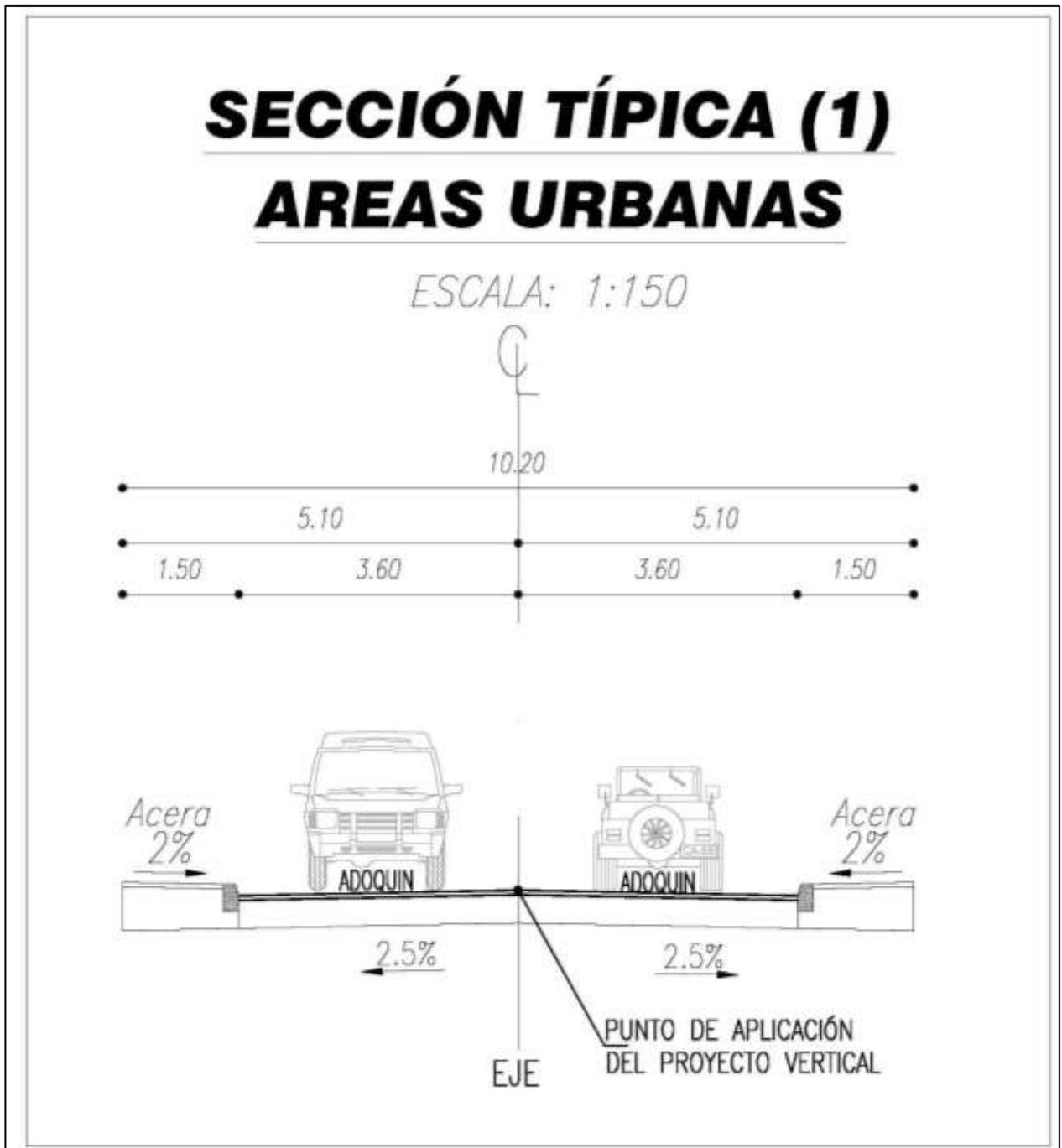
Junto al carril interno y externo se incluirá espaldones de 0.50 metros.

Junto al carril interno y externo se construirán bordillos y aceras de hormigón, como protección para la libre circulación de los peatones.

Se presentan las secciones transversales típicas descritas anteriormente.

Figura 69

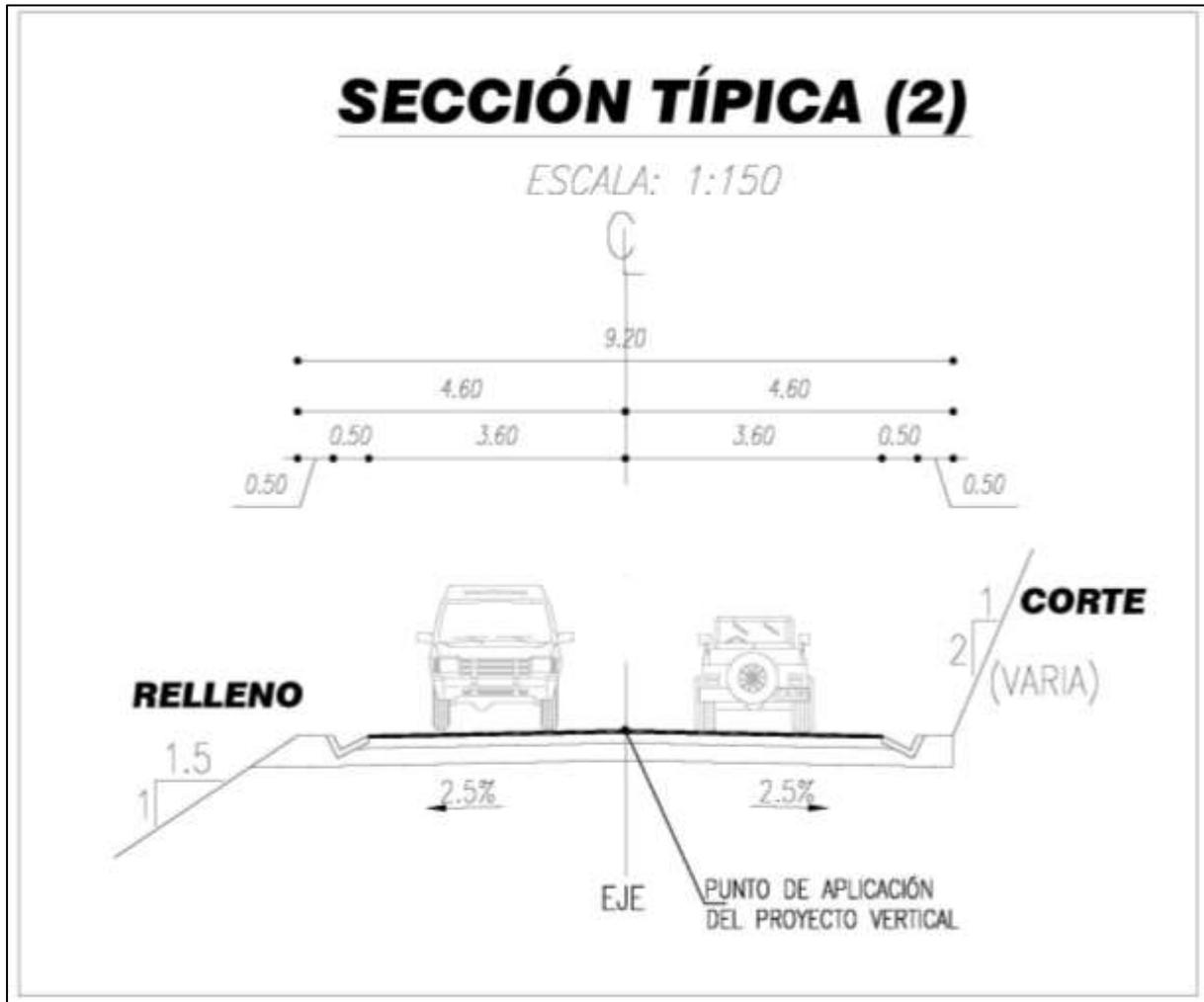
Sección típica (1) vía de 2 carriles (Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35).



Elaborado por: Los Autores.

Figura 70

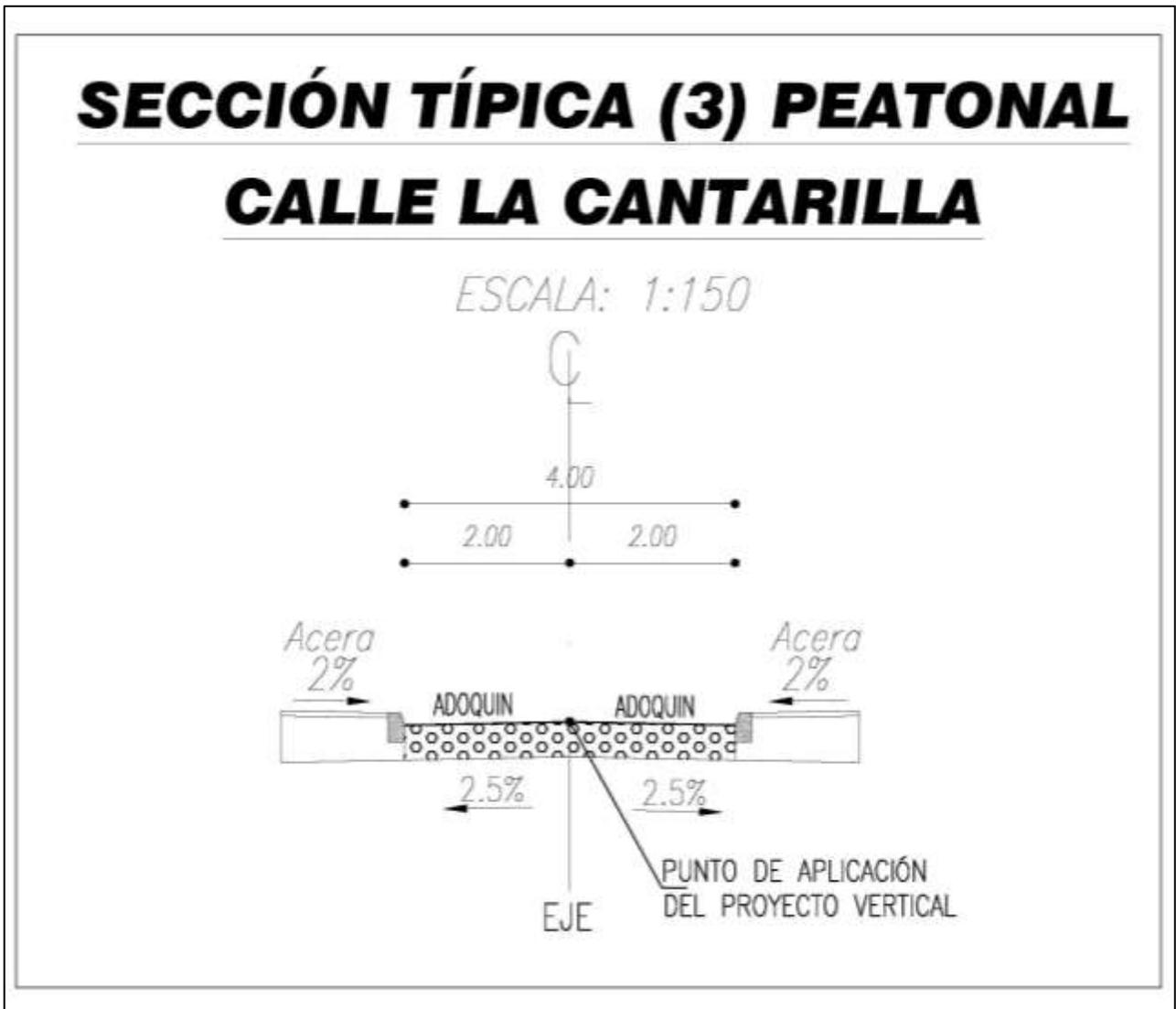
Sección típica (2) vía de 2 carriles (Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban) y rampas 3 - 4 - 5 que comunican a la Comunidad San Esteban.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 71

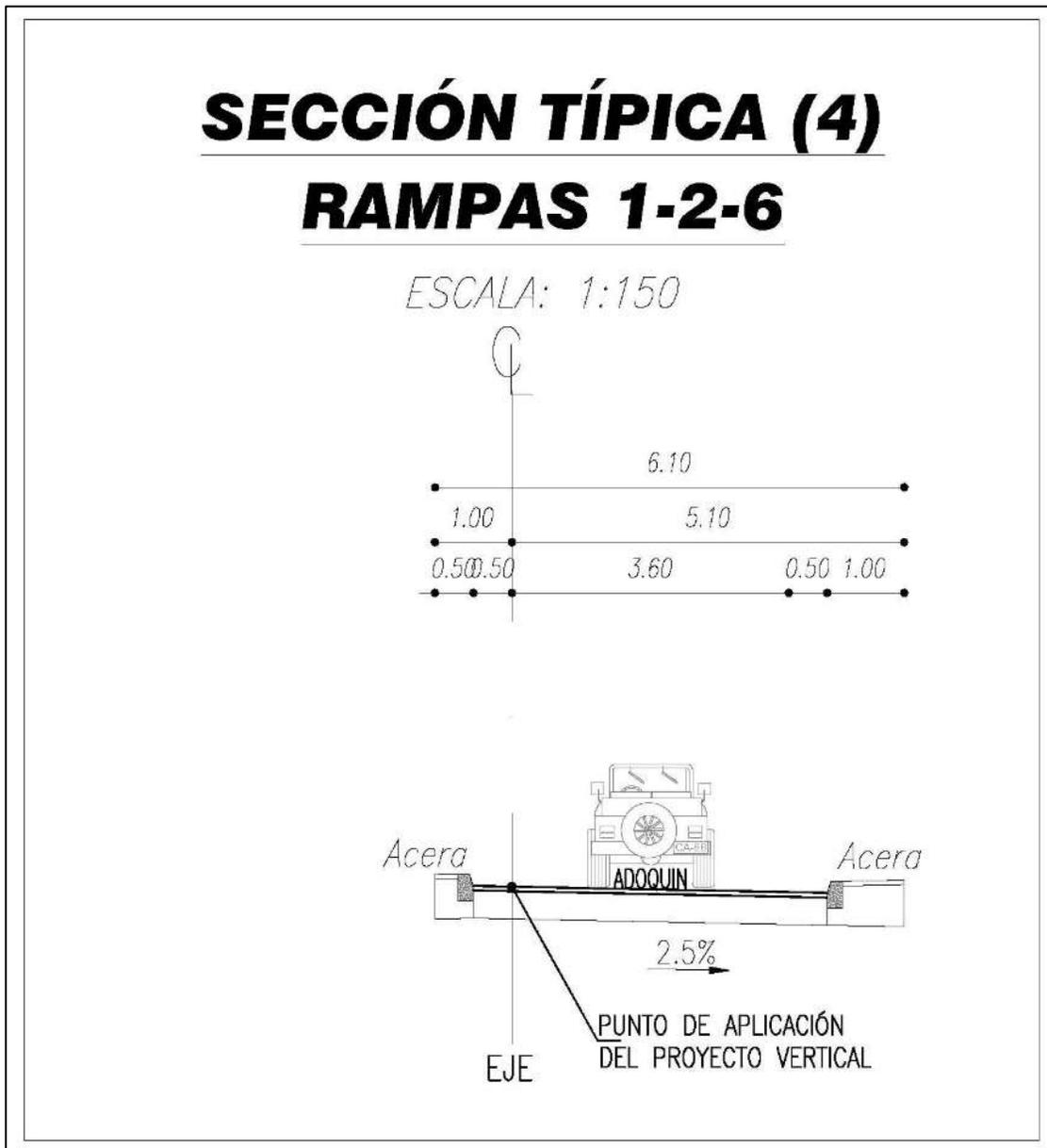
Sección típica (3) vía de circulación exclusiva para uso peatonal (Calle La Cantarilla)



Elaborado por: Los Autores.

Figura 72

Sección típica (4) rampas 1-2 de acceso a la Av. Pichincha y salida a la Autopista E35 y rampa 6 que une la Av. Pichincha con el acceso a la Comunidad San Esteban (entrada y salida).



Elaborado por: Los Autores.

6.6.5 Resumen del proyecto Horizontal

Figura 73

Resumen del Proyecto horizontal (Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35).

<i>DATOS DE CURVA CIRCULAR</i>											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	0+000.000	10,008,411.077	818,388.912								
PI-1	0+020.242	10,008,411.665	818,409.145	20.242	17° 37' 22.71"	Der.	80.000	24.606	12.401	0+007.841	0+032.447
PI-2	0+123.892	10,008,383.111	818,508.988	103.846	11° 46' 28.22"	Der.	250.000	51.376	25.779	0+098.113	0+149.489
PI-3	0+216.164	10,008,340.085	818,590.820	92.454	11° 09' 28.86"	Der.	150.000	29.212	14.652	0+201.512	0+230.724
PI-4	0+376.841	10,008,239.144	818,715.951	160.770	1° 34' 09.95"	Izq.	2500.000	68.479	34.242	0+342.599	0+411.078
PI-5	0+504.100	10,008,161.983	818,817.154	127.263	7° 50' 34.24"	Izq.	250.000	34.221	17.137	0+486.962	0+521.183
PI-6	0+594.860	10,008,117.291	818,896.210	90.814	45° 57' 09.79"	Der.	125.000	100.253	52.998	0+541.862	0+642.115
PI-7	0+681.100	10,008,028.264	818,919.346	91.984	26° 26' 44.47"	Izq.	100.000	46.156	23.497	0+657.604	0+703.760
PI-8	0+728.003	10,007,992.241	818,950.674	47.740	39° 02' 40.11"	Izq.	45.000	30.665	15.955	0+712.048	0+742.714
PI-9	0+771.324	10,007,984.546	818,994.570	44.565	6° 09' 19.18"	Der.	200.000	21.486	10.753	0+760.571	0+782.057
PI-10	0+822.030	10,007,970.481	819,043.307	50.726	19° 49' 31.65"	Der.	130.000	44.983	22.718	0+799.312	0+844.294
PI-11	0+870.720	10,007,941.648	819,083.104	49.144	03° 22' 52.84"	Izq.					
FIN	892.166	10007930.11	819101.183	21.447							

Elaborado por: Los Autores.

Figura 74

Resumen del Proyecto horizontal (Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban).

<i>DATOS DE CURVA CIRCULAR</i>											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	0+460.402	10,008,191.340	818,784.587								
PI-1	0+590.045	10,008,146.838	818,906.353	129.643	14° 25' 14.76"	Der.	175.000	44.046	22.140	0+567.905	0+611.951
PI-2	0+720.135	10,008,073.027	819,013.760	130.324	62° 50' 25.72"	Izq.	35.000	38.387	21.381	0+698.753	0+737.141
PI-3	0+805.520	10,008,115.641	819,092.760	89.761	9° 56' 49.42"	Der.	240.000	41.666	20.886	0+784.635	0+826.301
PI-4	0+901.319	10,008,145.907	819,183.763	95.904	57° 25' 33.42"	Izq.	30.000	30.068	16.433	0+884.886	0+914.954
PI-5	1+016.166	10,008,259.970	819,212.578	117.646	2° 37' 59.30"	Der.	500.000	22.978	11.491	1+004.675	1+027.654
PI-6	1+217.686	10,008,452.881	819,270.861	201.523	6° 09' 56.40"	Izq.	250.000	26.903	13.464	1+204.222	1+231.125
PI-7	1+270.946	10,008,505.250	819,280.704	53.286	9° 12' 24.74"	Der.	50.000	8.035	4.026	1+266.920	1+274.954
FIN	1+306.841	10,008,539.028	819,292.900	35.912							

Elaborado por: Los Autores.

Figura 75

Resumen del Proyecto horizontal vía de circulación exclusiva para uso peatonal (Calle La Cantarilla).

DATOS DE CURVA CIRCULAR											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	0+000.000	10,007,953.340	819,073.102								
PI-1	0+042.251	10,007,988.604	819,096.375	42.251	13° 14' 08.47"	Der.	30.000	6.930	3.481	0+038.771	0+045.701
PI-2	0+077.682	10,008,021.887	819,108.614	35.462	59° 07' 24.80"	Izq.	10.000	10.319	5.672	0+072.010	0+082.329
PI-3	0+105.348	10,008,027.208	819,136.806	28.690	27° 10' 04.71"	Der.	40.000	18.967	9.665	0+095.683	0+114.650
PI-4	0+128.785	10,008,041.813	819,155.598	23.800	31° 07' 51.34"	Izq.	15.000	8.150	4.178	0+124.606	0+132.756
PI-5	0+148.231	10,008,060.160	819,162.646	19.654	10° 23' 08.18"	Der.	40.000	7.251	3.635	0+144.596	0+151.847
PI-6	0+186.865	10,008,098.150	819,169.774	38.653	7° 09' 06.24"	Izq.	100.000	12.482	6.249	0+180.616	0+193.098
FIN	0+253.067	10,008,161.840	819,187.787	66.188							

Elaborado por: Los Autores.

Figura 77

Resumen del Proyecto horizontal rampa 1 de acceso a la Av. Pichincha.

DATOS DE CURVA CIRCULAR											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	0+000.000	10,008,376.515	818,389.915								
PI-1	0+024.205	10,008,400.709	818,389.213	24.205	77° 47' 40.12"	Der.	30.000	40.733	24.205	0+000.000	0+040.733
FIN	0+040.733	10,008,406.511	818,412.712	24.205							

Elaborado por: Los Autores

Figura 76

Resumen del Proyecto horizontal rampa 2 salida a la Autopista E35.

DATOS DE CURVA CIRCULAR											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	0+000.000	10,008,414.752	818,404.654								
PI-1	0+018.977	10,008,425.227	818,388.830	18.977	50° 45' 45.59"	Der.	40.000	35.439	18.977	0+000.000	0+035.439
FIN	0+035.439	10,008,444.109	818,386.933	18.977							

Elaborado por: Los Autores.

Figura 79

Resumen del Proyecto horizontal rampa 3 que comunican a la Comunidad San Esteban desde la Av. Pichincha.

DATOS DE CURVA CIRCULAR											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	0+000.000	10,008,406.843	818,439.099								
PI-1	0+037.971	10,008,443.350	818,449.540	37.971	35° 34' 50.42"	Izq.	50.000	31.050	16.044	0+021.927	0+052.977
PI-2	0+106.523	10,008,508.899	818,426.172	69.590	56° 45' 51.61"	Der.	35.000	34.675	18.910	0+087.613	0+122.288
FIN	0+230.195	10,008,609.988	818,502.746	126.817							

Elaborado por: Los Autores.

Figura 78

Resumen del Proyecto horizontal rampa 4 que comunican a la Comunidad San Esteban.

DATOS DE CURVA CIRCULAR (RAMPA 4)											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	1+243.302	10,008,478.082	819,275.598								
PI-1	1+253.432	10,008,488.038	819,277.469	10.130	39° 08' 08.96"	Izq.	28.500	19.467	10.130	1+262.769	1+309.898
PI-2	1+317.261	10,008,544.834	819,246.644	64.622	8° 25' 19.34"	Izq.	100.000	14.699	7.363	1+324.597	1+364.900
PI-3	1+382.299	10,008,596.857	819,207.566	129.337	34° 21' 53.20"	Der.	30.000	17.993	9.276	1+373.023	1+391.016
FIN	1+425.663	10,008,640.737	819,205.613	43.923							

Elaborado por: Los Autores.

Figura 81

Resumen del Proyecto horizontal rampas 5 que comunican a la Comunidad San Esteban.

DATOS DE CURVA CIRCULAR (RAMPA 5)											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	1+364.900	10,008,582.945	819,218.016								
PI-1	1+378.134	10,008,593.526	819,210.068	13.234	29° 38' 57.61"	Izq.	50.000	25.874	13.234	1+364.900	1+390.774
FIN	1+436.798	10,008,617.097	819,155.699	59.259							

Elaborado por: Los Autores.

Figura 80

Resumen del Proyecto horizontal rampa 6 que une la Av. Pichincha con el acceso a la Comunidad San Esteban (entrada y salida).

DATOS DE CURVA CIRCULAR (RAMPA 6)											
<i>PI</i>	<i>Abscisa</i>	<i>Norte</i>	<i>Este</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Alfa α</i>	<i>Sentido</i>	<i>Radio (m)</i>	<i>Longitud de curva (m)</i>	<i>Tangente (m)</i>	<i>PC</i>	<i>PT</i>
INICIO	0+000.000	10,008,127.186	818,872.493								
PI-1	0+083.994	10,008,183.586	818,810.251	83.994	158° 57' 24.91"	Der.	15.600	43.279	83.994	0+000.000	0+043.279
FIN	0+043.279	10,008,153.296	818,888.594	83.995							

Elaborado por: Los Autores.

Fuente: Autores.

6.7 Alineamiento Vertical.

El perfil vertical de la vía tiene relación directa con la velocidad de diseño asignada a cada uno de los segmentos analizados. Las gradientes se han adoptado en base a la topografía y a los niveles mínimos de rasante señalados por lo diseños hidráulicos de las obras de arte menor, alcantarillas.

En la figura siguiente se muestran los valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas que se establecen en las Normas de Diseño Geométrico (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), 2003).

Figura 82

Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMAS (Porcentaje)										
Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—I _o	R—II	>	8.000	TPDA	2	3	4	3	4	6
1	3.000	a	8.000	TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1.000	a	3.000	TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300	a	1.000	TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100	a	300	TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de		100	TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de Diseño Geométrico, MOP-2003.

En el proyecto las pendientes longitudinales del proyecto vertical se han limitado a 3% para terreno llano y 4% para terreno ondulado, de acuerdo al trazado indicado.

Se establece en las Normas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), 2003) que las curvas verticales que se utilizan para enlazar las líneas de pendientes

longitudinales son parábolas simples de eje vertical centrado en el PIV, mediante hojas de cálculo se determinan las ordenadas respecto a las tangentes y con ello se define el trazado dentro de las curvas verticales, que pueden ser cóncavas o convexas. En el trazado también se considera que existen curvas convexas que tienen la primera rama con gradiente positivo y la segunda rama con gradiente también positivo, se las denomina curvas ascendentes. Así mismo, se consideran curvas cóncavas que tienen la primera rama con gradiente negativo y la segunda rama también con gradiente negativo y se las denomina curvas descendentes.

6.7.1 *Curvas verticales.*

Las longitudes de las curvas verticales se han obtenido en base a las siguientes expresiones:

$$\text{Curvas verticales Convexas} \quad L=K.A$$

$$\text{Curvas verticales Cóncavas} \quad L=K.A$$

Siendo:

$$A \quad = \quad \text{Diferencia algebraica de las gradientes}$$

$$K \quad = \quad \text{Relación de la longitud de la curva en metros por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de las gradientes.}$$

En la tabla siguiente se indican los diversos valores de K para las diferentes velocidades de diseño para curvas verticales convexas y cóncavas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

Tabla 40

Curvas verticales convexas y cóncavas mínimas.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad para parada (m)	Curvas Verticales Convexas Míminas		Curvas Verticales Côncavas Míminas	
		Coeficiente "K" = S ² /426		Coeficiente "K" = S ² /122+3.5 S	
		Calculado	Redondeado	Calculado	Redondeado
60	75	13.2	13	14.6	15
70	90	19.0	19	18.5	18
80	110	28.4	28	23.8	24
90	140	46.0	46	32.0	32
100	160	60.0	60	37.5	38

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003)

6.7.2 Resumen del Proyecto Vertical.

Figura 83

Resumen del Proyecto vertical (Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35).

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	0+000.000	2811.336		3.30%		
2	0+004.000	2811.469	3.30%	5.85%	4 y 10	5.498
3	0+047.000	2813.984	5.85%	2.77%	30	9.74
4	0+115.000	2815.868	2.77%	1.65%	30	26.786
5	0+189.000	2817.089	1.65%	2.24%	30	50.847
6	0+251.000	2818.477	2.24%	3.26%	30	29.412
7	0+331.000	2821.085	3.26%	2.74%	30	57.692
8	0+525.000	2826.401	2.74%	1.96%	30	38.462
9	0+593.000	2827.734	1.96%	3.22%	30	23.81
10	0+669.000	2830.181	3.22%	-2.60%	40	6.873
11	0+742.000	2828.283	-2.60%	2.32%	40	8.13
12	0+817.000	2830.023	2.32%	0.50%	30	16.484
13	0+861.000	2830.243	0.50%	1.50%	20	20
14	0+892.166	2830.711	1.50%			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 84

Resumen del Proyecto vertical (Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban).

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	0+460.402	2824.541		2.74%		
2	0+670.000	2830.284	2.74%	5.32%	30	11.628
3	0+804.000	2837.413	5.32%	12.00%	60	8.982
4	0+898.000	2848.693	12.00%	0.74%	50	4.44
5	1+060.000	2849.892	0.74%	-2.17%	40	13.746
6	1+182.000	2847.244	-2.17%	-3.85%	30	17.857
7	1+236.000	2845.165	-3.85%	7.85%	40	3.418
8	1+293.754	2849.701	7.85%			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 85

Resumen del Proyecto vertical vía de circulación exclusiva para uso peatonal (Calle La Cantarilla).

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	1	-0+010.000	2830.222			
2	2	0+000.000	2830.222	0.00%	3 y 5	0.627
3	3	0+063.000	2838.254	12.75%	30	4.444
4	4	0+136.000	2842.634	6.00%	30	4.644
5	5	0+180.746	2848.21	12.46%	50	4.266
6	6	0+253.067	2848.745	0.0074		

Elaborado por: Los Autores.

Figura 87

Resumen del Proyecto vertical rampa 3 que comunican a la Comunidad San Esteban desde la Av. Pichincha.

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	0+000.000	2814		-0.62%	-	-
2	0+230.195	2812.573	-0.62%		-	-

Elaborado por: Los Autores.

Figura 86

Resumen del Proyecto vertical rampa 1 de acceso a la Av. Pichincha.

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	0+000.000	2810.758		1.19%		
2	0+012.058	2810.901	1.19%	5.85%	5 y 10	3.219
3	0+040.733	2812.579	5.85%			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 88

Resumen del Proyecto vertical rampa 2 salida a la Autopista E35.

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	0+000.000	2812.052		-5.85%		
2	0+009.826	2811.477	-5.85%	1.19%	5 y 10	2.131
3	0+035.439	2811.782	1.19%			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 90

Resumen del Proyecto vertical rampa 4 que comunican a la Comunidad San Esteban.

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	1+243.302	2846.000		5.09%		
2	1+266.000	2847.155	5.09%	-2.90%	5 y 10	1.877
3	1+385.000	2843.704	-2.90%	5.90%	20 y 10	3.409
4	1+408.000	2845.061	5.90%	0.50%	5 y 10	2.778
5	1+425.663	2845.150	0.50%			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 89

Resumen del Proyecto vertical rampas 5 que comunican a la Comunidad San Esteban.

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	1+364.900	2844.287		-6.12%		
2	1+393.000	2842.566	-6.12%	-14.50%	40	4.776
3	1+436.798	2836.215	-14.50%			

Elaborado por: Los Autores.

Figura 91

Resumen del Proyecto vertical rampa 6 que une la Av. Pichincha con el acceso a la Comunidad San Esteban (entrada y salida).

PIV No.	Abscisa	Elevación	Pendiente		LCV	K
			Entrada	Salida		
1	0+000.000	2827.275		-1.96%		
2	0+018.848	2826.906	-1.96%	2.74%	5 y 15	4.255
3	0+043.279	2827.575	2.74%			

Elaborado por: Los Autores.

6.8 Movimiento de tierra

El movimiento de tierras tiene por objeto determinar el volumen de materiales que será necesario remover, así como su balance y su caracterización, tanto por su naturaleza como por su comportamiento desde el punto de vista constructivo. (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013, pág. 331).

Definida la sección transversal de la vía, el trazado horizontal y vertical, peraltes de acuerdo a lo requerido por el radio de las curvas, giros del peralte en el eje, coeficiente de esponjamiento (1.20 relleno tierra común), talud de corte 1.0 H:1.0 V, talud de relleno 1.5 H:1.0, el siguiente paso es formar los corredores viales con la ayuda del programa computacional Civil 3D 2018, y posteriormente obtener los volúmenes de corte y relleno.

En el cálculo de volúmenes el programa utiliza la expresión para el cálculo por áreas:

$$V = \frac{D}{2} (A_1 + A_2)$$

Dónde:

V = Volumen en corte o relleno en metros cúbicos

D = Distancia entre las secciones transversales en metros

A₁ = Área de la sección transversal primera, en corte o en relleno en metros cuadrados

A₂ = Área de la sección transversal segunda, en corte o en relleno en metros cuadrados

Se analizaron las distancias medias de transporte en función del equipo que se utilizaría en la construcción, considerando lo siguiente:

- Excavación en suelo: Es aquella operación de excavación y desalojo que se realiza en los sectores de cortes y cuyos materiales pueden ser removidos sin recurrir a desarraigadores, escarificadores o explosivos.

El cálculo del movimiento de tierras se efectuó cada 10 m de longitud en las curvas y cada 20 metros de longitud en tangentes. Se elaboró un cuadro donde se presenta en forma resumida el resultado del cálculo de volúmenes, en el que consta la abscisa, el corte, el relleno x 1,20 como factor de esponjamiento, el volumen de depósito (Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003).

En el Anexo 6.1 se presenta el cálculo del movimiento de tierras.

6.8.1 *Resumen del Movimiento de Tierras*

Tabla 41

Reporte Movimiento de Tierras (Pavimento Flexible).

Tramo	Abscisas		Volumen acumulado (m ³)		Balance (m ³)
	Inicio	Final	Corte	Relleno	Corte
(Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35)	0+000.000	0+892.166	3,037.967	70.740	2,967.227
(Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban)	0+460.402	1+306.841	4,506.787	100.560	4,406.227
(Calle La Cantarilla)	0+000.000	0+253.067	569.519	2.040	567.479
(Rampa 1)	0+000.000	0+040.733	68.435	11.518	56.917
(Rampa 2)	0+000.000	0+035.439	376.849	-	376.849
(Rampa 3)	0+000.000	0+230.195	1,484.009	3.060	1,480.949
(Rampa 4)	1+243.302	1+425.663	747.124	58.715	688.409
(Rampa 5)	1+364.900	1+436.798	334.311	-	334.311
(Rampa 6)	0+000.000	0+043.279	137.582	-	137.582
TOTAL					11,015.950

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 6.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS (PAVIMENTO FLEXIBLE).

Tabla 42

Reporte Movimiento de Tierras (Adoquinado).

Tramo	Abscisas		Volumen acumulado (m3)		Balance (m3)
	Inicio	Final	Corte	Relleno	Corte
(Ingreso a la Av. Pichincha desde la Autopista E35)	0+000.000	0+892.166	2,814.875	70.500	2,744.375
(Ingreso desde Av. Pichincha a Comunidad San Esteban)	0+460.402	1+306.841	4,268.328	96.960	4,171.368
(Calle La Cantarilla)	0+000.000	0+253.067	527.432	0.960	526.472
(Rampa 1)	0+000.000	0+040.733	66.776	11.278	55.499
(Rampa 2)	0+000.000	0+035.439	316.782	-	316.782
(Rampa 3)	0+000.000	0+230.195	1,367.799	3.060	1,364.739
(Rampa 4)	1+243.302	1+425.663	703.463	56.215	647.249
(Rampa 5)	1+364.900	1+436.798	311.093	-	311.093
(Rampa 6)	0+000.000	0+043.279	32.584	2.640	29.944
TOTAL					10,167.520

Elaborado por: Los Autores.

En los ANEXOS 6.2 podemos encontrar los cuadros de MOVIMIENTO DE TIERRAS (ADOQUINADO), y en el ANEXO 6.3 se encuentran PLANOS VIALES.

6.8.2 Diagrama de masas

El diagrama de masas es una gráfica dibujada en ejes cartesianos en el cual se representa el resultado de la acumulación de volúmenes de cortes y rellenos, dibujados en el eje de las abscisas los volúmenes de acumulación obtenidos y en el eje de las ordenadas las distancias horizontales. (Guevara Martínez, 2015, p. 50).

CAPÍTULO VII

DISEÑO HIDRÁULICO

7.1 Alcance.

Teniendo como marco referencial el Convenio Interinstitucional suscrito entre el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San José de Ayora (GADPRA) y la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), a continuación, se presentan los resultados del correspondiente estudio de hidrología e hidráulica para las obras de arte menor requeridas por las soluciones viales propuestas para la Parroquia San José de Ayora en una longitud total equivalente a 2,76 km.

7.2 Recopilación y procesamiento de información general existente para el área de influencia del proyecto vial.

7.2.1 Cartografía y topografía.

Como información básica se cuenta con la carta topográfica publicada por el IGM en escala 1:50.000 que abarca el área de influencia del proyecto vial (Cayambe), existiendo además la información topográfica en escala 1:1.000 levantada, de tal manera que el grado de detalle alcanzado permite cumplir en forma adecuada con los términos de referencia vigentes para esta clase de trabajos (GAD San José de Ayora, 2015) (Ver Figura 92).

7.2.2 Bioclima y ecología.

El proyecto vial se desarrolla en una zona caracterizada por un clima Húmedo Templado que para el rango altitudinal de 2.800 a 2.900 msnm presenta variaciones de temperatura media mensual desde 8,2 °C hasta 14,4 °C, de humedad relativa mensual desde 67% a 93%, de nubosidad entre 2 a 7 octavos de cielo cubierto, de evaporación media anual

desde 703,1 mm hasta 2.081,8 mm, de precipitación anual desde 503,3 mm a 3.736,7 mm, de precipitación máxima diaria de 26,2 mm a 206,7 mm y presencia de 63 a 256 días al año con lluvia por sobre los 0,10 mm diarios. Ecológicamente al área de influencia del proyecto vial en la zona anteriormente identificada le corresponde la formación “bosque húmedo Montano Bajo” (GAD San José de Ayora, 2015).

7.2.3 Parámetros climáticos.

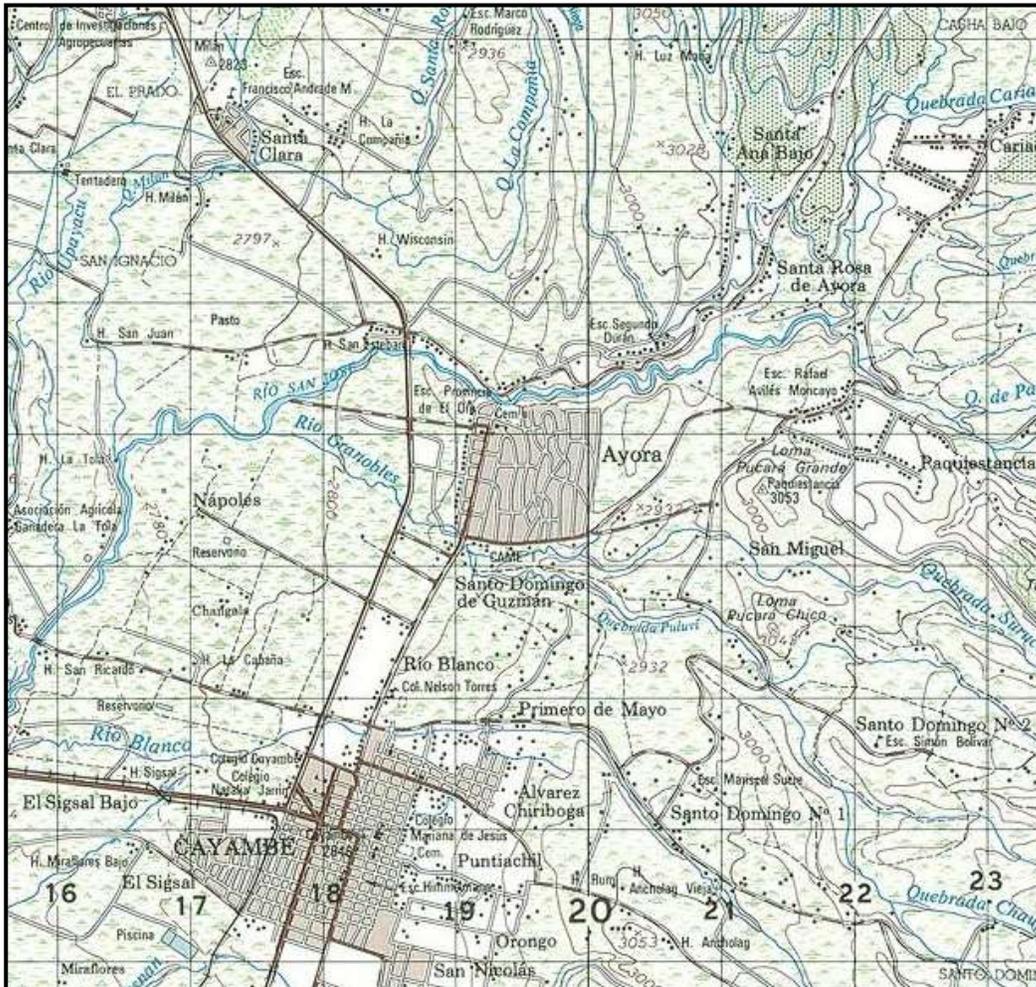
Para el análisis de los aspectos climáticos que inciden en el dimensionamiento hidráulico e implantación de las estructuras de drenaje vial, se cuenta con los registros estadísticos de las estaciones meteorológicas Cajas-Mojanda (M-526), Olmedo-Pichincha (M-023), Tabacundo-Hacienda Mojanda (M-022) y *Cayambe* (M-359), ubicadas en el área de influencia del proyecto vial y con información climatológica disponible para el período comprendido entre los años 1964 a 2013 (INAMHI, 2015).

7.2.4 Hidrografía.

El drenaje natural en el área de influencia del proyecto vial está constituido por los ríos Granobles y San José, tributarios del río Guayllabamba, el cual finalmente forma parte de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas (GAD San José de Ayora, 2015).

Figura 92

Ubicación del proyecto en carta topográfica de Cayambe Escala 1:50.000.



Fuente: Carta topográfica IGM Cayambe.

7.3 Alcance y objetivos de los estudios de hidrología e hidráulica para obras de arte menor,

Definir los patrones hidrológicos y parámetros hidráulicos que pueden influir en el comportamiento de los cursos de agua menores permanentes e intermitentes interceptados por el proyecto vial aquí analizado (Sarabia, 2019).

Evaluar el funcionamiento hidráulico y estructural del sistema de drenaje longitudinal y transversal existente, determinando si es necesario sólo su limpieza y mantenimiento o su mejoramiento con la inclusión de nuevas obras de arte menor que garanticen que el escurrimiento superficial efectivamente no afecte al pavimento del proyecto.

- Estimar los caudales de diseño en los sitios de cruce del proyecto vial con los cursos menores de agua para verificar las secciones hidráulicas existentes con el objetivo de determinar su mantenimiento, reparación, prolongación, remoción o reemplazo por una nuevas estructuras.

- Estimar los caudales de diseño correspondientes al escurrimiento longitudinal captado, conducido y descargado por las cunetas laterales con el fin de verificar su capacidad hidráulica para una longitud máxima admisible.

- Dimensionar las estructuras de arte menor pertenecientes al sistema de drenaje vial, de forma que el paso de los caudales máximos esperados en superficie se evacuen bajo condiciones aceptables de funcionamiento hidráulico (Sarabia, 2019).

- Plantear un sistema de drenaje vial tal que sea posible captar, conducir y evacuar adecuadamente la escorrentía superficial producto de la precipitación pluvial presente en los límites del derecho de vía analizado (Sarabia, 2019).

- Recomendar medidas preventivas, definir rubros de intervención, especificar materiales y estimar los correspondientes volúmenes de obra de las estructuras menores de drenaje vial propuestas en el marco de los actuales estudios de ingeniería (Sarabia, 2019).

7.4 Criterios de Diseño.

Las consideraciones que fueron adoptadas los cálculos de caudales de diseño son: en primer lugar el período de retorno igual a 25 años en estructuras menores, es decir aquellas cuyo calado sea menor a 1 m.; y, de 50 años para estructuras importantes. De igual manera el método utilizado es el Racional.

Como estipula el método utilizado, los coeficientes de escorrentía dependen de cada caso, y son influenciados por el tipo de suelo, gradientes, permeabilidad, uso que se le da al suelo y su cobertura.

La intensidad también es un factor importante en la utilización del método, es por eso que para el diseño de las zanjas, canales y cunetas, se escogió una intensidad de 10 minutos para un período de diseño de 25 años, correspondiente a 212.6 mm/hora.

La sección mínima adoptada para los conductos de drenaje transversal equivale a 1 D 1,20 m por consideraciones de mantenimiento y limpieza.

En los sectores con presencia de viviendas y aceras peatonales se plantean sistemas de alcantarillado pluvial independientes compuestos por un colector central unido por pozos de revisión a los cuales descargan los sumideros de calzada localizados en los puntos bajos de acumulación de aguas lluvia. Las descargas de los sistemas de alcantarillado pluvial se efectúan a los cursos de agua naturales mediante las correspondientes estructuras de entrega.

Se conservan todos los cruces con las redes de infraestructura sanitaria existentes (agua potable y alcantarillado combinado) sin modificarlos.

La velocidad máxima de escurrimiento del agua se ha limitado en el diseño hidráulico a 3,00 m/s en las cunetas laterales y a 5,00 m/s en superficies de hormigón así

como en las metálicas en estructuras de mayores dimensiones, a excepción del escurrimiento en tuberías de PVC para el alcantarillado pluvial, donde dicho parámetro puede alcanzar hasta 9,00 m/s.

7.5 Investigación de campo.

Con los planos de ingeniería de diseño geométrico en escalas tanto horizontal como vertical 1:1.000, se realizó las inspecciones de campo durante los meses de diciembre 2019 y enero 2020 para revisar y eventualmente corregir los datos correspondientes a las obras de arte menor existentes y proyectadas que constan en estos documentos.

En las inspecciones se verifico en campo las características de las obras de arte menor existente, tales como: dimensiones, gradientes, profundidad, ubicación etc.

7.6 Trabajos realizados.

7.6.1 Metodología Utilizada.

Inicialmente se procedió con la recopilación de la información como: estadísticas meteorológicas, cartografías, y posteriormente con el análisis y procesamiento de esta información y determinar los caudales, velocidades diseño para el proyecto.

Posteriormente se realizó un inventario de estructuras existentes, para determinar su estado actual y proponer las mejoras correspondientes o en su defecto las modificaciones necesarias; adicionalmente se procedió a verificar los supuestos de cálculo como cobertura vegetal, tipo de suelo, coeficientes de escorrentía y régimen de lluvias.

En oficina se analizó los datos y se realizó su modelación en condiciones normales y extraordinarias, verificando las dimensiones de las secciones transversales.

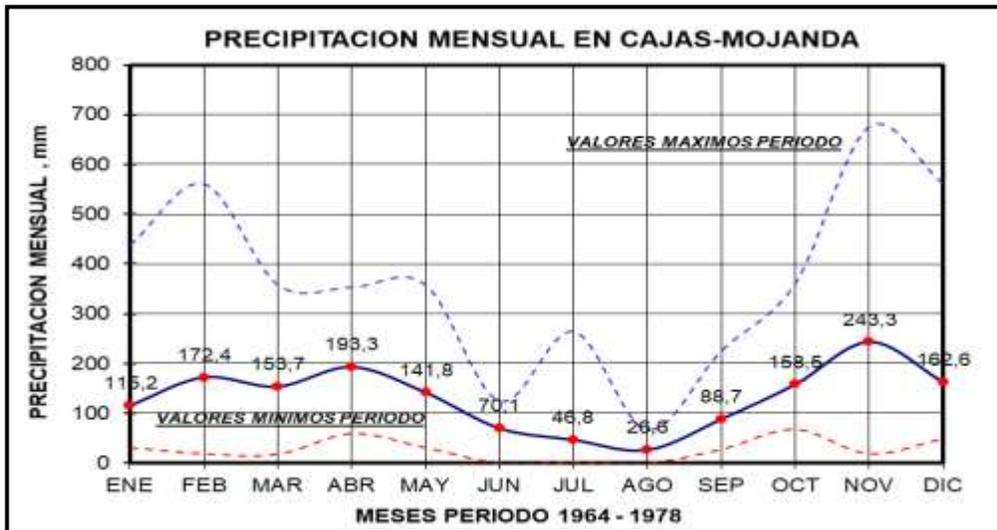
Conocidas la geometría del proyecto vial y magnitudes de los caudales máximos esperados, se implantan en los planos de ingeniería las diferentes obras de arte menor existente y proyectada.

7.6.2 *Análisis del régimen pluvial en el área de influencia del proyecto vial*

.El área de influencia del proyecto está caracterizado por una distribución de lluvias zenital o equinoccial propio de la zona, de tal manera que hay una estación lluviosa desde el mes de septiembre hasta mayo, en este lapso se presentan dos periodos de lluvias intensas en octubre y en abril, después de los equinoccio respectivos; de igual manera se presenta una estación seca en los meses de junio, julio y agosto caracterizadas por días calurosos, altas temperaturas, fuertes vientos. (Panamericana Vial S.A., 2015). (Ver Figura 93, Figura 94, Figura 95, Figura 96).

Figura 93

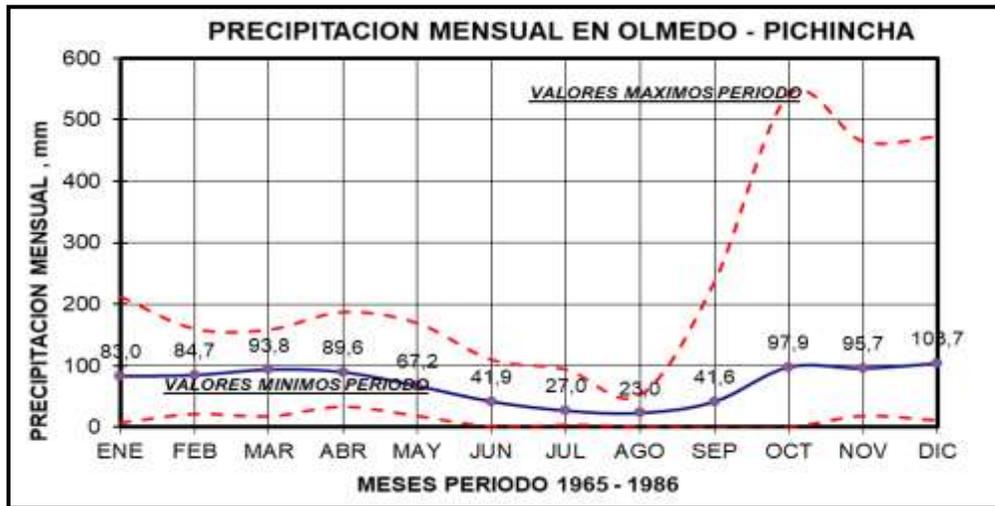
Precipitación media mensual.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI 2015.

Figura 94

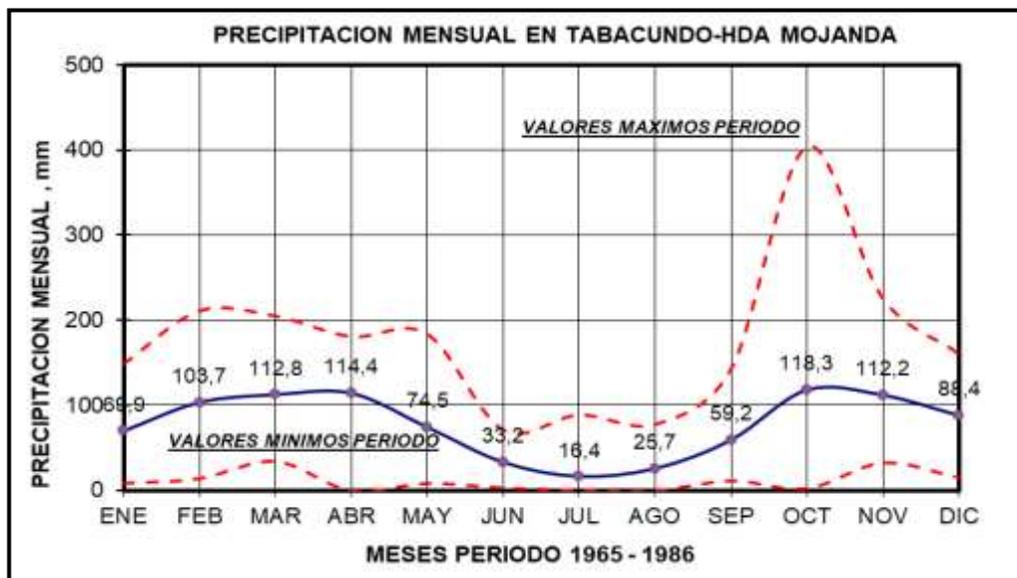
Precipitación media mensual.



Fuente: (INAMHI, 2015)

Figura 95

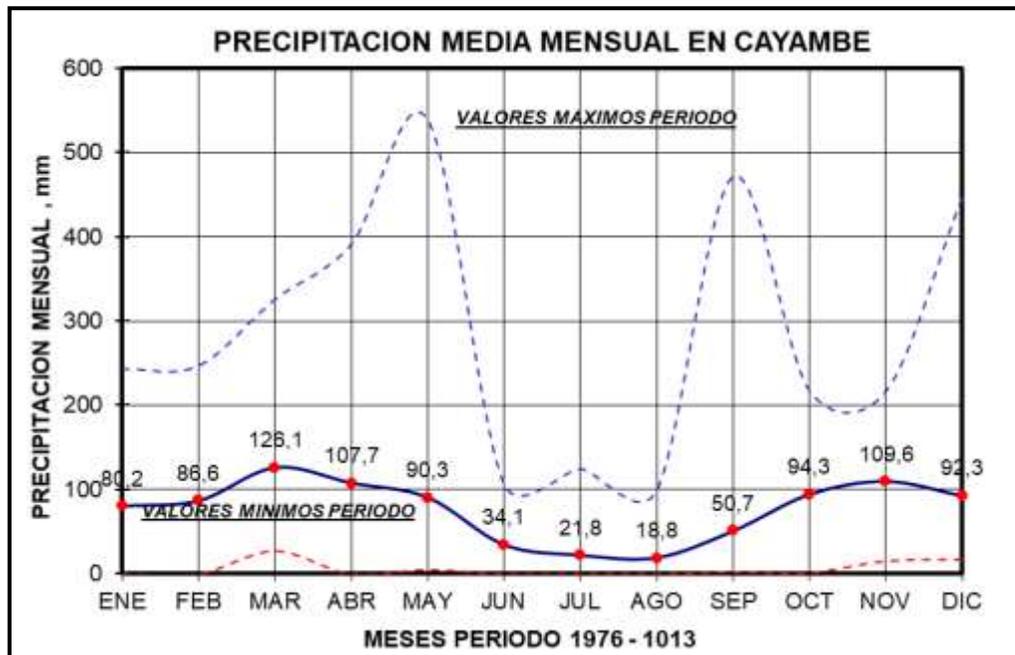
Precipitación media mensual.



Fuente: (INAMHI, 2015)

Figura 96

Precipitación media mensual



Fuente: (INAMHI, 2015).

7.6.2.1 Intensidades de lluvia

El (INAMHI, 2015) define a la intensidad como “la cantidad de agua de lluvia que cae en un punto, por unidad de tiempo y está inversamente proporcional a la duración de la tormenta”, en esta publicación se ha definido la ecuación de **Intensidad-Duración-Frecuencia**, en la página 215 para la estación M0022 Tabacundo para diferentes períodos de retorno y duraciones.

$$\text{Para } 5 \text{ min} < t < 29,10 \text{ min} >>> I_t, T_r = 159,820 \cdot t^{-0,450} \cdot I_d$$

$$\text{Para } 29,10 \text{ min} < t < 1.440 \text{ min} >>> I_t, T_r = 750,280 \cdot t^{-0,909} \cdot I_d$$

Donde:

I_t, T_R intensidad máxima de lluvia con duración t y período de retorno de T_R años,

t duración de la lluvia, minutos,

I_d intensidad diaria para un período de retorno de T_R años ($I_d = P_d/24$), mm/hora.

P_d precipitación diaria (precipitación máxima en 24 horas), mm.

Para una mejor comprensión de la metodología utilizada, más adelante se presentan la zonificación del país en la Figura 97 y las isolíneas de I_d para un período de retorno de 25 años en Figura 98 adjuntos.

Figura 97

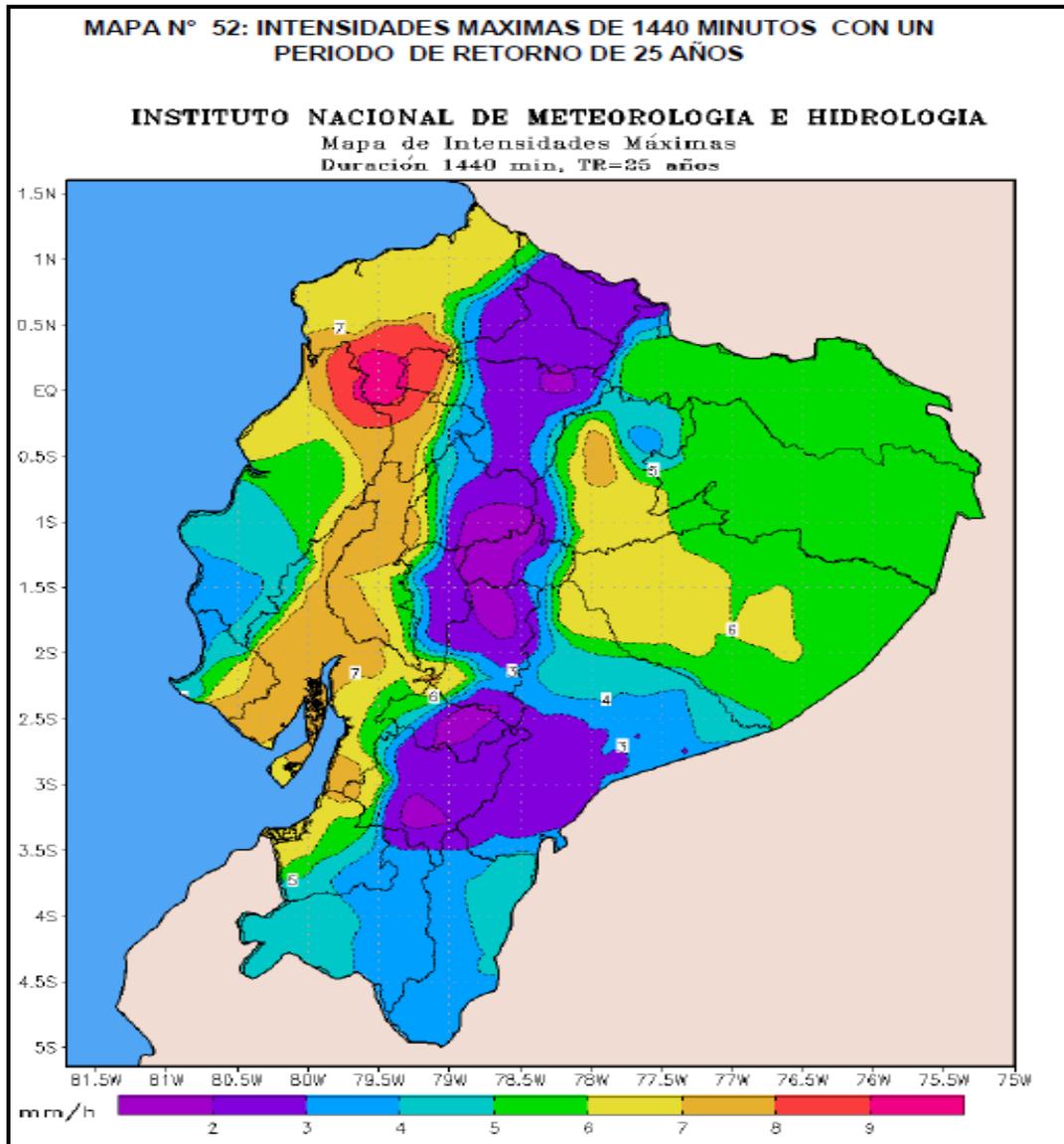
Zonificación de Intensidades de lluvia.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI 2015.

Figura 98

Zonificación de Intensidades de Lluvia.



Fuente: *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI 2015.*

Con la ayuda de estas ecuaciones, se ha logrado determinar las intensidades máximas de lluvia para diferentes periodos de retorno y duración, y esos resultados obtenidos se detallan en las Tabla 43 y Figura 99 adjuntos.

Tabla 43

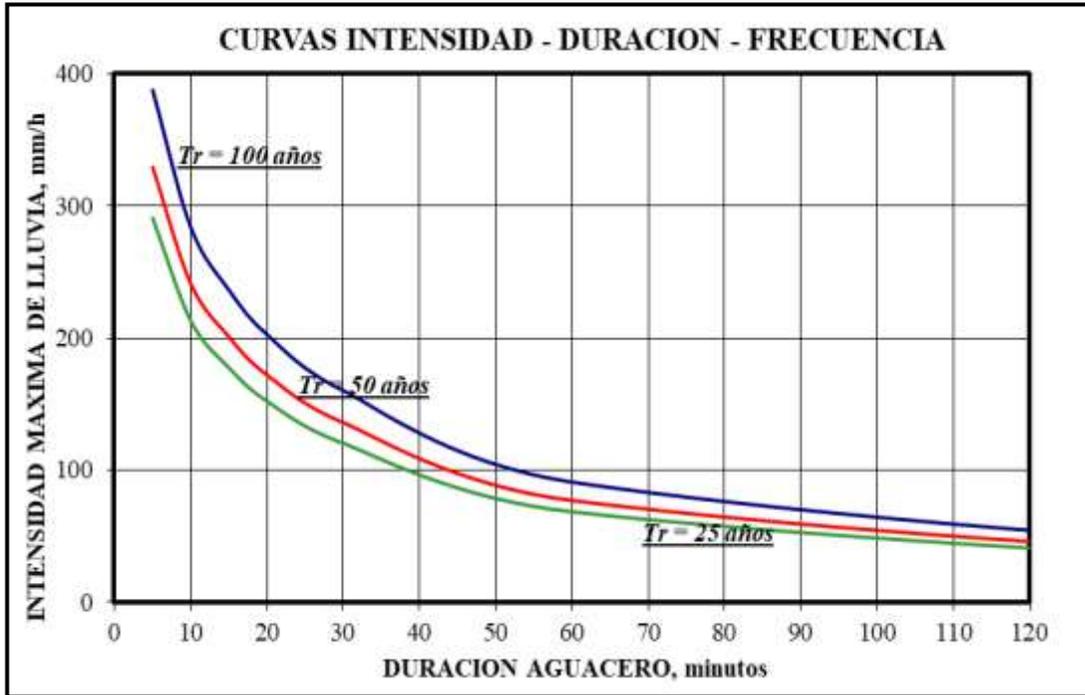
Intensidades Máximas de lluvia.

Tr (años)	t (minutos)						t (horas)			
	5	10	15	20	30	60	3	6	12	24
2	135,6	99,2	82,7	70,8	56,0	31,8	11,7	6,2	3,3	1,8
5	193,7	141,8	118,1	101,2	80,0	45,4	16,7	8,9	4,7	2,5
10	232,4	170,1	141,7	121,4	96,0	54,5	20,1	10,7	5,7	3,0
25	290,5	212,6	177,2	151,8	120,0	68,1	25,1	13,4	7,1	3,8
50	329,2	241,0	200,8	172,0	136,0	77,1	28,4	15,1	8,1	4,3
100	387,3	283,5	236,2	202,4	160,0	90,8	33,4	17,8	9,5	5,0

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI 2015.

Figura 99

Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF).



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI 2015.

7.6.3 Evaluación y diagnóstico del sistema de drenaje vial existente

En esta sección procederemos a evaluar las estructuras existentes y definir cuáles de estas serán mantenidas, reemplazadas, modificadas o clausuradas, esto en virtud que existen obras en operación, y con la intervención del presente proyecto se procederá a rehabilitar y mejorar.

Para cumplir con el indicado propósito, se utilizó la metodología indicada en el numeral 7.6.1; y, cuyos principales resultados se presentan en los siguientes numerales.

7.6.3.1 Inventario de estructuras de drenaje transversal.

En la Tabla 79 adjunto se presentan en forma resumida las principales características geométricas de las alcantarillas existentes en la vía analizada.

Tabla 44

Inventario de Alcantarillas existentes

N°	ESTACIÓN	N° ORIF	ORIGEN FLUJO		ENTRADA			SALIDA		SECCIÓN TRANSVERSAL					OBSERVACIONES
			IZQ.	DER.	CAJÓN	ALAS	OTRO	ALAS	OTRO	D, m	B, m	H, m	L, m	MA T	
1	1+227	1		X		X		X		1,20			8,00	h.a.	En vía principal
2	0+177	1		X		X		X		1,20			8,00	h.a.	En calle de la cantarilla

Elaborado por: Autores.

7.6.3.2 Inventario de estructuras de drenaje longitudinal

Las cunetas laterales existentes no están revestidas y sus principales características geométricas se presentan en el Tabla 80 adjunto.

Tabla 45*Inventario de cunetas laterales existentes.*

COSTADO IZQUIERDO						COSTADO DERECHO							
SECCION TRANSVERSAL			ABSCISAS			LONG, m	SECCION TRANSVERSAL			ABSCISAS			LONG, m
FORMA	B, m	H, m	INICI O	FIN	FORMA		B, m	H, m	INICI O	FIN			
TRIANGULA R	0,40	0,10	1+000	1+306,84 1	306,84	TRIANGULA R	0,40	0,10	1+000	1+306,84 1	306,84		
SUMAN =						306,84	SUMAN =						306,84

Fuente: Autores.**7.6.3.3 Propuesta de intervención para el drenaje transversal**

Con el fin de señalarle claramente a *El Constructor* qué estructuras se mantendrán, cuáles serán removidas, prolongadas, reemplazadas o clausuradas, y cuáles serán los nuevos conductos propuestos, en la Tabla 81 adjunto se presenta la correspondiente propuesta de intervención para el drenaje transversal.

Tabla 46*Inventario de cunetas laterales existentes.*

N°	ESTACIÓN	N° ORIF	ORIGEN DE FLUJO		SECCIÓN TRANSVERSAL					RECOMENDACIÓN
			IZQ.	DER.	D, m	Lizq	Lder	Ltot, m	MAT	
1	1+227	1		X	1,20	6,00	5,00	11,00	h. a.	Mantener estructura existente y prolongarla 3,00 m a la derecha en vía principal.
2	0+177	1		X	1,20	4,00	4,00	8,00	h. a.	Limpiar estructura existente y mantenerla sin modificaciones en calle la cantarilla.
3	0+016 R2	1		X	1,20	2,00	8,00	10,00	metal	Alcantarilla nueva.
4	0+003 R3	1		X	1,20	6,00	6,00	12,00	metal	Alcantarilla nueva.
5	1+383 R4	1		X	1,20	12,00	6,00	18,00	metal	Alcantarilla nueva.

Fuente: Autores.

En resumen, a las 2 alcantarillas existentes se propone incorporar 3 alcantarillas adicionales en las rampas 2, 3 y 4 que permitan el paso de las acequias pertenecientes al sistema de riego existente en el área de influencia directa del proyecto.

7.6.3.4 **Propuesta de intervención para el drenaje longitudinal.**

Puesto que se ha decidido captar, conducir y evacuar la escorrentía superficial producto de la precipitación pluvial en el área de influencia directa de la vía analizada mediante sistemas de alcantarillado pluvial para las áreas urbanas, se presenta el correspondiente detalle y respaldo de las indicadas redes de infraestructura sanitaria. Adicionalmente, para las áreas rurales el drenaje longitudinal se propone conducirlo mediante cunetas laterales revestidas que se encuentran detalladas más adelante.

7.6.3.5 **Propuesta de intervención para el subdrenaje**

En toda la longitud del proyecto vial no se observaron sitios con presencia de nivel freático elevado, por lo tanto, no se implanta un sistema de subdrenaje para abatirlo, ya que con la construcción del nuevo pavimento se disminuyen significativamente las infiltraciones desde la superficie.

7.6.4 ***Determinación de caudales máximos esperados.***

Puesto que las dos (2) alcantarillas existentes y las tres (3) nuevas alcantarillas propuestas permiten el paso de los caudales utilizados por los usuarios del sistema de riego existente en el área de influencia directa del proyecto vial, se han estimado los caudales máximos esperados para un período de retorno de 25 años, comprobándose la suficiencia hidráulica de las secciones propuestas para un retorno igual a 100 años.

La sección hidráulica de las acequias existentes equivale a un ancho igual a 0,80 m y tirante igual a 0,50 m, con lo cual el área equivale a 0,40 m², el perímetro mojado a 1,80 m y el radio hidráulico a 0,222 m, por tanto, al aplicar la ecuación de Manning

$$(Q = (1/n) \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{S})$$

Se obtiene un caudal igual a 0,9275 m³/s para un Tr = 25 años.

Donde:

- Q** caudal, m³/s;
- n** coeficiente de rugosidad (0,025), adimensional;
- A** área hidráulica, m²;
- R** radio hidráulico ($R = A / P$), m;
- P** perímetro mojado ($P = b + 2 h$), m;
- b** ancho de acequia ($b = 0,80$ m);
- h** tirante de acequia ($h = 0,50$ m);
- S** gradiente de fondo ($S = 2,50$ %), %;

$$Q = 1/0,025 \cdot (0,40/(0,80+2 \cdot 0,50))^{2/3} \cdot \sqrt{2,50\%} = \mathbf{0,9275 \text{ m}^3/\text{s}}.$$

El caudal correspondiente a un retorno de 100 años se obtiene al mayorar el caudal para 25 años por la relación entre las respectivas intensidades diarias

$$(Id_{100} / Id_{25} = 5,00/3,80 = 1,3158), \text{ es decir } 0,9275 \cdot 1,3158 = 1,2204 \text{ m}^3/\text{s}.$$

7.6.5 *Dimensionamiento de obras de drenaje superficial.*

7.6.5.1 **Alcantarillas.**

Una vez que se dispone de los datos de caudales máximos y la información de campo correspondiente, se procede a dimensionar las alcantarillas, mismas que debe conducir los caudales máximos sin generación de remansos en las entradas ni velocidades altas en las salidas.

Para el dimensionamiento hidráulico de estas estructuras de drenaje transversal se aplicó las “ecuaciones de flujo uniforme para canales abiertos” con control de entrada y

superficie libre, o también denominada parcialmente lleno. La metodología usada es: predimensionar la sección transversal mediante la aplicación de las siguientes fórmulas para una sección rectangular y otra circular, respectivamente (Ven Te Chow, 2004):

$$H = (Q / (1,704 \bullet L))^{2/3}$$

$$D = (Q / 1,425)^{2/5}$$

Donde:

H altura de la sección rectangular, m;

Q caudal de diseño, m³/s;

L ancho de la sección rectangular, m;

D diámetro de la sección circular, m.

Luego se verifica el escurrimiento mediante el cálculo de la altura crítica del conducto predimensionado, y este no debe exceder la altura de la alcantarilla, para lo cual se aplica la siguiente expresión:

$$H_c = (Q^2 / (L^2 \bullet g))^{1/3}$$

Donde:

H_c altura crítica, m;

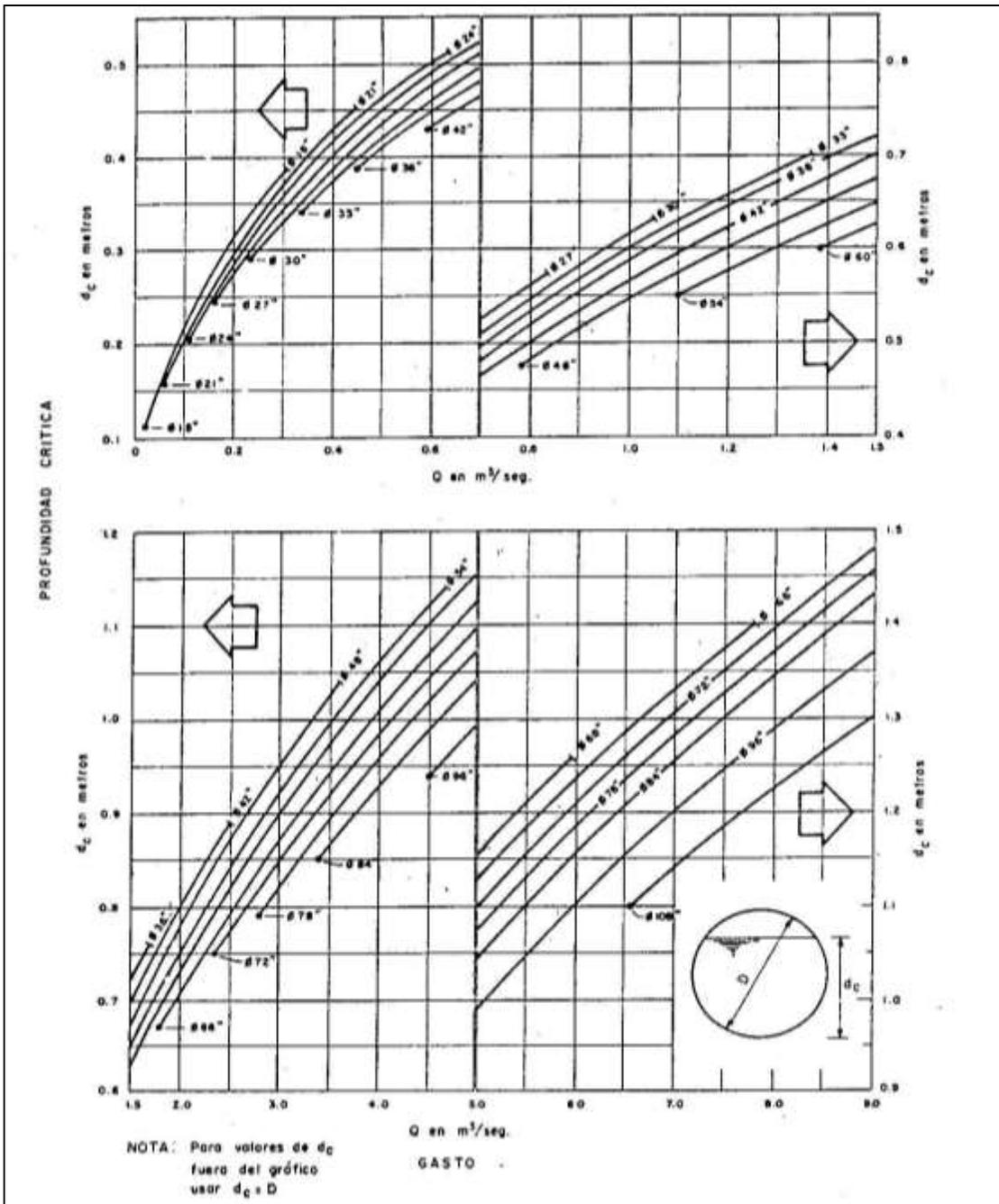
Q caudal de diseño, m³/s;

L ancho de sección rectangular, m;

g aceleración de gravedad, m/s².

Figura 100

Profundidad crítica en conductos circulares.



Fuente: (Ven Te Chow, 2004).

Para el cálculo de la gradiente hidráulica tanto para sección rectangular y circular, se aplica las siguientes expresiones (Ven Te Chow, 2004)

$$i_c = (n^2 * 2 * g * (L + 2 * h_c)^{4/3}) / (L * (L * h_c)^{1/3})^{1/3}$$

$$i_c = (n^2 * Q^2) / [((D/4 * ((1 - \sin \theta_c)/\theta_c))^{4/3} * ((D^2/8 * (\theta_c - \sin \theta_c))^2]$$

Donde:

i_c gradiente crítica, m/m;

n coeficiente de rugosidad, adimensional;

g aceleración de gravedad, m/s²;

L ancho de sección rectangular, m;

h_c altura crítica, m;

Q caudal de diseño, m³/s;

D diámetro de sección circular, m;

θ_c ángulo crítico, rad (θ_c = 2 • Arc cos (1 - 2 • h_c/D)).

Finalmente, se realiza la iteración para ajustar las dimensiones hasta obtener aquellas que cumplan las condiciones admisibles de remanso a la entrada y velocidad a la salida (Ven Te Chow, 2004). (Ver Tabla 47 y 83 adjuntos).

Tabla 47

Verificación del dimensionamiento hidráulico de alcantarillas principales para $Tr=25$ años.

Nº	ABSCISA	Q ₂₅ , m ³ /s	Nº ORIF	L, m	D, m	G, %	hcr, m	hs, m	Acon, m ²	V, m/s	He, m	He/D	OBSERVACIÓN
1	01+227	0,93	1	11,00	1,20	5,00%	0,522	0,257	0,47	1,97	0,760	0,633	Se verifica 1 D 1,20 m
2	00+177	0,93	1	8,00	1,20	5,00%	0,522	0,257	0,47	1,97	0,760	0,633	Se verifica 1 D 1,20 m
3	0+016 R2	0,93	1	10,00	1,20	2,50%	0,522	0,398	0,47	1,97	0,760	0,633	Se verifica 1 D 1,20 m
4	0+003 R3	0,93	1	12,00	1,20	2,50%	0,522	0,398	0,47	1,97	0,760	0,633	Se verifica 1 D 1,20 m
5	1+383 R4	0,93	1	18,00	1,20	5,00%	0,522	0,332	0,47	1,97	0,760	0,633	Se verifica 1 D 1,20 m

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 48

Verificación del dimensionamiento hidráulico de alcantarillas principales para $Tr=100$ años.

Nº	ABSCISA	Q ₂₅ , m ³ /s	Nº ORIF	L, m	D, m	G, %	hcr, m	hs, m	Acon, m ²	V, m/s	He, m	He/D	OBSERVACION
1	01+227	1,22	1	11,00	1,20	5,00%	0,602	0,295	0,57	2,15	0,885	0,738	Se verifica 1 D 1,20 m
2	00+177	1,22	1	8,00	1,20	5,00%	0,602	0,295	0,57	2,15	0,885	0,738	Se verifica 1 D 1,20 m
3	0+016 R2	1,22	1	10,00	1,20	2,50%	0,602	0,460	0,57	2,15	0,885	0,738	Se verifica 1 D 1,20 m
4	0+003 R3	1,22	1	12,00	1,20	2,50%	0,602	0,460	0,57	2,15	0,885	0,738	Se verifica 1 D 1,20 m
5	1+383 R4	1,22	1	18,00	1,20	5,00%	0,602	0,383	0,57	2,15	0,885	0,738	Se verifica 1 D 1,20 m

Elaborado por: Los Autores.

El significado de las columnas en las Tabla 47 y Tabla 48 precedentes es el siguiente:

Nº número de alcantarilla;

Abscisa ubicación de alcantarilla;

Q caudal de diseño, m³/s;

Nº orif cantidad de vanos;

- L** longitud de alcantarilla, m;
- B** ancho de alcantarilla, m;
- H** altura de alcantarilla, m;
- D** diámetro de alcantarilla, m;
- G** gradiente longitudinal de alcantarilla, %;
- h_{cr}** altura crítica de agua en alcantarilla, m;
- h_s** altura de agua a la salida de alcantarilla, m;
- A_{con}** área de control en alcantarilla, m²;
- V** velocidad media en alcantarilla, m/s;
- H_e** altura de agua a la entrada de alcantarilla (remanso), m;
- H_e/D** relación remanso/diámetro, adimensional (valor máximo admisible = 1,20);
- H_e/H** relación remanso/altura, adimensional (valor máximo admisible = 1,20).

7.6.5.2 Cunetas laterales.

El (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013) define a estas estructuras como “Zanjas, revestidas o no, que recogen y canalizan las aguas superficiales y se desarrollan paralelamente al camino”. Para el análisis de estas estructuras se ha considerado la siguiente expresión para determinar el caudal de aporte de las aguas lluvia:

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

Donde:

- Q_t** caudal total a ser evacuado, m³/s;
- Q₁** caudal aportado por el talud de corte, m³/s;
- Q₂** caudal aportado por el semiancho de la vía, m³/s.

De igual manera se utilizó el método racional, para lo cual se ha adoptado el coeficiente de escorrentía de: $C1=0.50$ para taludes de corte; $C2=0.85$ para calzada y una intensidad horaria de $I=212.60$ mm/h que corresponde a un período de retorno de 25 años y duración de 10 minutos.

Las áreas de aporte se adoptó una altura de 10m y una longitud de 3.60 m que corresponde a la sección típica adoptada para esta vía en terreno montañoso.

La primera expresión queda explícita así:

$$Q = [(C1 \cdot A1 + C2 \cdot A2) \cdot I \cdot L \cdot 10^{-6}] / 3,60$$

En esta se sustituye los valores anteriormente indicados, resultando:

$$Q = ((0,50 \cdot 3,00 + 0,85 \cdot 3,60) \cdot 212,60 \cdot L \cdot 10^{-6}) / 3,60 = 0,26929 \cdot 10^{-3} \cdot L$$

El resultado se procede a comparar con la capacidad hidráulica de la cuneta propuesta y arroja como resultado dos ecuaciones que está expresadas en función de la longitud y velocidad de la cuneta dependiendo de su gradiente longitudinal.

$$Q = (A/n) \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} = 0,66645 \cdot S^{1/2}$$

Al comparar con la anterior resulta dos (2) expresiones:

$$L = 2.475 \cdot S^{1/2} \quad V = 13,33 \cdot S^{1/2}$$

El proceso de cálculo se resume en Tabla 49 y el detalle de la sección transversal en la Figura 101 adjuntos.

Tabla 49

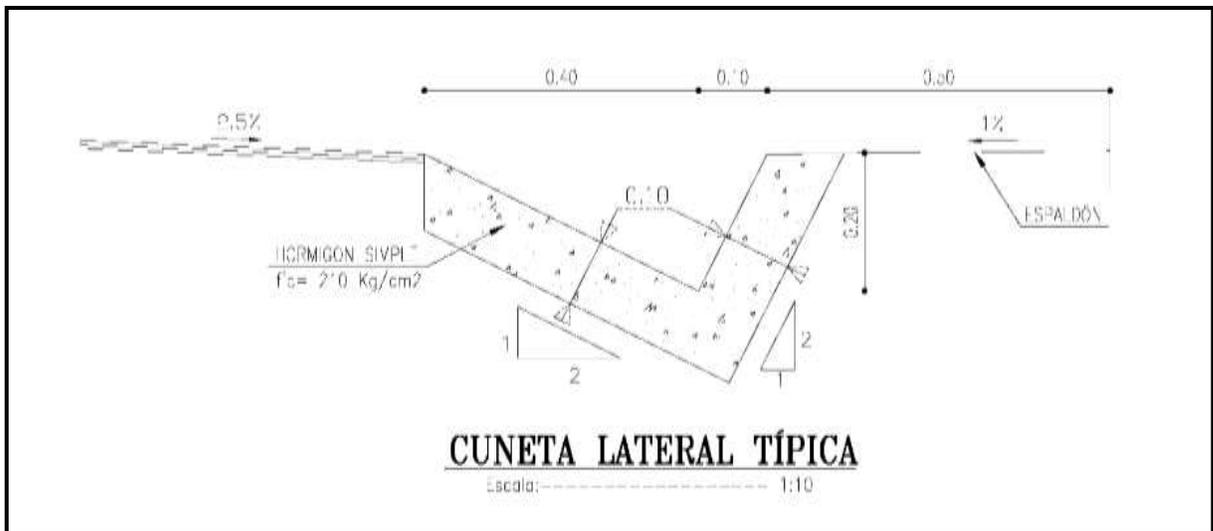
Cálculo de capacidad de cuneta lateral propuesta.

GRADIENTE	LONG MAX, m	VELOCIDAD, m/s	DATOS
0.10%	78	0.42	
0.20%	111	0.60	
0.30%	136	0.73	C1 = 0,50
0.40%	157	0.84	C2 = 0,85
0.50%	175	0.94	A1 = 3,00 x L
1.00%	247	1.33	A2 = 3,60 x L
1.50%	303	1.63	I = 212,60 mm/h
2.00%	350	1.89	
2.50%	391	2.11	
3.00%	429	2.31	n = 0,015
3.50%	463	2.49	A = 0,050 m ²
4.00%	495	2.67	P = 0,559 m
4.50%	525	2.83	R = 0,0894 m
5.00%	553	2.98	
6.00%	431	3.00	
7.00%	343	3.00	
8.00%	281	3.00	L = 2,475 x S ^{1/2}
9.00%	235	3.00	V = 13,33 x S ^{1/2}
10.00%	201	3.00	Vmáx = 3,00 m/s
11.00%	174	3.00	
12.00%	153	3.00	
13.00%	133	3.00	
14.00%	121	3.00	
15.00%	109	3.00	

Elaborado por: Los Autores.

Figura 101

Sección transversal de cuneta lateral propuesta.

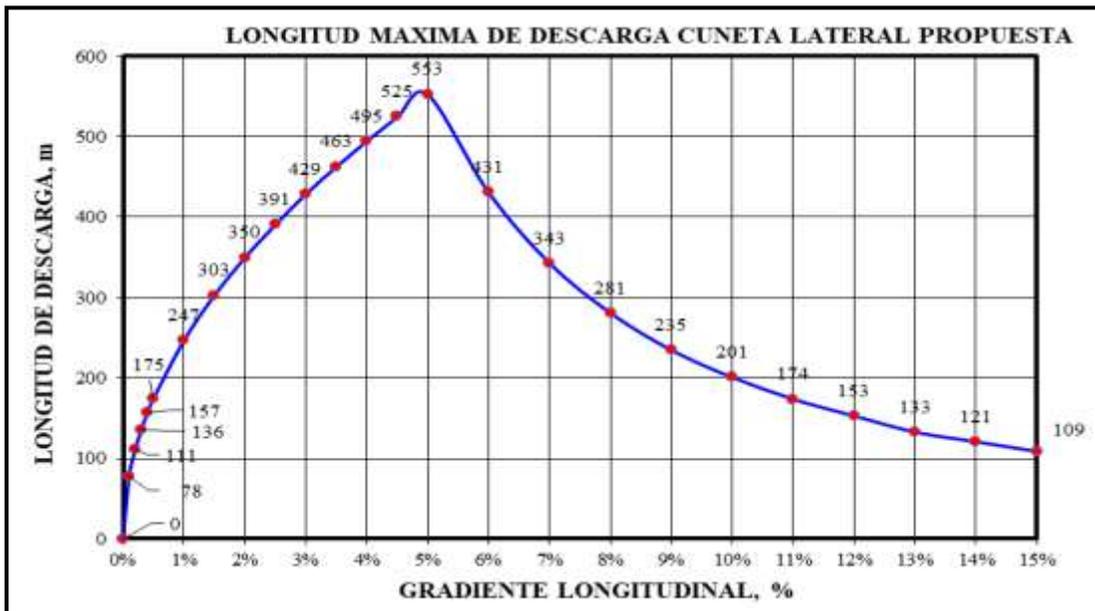


Elaborado por: Los Autores.

Finalmente como la sección propuesta depende de sus dimensiones y gradiente longitudinal, se determina la máxima longitud a la que teóricamente es posible descargar el caudal de escurrimiento superficial para una pendiente preestablecida y una velocidad máxima de 3 m/s. como se indica en la Figura 102.

Figura 102

Longitud máxima de descarga cuneta lateral propuesta.



Elaborado por: Los Autores.

7.6.6 *Sistemas de alcantarillado pluvial (y/o combinado).*

Puesto que algunos sitios del proyecto vial se desarrollan en sectores con viviendas y aceras peatonales en ambos costados de la vía existente, se recomienda conducir los aportes de aguas lluvia por tramos de alcantarillado pluvial independientes diseñados para un período de retorno equivalente a 25 años y tiempo de concentración inicial equivalente a 10 minutos.

Estos sistemas de alcantarillado pluvial conducirán las aguas lluvia por un colector central con tuberías de PVC cuyos diámetros se presentan en los cuadros de cálculo y en los planos viales adjuntos. Las aguas lluvia circularán junto a los bordillos de las aceras existentes y de las nuevas propuestas en el marco del actual trabajo e ingresarán a los sumideros colocados en los extremos laterales de las calzadas, desde donde se las conducirá hacia los pozos de revisión y finalmente hasta las diferentes estructuras de descarga a los cauces naturales.

Para el diseño de los indicados sistemas se utiliza el método racional ($Q = CIA/360$), donde:

Q caudal de aguas lluvias, l/s;

C coeficiente de escurrimiento (0,85 para la calzada);

I intensidad de lluvia, mm/hora;

A área de aporte de aguas lluvia (para el efecto se han considerado las secciones típicas presentadas en la Figura 103, Figura 104, Figura 105 adjuntos).

El diseño contempla la utilización de tubería PVC que cumpla la norma INEN 2059, tanto para la conducción principal como para la conexión de los sumideros a los pozos de revisión, por cuanto posee una baja rugosidad que permite la circulación del líquido en mejor forma, inclusive con la presencia de objetos extraños. La tubería recomendada permite una velocidad de hasta 9,00 m/s, por lo que se garantiza un óptimo funcionamiento.

Figura 103

Sección típica propuesta para áreas urbanas.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 104

Sección típica propuesta para áreas rurales.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 105

Sección típica propuesta para calle peatonal.



Elaborado por: Los Autores.

Tabla 50

Diseño de alcantarillado pluvial en tramo 0+040 a 0+371.

TRAMO	L, m	AGUAS LLUVIA							DISEÑO DE LA TUBERIA						
		A, háas	Tc, min	A EQUIVAL		I, mm/h	Qd, l/s	G, m/m	DIAM. m		P, m	S, m ²	Y, m	V, m/s	Y/D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PR6-PR5	79	0,1234	10,00	0,105	0,105	212,6	61,95	0,0310	0,186	0,250	0,3755	0,0224	0,1164	2,770	0,466
PR5-PR4	73	0,0806	10,73	0,068	0,173	206,0	99,22	0,0280	0,226	0,300	0,4580	0,0334	0,1434	2,973	0,478
PR4-PR3	91	0,0745	11,21	0,063	0,237	202,0	132,81	0,0190	0,272	0,300	0,6057	0,0542	0,2150	2,449	0,717
PR3-PR2	39	0,0928	11,62	0,079	0,316	198,8	174,27	0,0250	0,286	0,400	0,5697	0,0512	0,1708	3,404	0,427
PR2-PR1	49	0,0398	12,24	0,034	0,349	194,2	188,48	0,0340	0,278	0,400	0,5506	0,0475	0,1614	3,970	0,404
PR1-DSC1	20	0,0500	12,43	0,042	0,392	192,8	188,48	0,0250	0,294	0,400	0,5910	0,0554	0,1814	3,404	0,453

Elaborado por: Los Autores.

Tabla 51*Diseño de alcantarillado pluvial en tramo 0+040 a 0+371.*

TRAMO	L, m	AGUAS LLUVIA							DISEÑO DE LA TUBERIA						
		A, háas	Tc, min	A EQUIVAL		I, mm/h	Qd, l/s	G, m/m	DIAMET, m		P, m	S, m ²	Y, m	V, m/s	Y/D
				AxC	ACUM				CALC	ADOPT					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PR16-PR15	56	0,1518	10,00	0,129	0,129	212,6	76,22	0,0140	0,233	0,300	0,4772	0,0362	0,1530	2,102	0,510
PR15-PR14	36	0,0571	12,01	0,049	0,178	195,8	96,60	0,0140	0,255	0,300	0,5433	0,0460	0,1857	2,102	0,619
PR14-PR13	39	0,0367	12,45	0,031	0,209	192,7	111,78	0,0140	0,270	0,400	0,5318	0,0439	0,1522	2,547	0,381
PR13-PR12	41	0,0398	12,74	0,034	0,243	190,7	128,53	0,0110	0,297	0,400	0,5987	0,0569	0,1852	2,258	0,463
PR12-PR11	28	0,0418	13,00	0,036	0,278	189,0	146,05	0,0110	0,312	0,400	0,6377	0,0647	0,2047	2,258	0,512
PR11-PR10	78	0,0286	13,30	0,024	0,302	187,0	157,11	0,0110	0,320	0,400	0,6622	0,0696	0,2169	2,258	0,542
PR10-PR9	32	0,0796	13,51	0,068	0,370	185,7	190,91	0,0110	0,345	0,400	0,7398	0,0846	0,2550	2,258	0,638
PR9-PR8	32	0,0326	14,09	0,028	0,398	182,2	201,35	0,0250	0,301	0,400	0,6100	0,0592	0,1909	3,404	0,477
PR8-PR7	78	0,0326	14,33	0,028	0,426	180,9	213,85	0,0240	0,311	0,400	0,6348	0,0641	0,2033	3,335	0,508
PR7-DSC2	20	0,0796	14,49	0,068	0,493	180,0	213,85	0,0200	0,322	0,400	0,6656	0,0703	0,2186	3,044	0,547

Elaborado por: Los Autores.

Le corresponderá al **GAD Parroquial de San José de Ayora** comprobar que el diámetro de los colectores existentes en sus dos (2) descargas es igual o mayor a los 400 mm requeridos en la Elaborado por: Los Autores.

Tabla 50 y Tabla 51 precedentes, ya que hasta este momento al proponente no le ha sido remitida la información oportunamente solicitada y es posible que a esta red también ingresen aportes de aguas servidas no considerados en la actual propuesta.

En las Elaborado por: Los Autores.

Tabla 50 y Tabla 51 precedentes, las columnas N° 1 a N° 16 contienen lo siguiente:

Columna 1 identificación del tramo entre dos pozos de revisión contiguos;

Columna 2 longitud del tramo entre dos pozos contiguos, m;

Columna 3 área de aporte parcial entre dos pozos contiguos, há;

Columna 4 tiempo de concentración, min;

Columna 5 área de aporte acumulada, há;

Columna 6 área acumulada equivalente, há;

Columna 7 intensidad de lluvia, l/s/há;

Columna 8 caudal de diseño, l/s;

Columna 9 gradiente longitudinal de la tubería diseñada, %;

Columna 10 diámetro de tubería calculado, mm;

Columna 11 diámetro de tubería adoptado, mm;

Columna 12 perímetro mojado de tubería diseñada, m;

Columna 13 sección viva de tubería diseñada, m²;

Columna 14 calado correspondiente al caudal de diseño, m;

Columna 15 velocidad del flujo para el caudal de diseño, m/s; y

Columna 16 relación tirante/diámetro Y/D, adimensional.

7.7 Cantidades de Obra.

7.7.1 *Especificaciones técnicas.*

Los trabajos a ejecutarse para la construcción de drenajes y subdrenajes deben apegarse a lo establecido en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador (Ministerio de Obras Públicas, 2002), así como lo señalado en los planos viales y de detalle que forman parte del presente proyecto.

7.7.2 *Definición de rubros de intervención.*

Los rubros necesarios para ejecutar estas obras de drenaje y subdrenaje se detallan en el capítulo correspondiente a presupuesto; se han identificado nueve (9) rubros para estos trabajos.

7.7.3 *Estimación de Volúmenes de Obra*

De similar manera la estimación de cantidades son consideradas en el capítulo X así como en la Tabla 52 adjunta.

Tabla 52*Resumen de cantidades de obra para el drenaje vial.*

DESCRIPCION	UND.	CANT.	OBSERVACIONES
Limpieza manual de alcantarillas	m ³	3,00	En estructuras de drenaje transversal existentes
Remoción de hormigón	m ³	3,00	En estructuras de drenaje transversal existentes (cabezal entrada 1+227)
Excavación y relleno para obras de arte menor	m ³	408,00	Para estructuras de drenaje transversal nuevas
Hormigón estructural f'c = 240 kg/cm ²	m ³	23,00	Para estructuras de drenaje transversal nuevas (cabezales)
Acero de refuerzo en barras fy = 4.200 kg/cm ²	kg	1.848,00	Para estructuras de drenaje transversal nuevas (cabezales)
Suministro y colocación tubería de hormigón armado D 1,20 m	m	3,00	Para entrada alcantarilla 1+227
Suministro y colocación tubería metálica corrugada D 1,20 m	m	40,00	Tipo multiplaca con espesor 2,50 mm
Excavación para cunetas laterales	m ³	51,00	
Revestimiento de cunetas laterales	m ³	46,00	En hormigón simple f'c = 210 kg/cm ² y e = 0,10 m

Elaborado por: Los Autores.**ANEXO 7.1 PLANOS DRENAJE.**

CAPÍTULO VIII

SEÑALIZACIÓN

8.1 Señalización Vial.

A lo largo de un trazado vial también son necesarios; y, después de un estudio de ingeniería, la instalación de dispositivos de control de tránsito los cuales deben “cumplir y satisfacer una necesidad, ser visible y llamar la atención del usuario vial, contener, transmitir un mensaje claro y simple, inspirar respeto, y colocarse de modo que brinde el tiempo adecuado para una respuesta del usuario vial” (INEN, 2011).

El proyecto de señalización se caracteriza por ser un Camino Clase II, terreno llano-ondulado de 1 calzada y 2 carriles, 1 carril de circulación por sentido.

La señalización vial tiene un nivel alto de complejidad ya que por las características geométricas de una vía de 2 carriles de circulación que debe garantizar que los usuarios de los vehículos tengan un alto nivel de seguridad. Estas señales contemplan un plan integral de señalización dentro de todos los tramos de vía y los accesos a nivel que se han integrado.

Como se señala más adelante se ha tratado de ajustar todos los diseños y especificaciones a las normas INEN que se utilizan localmente para mantener la uniformidad dentro de la Red Vial Nacional.

8.2 Dispositivos de control de tráfico

De acuerdo a (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013). Los dispositivos de control de tráfico utilizados en este proyecto están constituidos por dos tipos: verticales y horizontales.

Las principales funciones de estas señales son:

- Anunciar al conductor de las condiciones que reúne aquello que le rodea.

- Informar al conductor para que sepa dónde está, cual es el mejor camino para alcanzar su destino o cuando ha llegado a él.
- Regular el uso de la vía en cada momento.
- Avisar los posibles peligros que pueda encontrar el conductor.
- Aconsejar en qué forma debe conducirse para sacar el mejor provecho posible del vehículo y de la vía, sin sobrepasar los límites de seguridad.

Para el diseño del sistema de señalización se ha tomado los esquemas y recomendaciones de últimos Reglamentos Técnicos Ecuatorianos INEN y normas técnicas vigentes al año 2013 que son las siguientes (INEN, 2011):

Tabla 53

Reglamentos Técnicos Ecuatorianos INEN y normas técnicas.

No. RTE INEN	TÍTULO	VIGENTE	AÑO
RTE INEN 004-Parte 1 (1R)	Señalización Vertical	SI	2011
RTE INEN 004-Parte 2 (1R)	Señalización Horizontal	SI	2011
RTE INEN 004-Parte 3	Señales de vías. Requisitos	SI	2013
RTE INEN 004-Parte 4	Alfabetos Normalizados	SI	2009
RTE INEN 004-Parte 5	Semaforización	SI	2013
NTE INEN 1042:2009	Pintura para señalamiento de tráfico	SI	2009
NTE INEN 2289:2009	Demarcadores reflectivos	SI	2009
NTE INEN 2473:2013	Perfiles corrugados y postes de acero para guardavías	SI	2013

Fuente: INEN Señalización vial.

La clasificación de las señales horizontales y verticales es la utilizada en los documentos del (INEN, 2011) que son los últimos vigente en el Ecuador cuyas letras de identificación son: R= regulatorias, P= preventivas, I =informativas, D=especiales delimitadoras, T= para trabajos viales, E = escolares, SGR señales riesgos.

8.3 Señalización Horizontal.

Comprende la canalización del tráfico a través de la demarcación en la superficie de la vía, en forma de líneas, mensajes, palabras, gráficos (flechas) y otras simbologías que se dibujan sobre la calzada u otros elementos como chevrones, bordillos montables e islas, para controlar, prevenir, guiar o informar a los usuarios de las vías. Pueden ser usadas ya sea conjuntamente con bordillos o con señales verticales o también pueden usarse por sí solas. (INEN, 2011).

8.3.1 Tipos y Color

La demarcación se la realiza mediante pintura u objetos marcadores individuales (tachas o bordillos montables de distintas formas y colores).

Se ha diseñado un sistema de marcas de pavimento constituido básicamente por marcas de color blanco y en casos donde existe división física de los carriles son de color amarillo ya que este color se utiliza para prevenir al conductor la existencia de flujo opuesto en el carril adyacente o de algún riesgo importante en el límite del carril izquierdo de la vía (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Los tipos de señales horizontales se encuentran en los siguientes grupos:

Tabla 54

Clasificación de señales horizontales y sus funciones

TIPO	FUNCIÓN
Líneas Longitudinales	Delimitar carriles y calzadas, para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar, zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
Líneas Transversales	Indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.
Símbolos y Leyendas	Guiar y advertir al usuario de la vía

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004, Señalización Parte 1.

8.3.1.1 Líneas Longitudinales

LG-1 Líneas de separación de carril o de circulación, esta línea está diseñada en color amarillo y van entrecortadas. El ancho de 0.15m., con una longitud del segmento de 3m y 9m de espaciamiento libre; su función es la de canalizar el tráfico en forma debida, cuando este va en sentidos opuestos marca los sitios de rebasamiento (INEN, 2011).

LG-4 Líneas de barrera centrales, son dos franjas continuas de 0.15 metros de ancho separadas, de color amarillo donde hay flujo opuesto de vehículos y no existe la posibilidad de rebasamiento (INEN, 2011).

LG-5b Líneas de borde de carril. Franjas continuas de 0.15 m de ancho blanca, delimitan los carriles exteriores de la vía antes del espaldón o bordillo (INEN, 2011).

LG-7a Paso Cebra. Franjas continuas de 0.40 m de ancho, delimitan los cruces prioritarios de peatones y cuyo color es blanco (INEN, 2011).

PB Parada de Bus Se compone de varias líneas longitudinales y transversales, contiene la palabra BUS y cuyas dimensiones se pueden ver en el plano de detalle.

8.3.1.2 Líneas Transversales

En las que se encuentra las líneas de "pare" donde se tenga entrada o salida de vehículos y cruces de ferrocarril, líneas de viraje o detención, líneas de ceda el paso. En el proyecto se han utilizado las siguientes líneas (INEN, 2011):

LT-1 Línea de pare, 0.40m para velocidades = o < 50 km/h

LT-2 Línea de detención, 0.20m

LT-3 Línea de ceda el paso, 0.40m para velocidades = o < 50 km/h

8.3.1.3 Materiales para la Señalización Horizontal

Se recomienda la utilización de pinturas acrílicas con perlas de vidrio, debido a su mayor duración y efectividad, porque la calidad del pavimento permitirá su correcta aplicación (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013).

El espesor mínimo para su aplicación será de 300 (micras) en seco en zona urbana y 200 (micras) en seco para zona rural.

8.3.1.4 Símbolos y Leyendas (flechas)

Se usan para ayudar al conductor a advertir del sentido o dirección y seleccionar el carril adecuado para realizar las maniobras de giro. Los detalles para el grupo de flechas para velocidad de < a 50km/h se encuentran especificados en el plano de detalle de señalización.

8.4 Señalización Vertical.

Las señales verticales se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés; los medios empleados para transmitir información, constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color. El mensaje de la señal vertical puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos (INEN, 2011)(p.6).

8.4.1 Principios fundamentales.

Los mensajes deben ser cortos y breves y las letras y números deben utilizar alfabetos normalizados.

8.4.2 Clasificación.

R= Señales Regulatorias

P= Señales Preventivas

I= Señales Informativas y de Servicios

D= Señales especiales delineadores

8.4.2.1 Señales Regulatorias (R)

Su principal objetivo es el de informar a todos los usuarios acerca de las prohibiciones, obligaciones, restricciones y autorizaciones para el buen uso de la vía y su incumplimiento constituyen infracción de la Ley y Reglamento de Tránsito; y son del tipo:

Prioridades de paso

Reglamentación de velocidad

Reglamentación de paradas de buses

Figura 106

Señales regulatorias utilizadas.



Elaborado por: Los Autores

Las dimensiones y características están reseñadas en el Anexo 8.1 Cuadro de señales y plano de detalles.

8.4.2.2 Señales Preventivas (P)

Su función es la de llamar la atención a los conductores sobre la presencia de un peligro, y ante estas el conductor debe reducir la velocidad y se las coloca en:

Ocurrencia de condiciones peligrosas

Curvas reversas o sinuosas separadas por pequeñas tangentes

Situaciones peligrosas de alineación vertical u horizontal

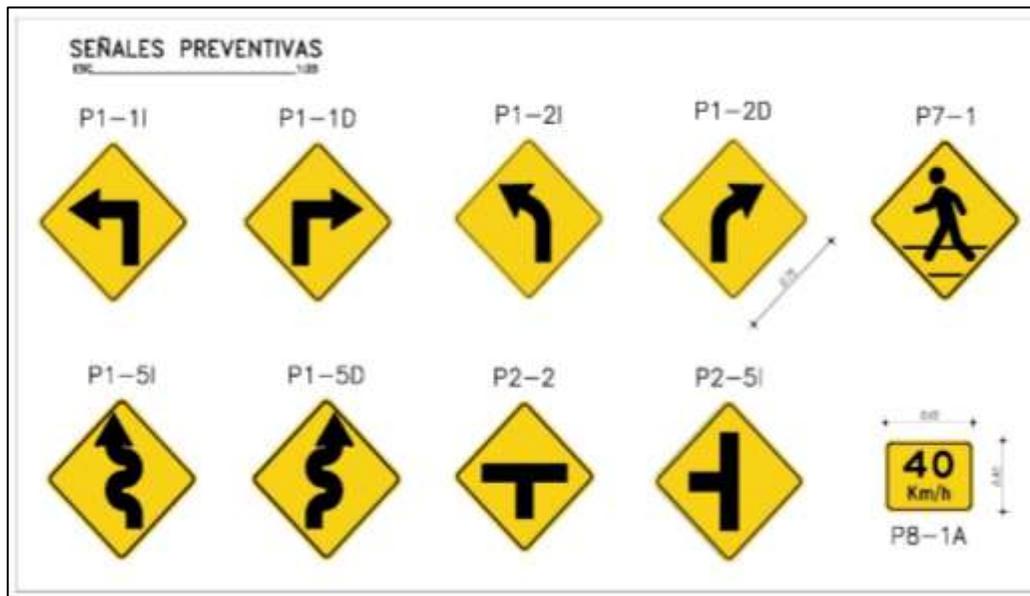
Existencia de un dispositivo de control de tráfico

Aproximación a Intersecciones

(Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013)

Figura 107

Señales preventivas utilizadas.



Nota: De acuerdo a la velocidad de circulación se elegirá la dimensión de la señal preventiva. Elaborado por: Los Autores.

Figura 108

Tabla INEN para dimensiones de las señales preventivas.

85 percentile velocidad km/h	Dimensión (mm) de la señal
menos de 60	600 x 600
70 – 80	750 x 750
más de 90	900 x 900

Nota: Para el Proyecto se utilizará la dimensión de 60x60 cm. Fuente: (RTE 004-1, 2011, p.50).

8.4.2.3 Ubicación de las Señales Reglamentarias y de Prevención

En el (INEN, 2011) (p.12), establece las reglas para la ubicación lateral, así como altura de montajes, tomando las siguientes consideraciones:

Colocación lateral en zonas rurales de vías sin bordillos debe estar a una distancia de 0.60 metros del borde o filo exterior de la berma.

En este caso particular en las secciones típicas se puede verificar que en el caso de relleno la cuneta es accesible por lo que de allí debe tomarse esta dimensión cuando la cuneta es inaccesible se aplicará la norma de los 60 cm directamente desde la berma o espaldón.

Las señales deben montarse a una altura suficiente para que estén alejadas de la vegetación y ser claramente visibles bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche.

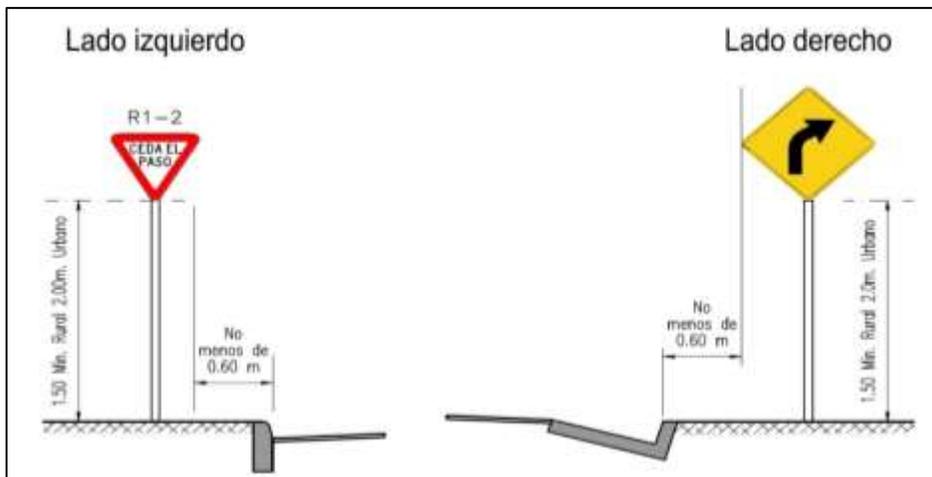
La altura libre de la señal no debe ser menor a 1.50 metros desde el borde superior de la calzada hasta el borde inferior de la señal.

Si se encuentra en zonas pobladas las placas deben mantener una altura libre mínima de 2.00 m. con el fin de permitir el paso de peatones y evitar que las placas estén al alcance de ellos, pudiendo llegar hasta 2.20 metros como máximo para reducir la interferencia que pueden ocasionar con vehículos estacionados (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Normalmente las señales son colocadas al lado derecho en relación al sentido de circulación de los vehículos; y, usualmente montadas sobre un poste simple, sin embargo, aquellas que tienen un ancho mayor a 1.22 m. o un área que exceda de 0.80 metros cuadrados, generalmente deben ser montadas sobre dos postes (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Figura 109

Altura y localización lateral de las señales verticales.



Fuente: (RTE 004-1, 2011, págs.13-93).

8.4.2.4 Señales de Información (I)

Estas ayudan a al usuario, a través de la ruta y presentan información de cada intersección, localización, orientación, distancia a hitos o puntos de interés, también de la

existencia de facilidades o servicios para el conductor. En el presente caso, las señales de información, han sido diseñadas para el nombre de Poblaciones y se describen dentro del plano de detalle.

Figura 110

Señales de información utilizadas.



Elaborado por: Los Autores.

8.4.2.5 Materiales Para la Señalización Vertical

Para la Red Vial Estatal, los materiales para la señalización vertical serán los recomendados dentro del RTE-004-01 (INEN, 2011).

Los postes serán de tubo de hierro cuadrado galvanizado de 50,8 x 50.8 x 2mm de espesor y 3mm de espesor para delineadores de curva horizontal dobles (chevroneos verticales) y fijados conforme a estos requerimientos.

Los materiales para el recubrimiento serán mínimo Tipo IV según la ASTM D 4956.

Las placas a las que van adheridas estos materiales deberán ser de aluminio anodizado en tamaños medios y pequeños de 2.0mm de espesor y reforzadas con perfiles en tamaños grandes. Las placas de señales al lado de la carretera se sujetarán a los postes mediante remaches de aluminio tipo POP.

En las placas de dimensiones mayores todos los marcos, y elementos de fijación deben ser galvanizados.

Todo elemento estructural deberá garantizar que la señal no puede ser derribada por el viento u otras condiciones que se presenten en el sitio.

En el Anexo A-8.1 se presenta el cuadro de señales verticales.

8.4.2.6 Señales Especiales Delineadores (D)

Son señales verticales puesto que tienen una superficie retroreflectiva y necesitan de postes de soporte para su colocación los que serán de hierro galvanizado cuadrados de 50.8 x 50.8 x 2 mm de espesor para una señal simple y de 3mm de espesor cuando sean dobles.

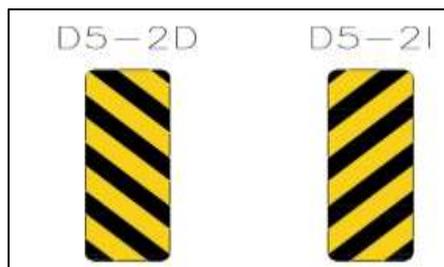
Estas guían y señalan obstrucciones adyacentes próximas a la vía como entrada a puentes, división física de carriles, redondeles, reducción de carriles y cambios de alineamiento horizontal y vertical.

El color del fondo es negro y el símbolo amarillo.

Su ubicación es lateral en los dos lados de la vía y su altura será de 1.50 metros y 2.00 metros tal como una señal vertical.

Figura 111

Señales delineadores utilizadas.



Elaborado por: Los Autores.

8.4.2.7 Señalización Temporal Para Trabajos En La Vía y Propósitos

Especiales

En los trabajos de construcción de la vía se presentarán condiciones especiales que pueden afectar a la circulación de los vehículos así como la seguridad de los peatones. Por lo que para reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y despejado el tránsito y reducir molestias en el desplazamiento de la vía existe una serie de señales dispositivos que se emplean durante el período de construcción de carácter temporal.

Estos dispositivos se encuentran normados en el (RTE 004-1, 2011,p.139) (INEN, 2011) y donde señala que “Las señales y/o dispositivos para obras viales y propósitos especiales advierten a los usuarios de la vía de condiciones peligrosas temporales las que pueden afectar a usuarios, trabajadores y equipos utilizados en el trabajo.”

Las señales temporales se clasifican en 5 grupos que van del T1 al T5 y los recomendados a utilizar en el proyecto se encuentran señalados en el plano de detalle de señalización.

Las dimensiones seleccionadas son tipo A y pueden verse a detalle en (RTE 004, 2013,P.10).

Las señales son de aluminio estructural aleación 6082 y lámina retro reflectiva que cumpla la norma ASTM 4956 y son de fondo color naranja retro reflectivo y las leyendas, orlas y símbolos de color negro mate.

Figura 112

Señales temporales para trabajo.



Fuente: (RTE 004-1, 2011,págs.145-161).

Los dispositivos de seguridad recomendados para el proyecto son barreras, tanques, conos, lámparas intermitentes, cintas plásticas, banderas y paletas pare/siga.

Estos dispositivos se utilizan en conjunto con las señales verticales temporales y sus detalles, colores y características se pueden ver en el (RTE 004-1, 2011,págs.145-161).

8.5 Cantidades de Obra.

Tabla 55

Resumen de cantidades de obra para señalización.

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.
Marcas de pavimento: Línea de pare (0.40 para velocidades < 50 Km/h x variable) blanca	m	47.40
Marcas de pavimento: Línea de detención (0,20x0.60x0.60 x L=variable m) blanca	m	43.20
Marcas de pavimento: Línea de ceda el paso (0,10x0.60x0.60 x L=variable) blanca	m	39.60
Marcas de pavimento: Línea de división de carril de circulación (3.00P-9.00B x 0,15x L=variable) amarilla	m	2,058.18
Marcas de pavimento: Línea de barrera doble amarilla (0.15 x L=variable) amarilla	m	1,219.41
Marcas de pavimento: Paso Cebra (0.40m x L=variable) blanco	m	332.00
Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente, blanca	u	29.00
Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente + viraje izquierdo o derecho, blanca	u	12.00
Marcas de pavimento (flechas): Flecha de viraje izquierdo y derecho, blanca	u	3.00
Marcas de pavimento (BUS): Parada de Bus	u	4.00
Señales al lado de la carretera: Placa regulatoria de PARE (octogonal inscrito 0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	11.00
Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de VELOCIDAD MÁXIMA (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPI IV	u	4.00
Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de PARADA DE BUS (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	4.00
Señales al lado de la carretera: Placa preventiva - varias (0.75x 0,75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	21.00
Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (0.65X0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00
Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (1.05x0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	2.00
Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (2.33x0.95m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00
Señales al lado de la carretera: Delineador de peligro Obstrucción en la vía (0.30x0.90m), ASTM D4956 TIPO IV	u	3.00

Elaborado por: Los Autores

**ANEXO 8.1 CUADROS DE SEÑALES DEL PROYECTO.
ANEXO 8.2 PLANOS SEÑALIZACIÓN.**

CAPÍTULO IX

EVALUACIÓN AMBIENTAL

9.1 Antecedentes

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia San José de Ayora, para su integración y ejecución de las actividades productivas; requiere la movilización de vehículos que permita el acceso a la parroquia, por tanto, se debe realizar estudios de ingeniería destinadas a las reformas geométricas:

- Acceso a la parroquia San José de Ayora en el km 182 de la Panamericana E35; calle La Cantarilla entre Av. Pichincha e ingreso a comunidad San Esteban; y,
- Acceso a comunidad San Esteban en el km 182 de la Panamericana E35 de

la parroquia San José de Ayora perteneciente al Cantón Cayambe, cumpliendo la normativa legal vigente.

9.2 Diagnóstico de la situación

Para el diagnóstico de la situación actual se han destacado cuatro puntos críticos los cuales se describen a continuación

- El primer identificado; corresponde a la calle La Cantarilla, los vehículos, con el fin de reducir el recorrido, circulan por esta calle que actualmente es empedrada, con anchos viales angostos y como consecuencia de esto deterioro de la capa de rodadura; por lo que se requiere la ejecución de los estudios necesarios de ingeniería vial y ambiental a fin de asegurar una reducción de impacto en la estructura existente.
- Al segundo y tercer punto identificado de interés, corresponde en la intersección de la Avenida Pichincha y la Autopista E-35, así como la intersección del

ingreso a la comunidad de San Esteban y la autopista E-35; estas se encuentra en el Km 182, en donde los vehículos que salen e ingresan a la parroquia y éstos a su vez se incorporan a la autopista en sentido norte sur y sur norte, generan peligro de siniestralidad por la cercanía de la curva de la carretera y la velocidad a la cual circulan los vehículos

- El cuarto punto de interés identificado, se encuentra en la intersección de la calle Cantarilla y el ingreso a la Comunidad San Esteban, la cual es similar de la problemática señalado en el punto uno, ya que en este punto desembocan los vehículos que toman la calle La Cantarilla y evitan el recorrido hasta la E35 para llegar al mismo punto; esta calzada es empedrada y presenta deterioro por la circulación de vehículos pesados, y pone en riesgo la infraestructura del canal de riego presente, que abastece a las florícolas localizadas al este de este punto.

9.2.1 *Área de Influencia socio económica*

Para determinar la influencia socioeconómica se ha considerado el estudio desde dos puntos de vista, el área de influencia directa (AID) y el área de influencia indirecta (AII).

9.2.1.1 **A.I.D.**

a) Alcanza la proximidad del derecho de vía en los dos lados de los accesos:

Acceso a la parroquia San José de Ayora en el km 182 de la Panamericana E35; calle La Cantarilla entre Av. Pichincha e ingreso a comunidad San Esteban; y,

Acceso a comunidad San Esteban en el km 182 de la Panamericana E35 de la parroquia San José de Ayora.

b) Se considera a los elementos del ambiente en el entorno, del proyecto; estimándose la misma longitud del proyecto, ya que las condiciones ambientales del sector están intervenidas y los impactos ambientales negativos que se ocasionen, son fundamentalmente de carácter puntual.

9.2.1.2 (A.I.I.)

Se integra, el sector donde se realizarán las actividades de construcción y mejoramiento de la carretera existente; además; los poblados de Ayora, San Esteban y la ciudad de Cayambe; donde se concentran las diferentes actividades productivas y de gestión del sector, ampliándose a un corredor de 50,0m., a los dos lados de proyecto; estimándose en 35,50Has.

9.3 Ubicación de la Escombrera

En este proyecto, el material producto de la excavación será reutilizado para la conformación de rellenos y el material remanente previamente acopiado podrá ser reutilizado para integrar en la carretera; además; para el caso de que se obtenga material no aprovechable deberá ser transportado a escombrera autorizada o se acopiará en botadero o sitio de depósito de material indicado por el El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia San José de Ayora.

9.4 Caracterización Ambiental

La caracterización Ambiental, permite describir y explicar el área de intervención del proyecto y de esta manera la línea base tendrá carácter general y permitirá establecer las condiciones actuales y sus posibles afectaciones en el entorno vial.

Es así que se procede a diagnosticar la situación actual de conservación, intervención, fragilidad e importancia, en que se encuentran los sistemas ambientales

abiótico, biótico y medio antrópico; basado principalmente en información obtenida en campo y datos relacionados al desarrollo de la zona los últimos años.

9.4.1 *Sistema Abiótico*

En este acápite detallaremos los factores físicos que rodean al proyecto y son:

9.4.1.1 **Clima**

La parroquia San José de Ayora (GAD San José de Ayora, 2015), se encuentran en un tipo de clima Ecuatorial meso térmico húmedo y semi húmedo, en el que comportamiento de los elementos climatológicos se presentan conforme a lo siguiente:

Temperatura: La zona o sector en el que se encuentra la parroquia de Ayora, presenta una temperatura promedio de 11,23°C a 14,50°C, anual; la humedad relativa está entre el 70,50% al 75,4%; la precipitación es baja y bordea 68,50mm., a 150,0mm., de lluvia anual y se determina dos épocas de lluvias (enero - abril y de octubre a diciembre), se presente una marcada época seca de 5 meses comprendidos entre mayo y septiembre; el mes más lluvioso es abril y el más seco es julio (GAD San José de Ayora, 2015).

La Heliofanía recibe 135,5Horas-sol, durante todo el año; la velocidad del viento destaca una incidencia de valores bajos 1,5m/seg., en dirección este y noreste; la sistematización de la información se da a través de la estación meteorológica ubicada en la proximidad del proyecto; como es la Estación Meteorológica de Olmedo (GADIP Cayambe, 2017).

9.4.1.2 **Geología y Geomorfología Local**

De acuerdo a la interpretación de la Carta Geológica de Quito Hoja N° 65. Dirección Nacional de Geología (DINAGE), escala 1:100.000; presenta en el área de influencia directa formas geológicas es de tipo escarpado con el 10,74% del total del

territorio parroquial, y, con un rango de pendiente de 30% - 70% en el que se encuentran algunos bosques en estado natural.

Depósitos Aluviales, Terrazas del río San José. - Estos depósitos se encuentran en apreciables cantidades del cauce y márgenes del mismo río y están compuestos por bloques aislados de roca volcánica con cantos rodados y grava en matriz arenosa.

El tamaño de los bloques llega hasta 0,60cm de diámetro; en los taludes. Aparecen capas limosas -arcillosas con espesores de 70,0cm de promedio interestratificados con los aluviales, se observa superficialmente la presencia de que existen capas limo arenosas.

La geomorfología se presenta en el área de influencia indirecta con relieves colinados; (ondulado); con diversos grados de disección del relieve, debido a la incidencia de la erosión hídrica y movimientos en masa distribuidos en el área, con diversa disección del relieve, dando lugar a la formación de relieves de bajos a medios pocos disectadas y con planicies; donde se realiza actividades agrícolas y presencia de asentamientos humanos.

9.4.1.3 Paisaje, Suelos y Topografía

El paisaje es una mezcla de valles formados por drenajes naturales existentes y quebradas que hace muchos años cruzaban por el sector antes de la intervención y presencia del hombre, la mayor parte del terreno tiene riego natural, por lo que la vegetación existente depende del grado de degradación que ha sufrido por causa del hombre, determinando el cambio en su estructura inicial del entorno ambiental.

Los suelos del área de influencia directa son aptos para agricultura, ganadería de carne y leche; por la topografía irregular y presencia de ríos, quebradas donde se han

conformado meseta y valles aluviales destinados a agricultura de consumo y áreas sujetos siempre al manejo de herbáceas de crecimiento rápido entre los cultivos.

Sin embargo, en el área de influencia indirecta se observa la presencia de cultivos de flores, maíz, alverja, habas, papa, mellocos, cebolla blanca, zanahoria, entre otros; además cultivos de pastos de hierbas forrajeras donde sobresalen arbóreas distribuidas de manera aislada como Eucalipto, Molle, Cholán intercaladas con arbustos como chilca, penco, sigse.

9.4.1.4 **Hidrografía local**

La hidrología local, corresponde al río San José, cruza el proyecto por el sector norte y sur; aguas abajo se une con el río Granobles, este aguas abajo se une con el río Guachalá; actualmente el río San José ha sufrido cambios, presenta en el fondo del lecho agua que circula; posiblemente en la época invernal se incrementa donde se presentan crecidas de lecho de agua, provocadas posiblemente por las máximas intensidades de lluvias, así como también por el arrastre de sedimentos y por la explotación de materiales del cauce agua abajo.

9.4.2 *Sistemas Bióticos*

9.4.2.1 **Zona de Vida**

De acuerdo (Sierra M., 1999) Propuesta Preliminar de un sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental editado; y lo consideración de la información de Pisos Geográficos o Región de los Valles Interandinos (Albuja, Urgilés & Barriga 1.980); la zona de vida corresponde Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), el sector donde se ejecutarán los estudios de ingeniería destinadas a las reformas geométricas.

9.4.2.2 **Flora Local**

El área de influencia donde se ejecutarán los estudios de ingeniería destinadas a las reformas geométricas; actualmente está intervenida, en los sitios donde aflora la Cangahua y que generalmente corresponde a zonas erosionadas, observando vegetación en mayor proporción el Eucalipto *Eucalyptus globulos*, asociadas con especies vegetales como: Pumamaqui *Orepanax ecuadorensis* Quishuar *Buddleia incana*; Mora Silvestre *Rubus adenotrichu*; Mosquero *Croton sp.*, Cardo Santo *Argomone mexicana*, Chamico *Datura stramonium*, Cabuya Negra *Agave americana*, Amaranto de Jardín *Iresine lindenii*, Yagual *Polylepis sp.*; sobre los que se levanta de manera aislada Paja *Stipa ichu*; Lechero *Euphorbia latazii*, Malva *Dendropanax sp.*, Floripondio *Datura mental*, Chinchín *Cassia tomentosa*, Chilca *Baccharis floribunda*.

Se ha logrado determinar que persisten las chilcas, cabuyas blancas, pastos nativos como la cebadilla, el pasto avena, festucas, pata de gallina, gramas, kikuyos y otras especies vegetales nativas como la Santa María, el Taraxaco, éstas dos últimas utilizados en medicina natural y para curar el espanto en los niños.

9.4.2.3 **Fauna Local**

En el área de influencia directa del proyecto, actualmente la presencia de reducidos hábitats que encierra remanentes de bosque y refugios silvestres; la fauna se ha adaptado a este entorno intervenido; del Estudio de Vertebrados del (Albuja Viteri, 1980), nivela en Pisos Zoogeográficos; al que corresponde Piso Subtropical Andino, esta presencia de hábitats ha favorecido a la vivencia de animales (aves) e insectos polinizadores encuentren un hábitat y ecosistemas aptos para desarrollarse, de acuerdo a la información de

pobladores locales y recorrido por el sector, se ha observado especies de animales adaptadas a este medio intervenido, se enlista a continuación:

Tabla 56

Mamíferos.

Nombre común	Nombre científico
Ratón	<i>Mus musculus</i>
Rata	<i>Ratus ratus</i>
Raposa	<i>Didelphys azarea</i>
Murciélago	<i>Myotis nigricans</i>

Fuente: P.D.O.T. San José de Ayora 2015.

Tabla 57

Aves.

Nombre común	Nombre científico
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>
Tortolita común o cuturpilla	<i>Columbina passerina</i>
Golondrina común	<i>Niotechelidon andigena</i>
Mirlo	<i>Turdus fuscarter</i>
Quinde herrero	<i>Colibrí coruscans</i>
Quilico	<i>Falco aparverius</i>
Gorrión común	<i>Zonotrichia capensis</i>
Quinde colilargo	<i>Lesbia victorae</i>
Patillo común	<i>Actitis macularia</i>
Colibrí mosca verde	<i>Chlostilbon euciani</i>

Fuente: P.D.O.T. San José de Ayora 2015.

Tabla 58

Anfibios y reptiles.

Nombre común	Nombre científico
Guaca	<i>Stenocercus guentheri</i>
Lagartija subterránea	<i>Proctoporus unicolor</i>
Lagartija de jardín	<i>Pholidobolus montium</i>
Sapo	<i>Telmatobius Níger</i>
Sapo	<i>Leptodactylus sp.</i>

Fuente: P.D.O.T. San José de Ayora 2015.

9.4.2.4 Entomofauna

Los insectos constituyen el componente más diverso del ecosistema terrestre y cualquier alteración los afectan, ocasionando un incremento o disminución de su población y de su diversidad; así tenemos insectos de temporada Saltamontes de matorral *Onura congrua*; Mosca común *Glossina palpalis*; Mariposa *Eumorpha triangulum*; Mariposa nocturna *Amphimoena walkero*; Abeja de monte *Aphis mellifer*; Catzo común *Dynates hercule*, de igual manera Libélulas, arañas, entre otros (GEOVIAL, 2014).

Se ha podido observar, además, la presencia de animales domésticos introducidos por los pobladores para completar la dieta diaria como: gallinas, conejos, cuyes, pavos, cerdos, ovejas, etc., y otros animales en calidad de mascotas como: perros, gatos, etc.

9.4.3 Medio Antrópico

La parroquia rural de San José de Ayora; de reciente creación (agosto del 2012) (GAD San José de Ayora, 2015) no registra datos censales anteriores al censo del 2010. Sin embargo, de acuerdo al último censo se observa que la población de este territorio tiene un crecimiento paralelo y positivo en relación al cantón y a la provincia donde está ubicada; además esta parroquia alberga al 13% del total de la población cantonal ubicándose como el tercer territorio más poblado después de Cayambe (cabecera cantonal) y de la parroquia de Cangahua

La parroquia rural de San José de Ayora, está ubicada a 77 km al nororiente de la ciudad de Quito, sobre los 2.700 msnm. Con una superficie de 138,59 km² que corresponde al 10,27% de la superficie cantonal; se encuentra en la zona de influencia del Parque Nacional Cayambe Coca y por ende del volcán Cayambe, con importantes áreas de paramo,

ecosistema con alto potencial para provisión de servicios ambientales especialmente el almacenamiento y distribución de agua a tierras bajas (GAD San José de Ayora, 2015).

La población de la parroquia rural de San José de Ayora se auto identifica mayoritariamente como mestiza, pero también existe una identificación como indígena, específicamente con el pueblo Cayamby; el 61,3% de la población de esta parroquia se auto identifica como mestiza, el 36,6% de la población de esta parroquia se auto identifica como indígena, el 0,88% se identifica como afro ecuatoriano y el 0,63% se auto identifica como blanco.

La Educación; de la parroquia cuenta con planteles educativos los mismos que no son suficientes y los existentes no satisfacen a las necesidades de los niños, niñas y adolescentes que acceden a los diferentes niveles de educación; existiendo un bajo rendimiento escolar, un alto índice de deserción escolar y migración a centros urbanos (GAD San José de Ayora, 2015).

En lo relacionado a equidad por género, según datos del distrito-AMIE, la asistencia a los diferentes niveles, es mayor el género masculino mientras que en el género femenino es menor; así tenemos: Educación Inicial 172alumnos; Educación General Básica 1588alumnos y Bachillerato 897alumnos, en un total de 2657alumnos.

Analfabetismo; La parroquia presenta un índice de analfabetismo del 11,6% en el sector disperso-rural y del 5,9 %; en el sector urbano, esto se suma a los bajos niveles de escolaridad; en términos educacionales estas cifras muestran que los jefes de hogar de la parroquia apenas logran terminar la primaria y tan solo el 4,3% en el sector urbano y el 11,3% del sector disperso – rural.

Además, encontramos 12 centros de desarrollo Infantil del Buen Vivir - CIBV (para el cuidado diario de niños menores de 5 años, de los cuales 10 son administrados por el Municipio de Cayambe y 2 son administrados por sus propias comunidades, a estos centros acceden 337 niños, correspondiendo el 70,32 % de los niños del sector disperso y el 26,68% del sector amanzanado (GAD San José de Ayora, 2015).

Red de Salud e Infraestructura. - En la parroquia existen dos lugares para atención de salud, un centro de salud en la cabecera parroquial y un dispensario del Seguro Social Campesino en la comunidad de Paquiestancia con una extensión en el barrio Santa Clara que atiende un día a la semana, estos prestan atención primaria y medicina preventiva, la atención no cubre la demanda de la población, por lo que asisten al hospital de Cayambe o a dispensarios de la ciudad de Quito o Ibarra (GAD San José de Ayora, 2015).

El centro de salud de San José de Ayora. - Cuenta con las siguientes áreas: Sala de espera, 3 consultorios médicos, 1 consultorio de obstetricia, 1 farmacia, 1 consultorio de odontología, 1 oficina de control sanitario. Los itinerarios de atención van desde las 07H00 hasta las 16H30 en medicina general, vacunas y emergencias; la farmacia desde la 08H00 hasta las 16H30; odontología atiende desde las 8H00 hasta las 12H00 (GAD San José de Ayora, 2015).

El centro de salud cuenta con el siguiente personal: 4 médicos, 1 Obstetrix, 3 Licenciadas de Servicio Social, 2 auxiliares de enfermería, 1 encargado de farmacia, un inspector sanitario y un conserje, y la participación de las parteras comunitarias. El mes de octubre del 2012, atendió a 1.503 pacientes en medicina general, 50 emergencias, 222 en obstetricia y 248 en odontología (GAD San José de Ayora, 2015).

El dispensario del Seguro Social Campesino. -Es atendido por un solo médico, los días lunes, miércoles y viernes, mientras que la auxiliar de enfermería que atiende de lunes a viernes; además hay que señalar que, en la actualidad en el sector rural, todavía se mantiene la medicina ancestral.

9.5 Identificación de impactos ambientales

La identificación de impactos ambientales se rige por el Ministerio del Ambiente; Acuerdo N°. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Capítulo IV de los Estudios Ambientales.

“El Art. 28 De la evaluación de impactos ambientales indica que. - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable.

Para la evaluación de impactos ambientales se observa las variables ambientales relevantes de los medios o matrices, entre estos:

- a) Físico (agua, aire, suelo y clima);
- b) Biótico (flora, fauna y su hábitat);
- c) Socio-cultural (arqueología, organización socioeconómica, entre otros)”

(Ministerio del Ambiente, 2015)

.

A fin de identificar los impactos ambientales se han elaborado las matrices de Identificación Calificación y Evaluación Ambiental de las actividades del proyecto,

empleando la matriz de Leopold, mediante la cual en el eje de la “Y” se localiza los Componentes del Ambiente; mientras que en el eje de la “X” se localizan las Acciones del Proyecto; los impactos pueden ser positivos o negativos; utilizando parámetros cualitativos para determinar los impactos, registrar la Magnitud, Riesgo, Extensión y Carácter.

Los beneficios del método utilizados son:

- Obliga a considerar los posibles impactos de proyectos sobre diferentes factores ambientales.
- Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.
- Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción.

Figura 114

Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

REHABILITACIÓN DEL ACCESO A PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, KM 102 DE LA PANAMERICANA E35, CALLE LA CANTARILLA ENTRE AV. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN, Y ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 102 DE LA PANAMERICANA E35		OPERACIÓN DEL ACCESO A PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, KM 102 DE LA PANAMERICANA E35, CALLE LA CANTARILLA ENTRE AV. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN, Y ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 102 DE LA PANAMERICANA E35											
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	OP	OP	OP	Impac +	Impac -
SISTEMA ABIÓTICO													
Contaminación Aire (polvo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	11
Calidad del Aire (ruido)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	11
Drenaje Superficial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4
Uso Actual de Suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	5
SISTEMA BIÓTICO													
Flora Local	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	8
Fauna Local	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	8
MEDIO ANTRÓPICO													
Economía Local	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	4	4
Empleo/Mano de Obra Local	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11	0
Comercio y Servicios	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	3	8
Salud pública y Ocupacional	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	3	8
TOTAL												21	67
88													
REHABILITACIÓN DEL ACCESO A PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, KM 102 DE LA PANAMERICANA E35, CALLE LA CANTARILLA ENTRE AV. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN, Y ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 102 DE LA PANAMERICANA E35 RH: DESBROCE Y RETIRO DE VEGETACIÓN EXISTENTE RH: EXCAVACIÓN Y MOVIMIENTO DE SUELOS RH: RETIRO Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS RH: TRANSPORTE DE MATERIALES PÉTREOS AL PROYECTO RH: MOVILIZACIÓN DE EQUIPO RH: MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA RH: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ARTE MENOR RH: COLOCACIÓN DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO Y SUB-BASE								OPERACIÓN DEL ACCESO A PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, KM 102 DE LA PANAMERICANA E35, CALLE LA CANTARILLA ENTRE AV. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN, Y ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 102 DE LA PANAMERICANA E35 OP: TRAFICO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS DE CIRCULACION OP: MANTENIMIENTO RUTINARIO POR INCREMENTO DE TRANSPORTE OP: OPERACIÓN DEL ACCESO					

Elaborado por: Los Autores

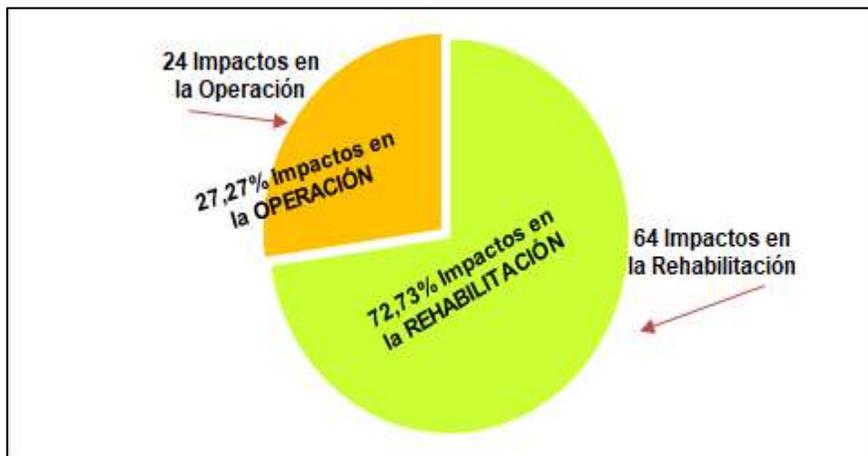
- Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental.

En base a la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, se han interpolado los Componentes del Ambiente y las Acciones del Proyecto; referido a los trabajos rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35; se han identificados 88 impactos (100%), que van a ser afectados.

El mayor número de afectaciones se ocasionará; durante las actividades de la Rehabilitación de las vías con 64 impactos identificados, corresponde al 72,73%; los componentes del ambiente afectados de mayor incidencia identificadas en esta etapa a la parte social:

Figura 115

Matriz de Identificación de Rehabilitación y operación de accesos viales.



Elaborado por: Los Autores

- Excavación y movimiento de suelos,
- Oportunidades de empleo de manera temporal,
- Interferencia en el ritmo de vida de la población,
- Migración de la fauna adaptada a este medio intervenido,
- Se revalorizan los predios.
- Desbroce y limpieza de la vegetación existente,
- Alteración a la calidad del aire con la generación de polvo, partículas y ruido, afectación salud pobladores del sector,

En la Operación de las vías; con 24 impactos identificados, corresponde al 27,27%, los componentes afectados; a continuación, se analiza los resultados; los componentes del ambiente afectados con en menor escala y corresponden:

- Generación de polvo, ruido y partículas,
- Actividades económicas en el área de influencia del proyecto,
- Oportunidades de incremento de negocios, consolidación de industrias de turismo, tiendas de abarrotes, centros de telefónica (cabines e internet) comercio informal, etc., a futuro en las poblaciones de Ayora, San Esteban y Cayambe como centro de gestión del sector.
- Los predios juntos y aledaños a lo largo de la carretera, incrementan su costo.

9.5.1 *Evaluación de Impactos Ambientales*

En base a la *Matriz Evaluación de Impactos Ambientales*, se determina la frecuencia de la afectación ambiental, Componentes del Ambiente y las Acciones del Proyecto, a las interacciones identificadas, se les asigna un valor de acuerdo a la metodología explicada, (Magnitud, Riesgo, Extensión y Carácter de los impactos) y adaptada de la Matriz de

Leopold para este tipo de calificación ambiental, que permite visualizar de manera rápida y clara los principales impactos ambientales (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Tabla 59

Calificación Ambiental Matriz de Leopold.

Magnitud (Ma.)		Riesgo (Ri.)		Extensión (Ex.)		Carácter (Ca.)	
Alta	= 3	Alto	= 3	Regional	= 3	Positivo	+ 1
Media	= 2	Medio	= 2	Local	= 2	Negativo	- 1
Baja	= 1	Bajo	= 1	Puntual	= 1		

Elaborado por: Los Autores

Tabla 60

Parámetros de Calificación Ambiental Matriz de Leopold.

PARÁMETRO	DEFINICIÓN
MAGNITUD	Alto (3): Si el evento puede perturbar o transformar radicalmente las características del entorno o estado de los componentes y elementos del medio ambiente.
	Medio (2): Cuando el evento perturbador ocasiona cambios que pueden ser significativos en los elementos del medio y características del entorno.
	Bajo (1): Sí el evento perturbador ocasiona cambios parciales o puntuales que apenas son perceptibles en los elementos del medio ambiente.
RIESGO	Alta (3): Si el evento puede perturbar o transformar radicalmente las características del entorno o estado de los componentes y elementos del medio ambiente
	Media (2): El efecto ocurre y ocasiona cambios que son significativos en los elementos del medio y el entorno.
	Bajo (1): El efecto perturbador es de importancia parcial o puntual que apenas son perceptibles en los elementos del medio ambiente
EXTENSIÓN	Regional (3): Si el efecto abarca u ocupa varios sectores de manera regional.
	Local (2): El efecto puede permanecer perturbando de forma local o sectorizado.
	Puntual (1): El efecto perturbador tiene una duración mínima, sectores reducidos mínimos.
CARÁCTER	Positivo (+1): Cualidad que se considera como benéfico o beneficio con respecto al estado previo de la acción.
	Negativo (-1): Cualidad considerada como no benéfico, con respecto al estado de la acción.

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Figura 116

Matriz de Leopold.

REHABILITACIÓN DEL ACCESO A PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, KM 182 DE LA PANAMERICANA E35; CALLE LA CANTARILLA ENTRE AY. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN, Y ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35		OPERACIÓN DEL ACCESO A PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, KM 182 DE LA PANAMERICANA E35; CALLE LA CANTARILLA ENTRE AY. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN, Y ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35										
FACTORES AMBIENTALES	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	OP	OP	OP
SISTEMA ABIÓTICO												
Contaminación Aire (polvo)	2 1	2 -1	2 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1
Calidad del Aire (ruido)	2 1	2 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1
Desaje Superficial		2 1	2 -1					1 -1	1 -1			1 -1
Uso Actual de suelo		1 2	1 -1	1 -1			1 -1	1 -1			1 2	1 -1
SISTEMA BIÓTICO												
Flora Local	1 2	1 -1	1 -1	1 -1			1 -1	1 -1	1 -1		1 -1	1 -1
Fauna Local	1 2	1 -1	1 -1	1 -1			1 -1	1 -1	1 -1		1 -1	1 -1
MEDIO ANTRÓPICO												
Economía Local y Regional		1 1	1 -1	1 -1	2 1	1 -1			1 1	2 1	1 1	1 1
Empleo Mano de Obra Local	2 1	2 +1	2 +1	2 +1	2 +1	1 +1	1 +1	1 +1	1 +1	1 +1	1 +1	1 +1
Comercio y Servicios	1 1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 +1	1 +1	1 +1
Salud pública y Ocupacional	2 1	2 -1	2 -1	2 -1	1 -1	1 -1	1 -1	1 -1	2 -1	1 +1	1 +1	1 +1
<p>REHABILITACIÓN DEL ACCESO A PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, KM 182 DE LA PANAMERICANA E35; CALLE LA CANTARILLA ENTRE AY. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN, Y ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35</p> <p>RH DESBROCE Y RETIRO DE VEGETACION EXISTENTE</p> <p>RH EXCAVACION Y MOVIMIENTO DE SUELOS</p> <p>RH RETIRO Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS</p> <p>RH TRANSPORTE DE MATERIALES PÉTREOS AL PROYECTO</p> <p>RH MOVILIZACION DE EQUIPO</p> <p>RH MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA</p> <p>RH CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE MENOR</p> <p>RH COLOCACION DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO Y SUB-BASE</p>												
<p>OPERACION DEL ACCESO A PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, KM 182 DE LA PANAMERICANA E35; CALLE LA CANTARILLA ENTRE AY. PICHINCHA E INGRESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN, Y ACCESO A COMUNIDAD SAN ESTEBAN EN EL KM 182 DE LA PANAMERICANA E35</p> <p>OP TRAFICO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS DE CIRCULACION</p> <p>OP MANTENIMIENTO RUTINARIO POR INCREMENTO DE TRANSPORTE</p> <p>OP OPERACIÓN DEL ACCESO</p>												
PARAMETROS DE EVALUACIÓN												
	MAGNITUD (Ma)		RIESGO (Ri)		EXTENSIÓN		CARACTER (Ca)					
	0	3	0	3	0	3	21	+1				
	14	2	11	2	10	2	67	-1				
	74	1	77	1	78	1	88					
	88		88		88							

Nota: Detalle en Anexo 9.1. Elaborado por: Los Autores

Análisis e Interpretación de Resultados.

A continuación se determinan los resultados y sus correspondientes resultados:

Magnitud	00 Impactos de Magnitud Alta	0,00 %
(Ma.)	14 Impactos de Magnitud Media	15,91 %
	74 Impactos de Magnitud Baja	84,09 %
Riesgo	00 Impactos Riesgo Alto	0,00 %
(Ri.)	11 Impactos Riesgo Medio	12,50 %
	77 Impactos Riesgo Bajo	87,50 %
Extensión	00 Impactos de Extensión Regional	0,00 %
(Ex.)	10 Impactos de Extensión Local	10,23 %
	78 Impactos de Extensión Puntual	89,77 %
Carácter	67 Impactos Negativos	76,14 %
(Ca.)	21 Impactos Positivos	23,86 %

9.5.1.1 Interpretación de Resultados

La interpretación de los resultados, se evidencia que que los impactos causados al ambiente son de Negativos aproximadamente el 76,14 % y los impactos Positivos aproximadamente el 23,86%; por lo que se recomienda tomar acciones y recomendaciones de prevención de tipo general para que sean aplicadas correctivamente en los Programas de mitigación durante los trabajos de rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35.

Los Impactos de Magnitud Baja son del 84,09%; de Magnitud Media es del 15,91 % y de Magnitud Alta No se presentan Impactos;

Los Impactos de **Riesgo Bajo** corresponden al 87,50%; de **Riesgo Medio** corresponden a 12,50 % y de **Riesgo Alto, No se presentan Impactos**; sus afectaciones serán mitigadas con las actividades propuestas a favor de los usuarios cercanos al proyecto, durante los trabajos rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35; como consecuencia beneficiosa de efectos multiplicadores positivos son, revalorización de predios e incremento de servicios.

Los Impactos de Extensión Puntual corresponden al 89,77%; de Extensión Local corresponde al 10,23% y de Extensión Regional No se presentan Impactos; durante los trabajos rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35; los beneficios de mejoras en la transportación de vehículos; además se beneficia la transportación de pasajeros, circulación vehicular hacia los sector de producción.

9.5.1.2 Descripción de los Impactos

Los trabajos rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35, se considerará:

- Se generará mano de obra calificada y no calificada además que se incrementará el empleo durante el período de construcción.
- Presencia de partículas en el aire, incremento del ruido y riesgos de accidentes, debido al movimiento de tierras y transporte de suelos provenientes de la excavación en los trabajos preliminares de la preparación del terreno.
- Estas actividades pueden representar riesgo de accidentes para el personal vinculado; pueden ocurrir caídas, golpes, cortaduras, quemaduras, accidentes con la maquinaria pesada y accidentes ocasionados por actividades de excavación, movimiento de tierras.
- Por otro lado, también incrementará la acumulación de suelos, escombros, la presencia de maquinaria en la entrada y salida del proyecto.
- Estos impactos podrían deteriorar el nivel de vida, la calidad del aire y la salud de la población aledaña, por lo que deberán tomarse medidas de mitigación.

9.5.1.3 **Afectación a la Población Aledaña.**

- El transporte de materiales de construcción incrementará el volumen de tráfico pesado en la vía actual, lo que provocaría molestias a los habitantes del sector.
- La generación de desechos también ocasiona un impacto negativo sobre el entorno.
- El retiro de escombros implica un transporte de los mismos a un sitio donde se puede disponer de ellos correctamente.

Durante los trabajos rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35;

y que tendrá una capa de afirmado (Sub-Base Clase 3), calzada de 7.20m., en toda su longitud y posterior operación, se prevé, el incremento de movilización vehicular, que puede ocasionar la generación de basuras.

- Habrá actividades, que traerán consigo impactos positivos para los factores ambientales, estos impactos que se potencialicen y sean benéficos para el medio ambiente y a la comunidad.
- La instalación de servicios básicos va hacer un impacto positivo con respecto a la salud de los trabajadores de la construcción y los habitantes localizados en el área de influencia directa.
- Se puede mencionar la presencia de personas que están interesados en la compra de terrenos en el sector,

9.6 Plan de manejo ambiental

9.6.1 *Introducción*

El PMA, permite alcanzar lineamientos ambientales destinados a la construcción y que se ejecutarán a corto y mediano plazo para obtener el funcionamiento integrado de los trabajos objeto del presente estudio; y de los grupos humanos involucrados en el área de influencia directa.

En base a resultados de la línea base; la identificación, calificación y evaluación de los impactos ambientales que se presentarían como consecuencia de la construcción del proyecto, se desarrolla el PMA, dando cumplimiento al marco jurídico ambiental del Ecuador, y, lo contemplado en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001F-2002 del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

9.6.2 *Objetivos*

- Proponer medidas de prevención, mitigación y si es del caso de compensación para el manejo de las actividades que causen impactos negativos sobre los componentes Sistema Abiótico, Sistema biótico y Medio Antrópico.
- Establecer mecanismos de comunicación y sensibilización social oportuna y transparente en especial a la comunidad Involucrada durante los trabajos.
- Establecer el costo de cada una de las medidas formuladas y el presupuesto socio ambiental para la implementación del Plan de Manejo Ambiental, de los trabajos.

9.6.3 *Responsabilidades de la Implementación del Plan De Manejo*

La Fiscalización lo ejecutará el GAD San José de Ayora y verificarán el cumplimiento de lo descrito en el Plan de Manejo Ambiental; aplicado por el contratista adjudicado al proyecto y el cumplimiento de las obligaciones ambientales derivadas de la autorización administrativa otorgada por el Ministerio del Ambiente, para los trabajos rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35.

9.7 **Estructura del Plan de Manejo Ambiental**

El PMA se encuentra estructurado en base del **Art. 32. Plan de Manejo Ambiental.** – “El plan de manejo ambiental consiste varios programas dependiendo de las características de la actividad o proyecto.

El Plan de Manejo Ambiental contendrá los siguientes programas, presupuestos, responsables, medios de verificación y cronograma:

- a) Plan de Prevención y Mitigación de Impactos;
- b) Plan de Contingencias;
- c) Plan de Capacitación;
- d) Plan de Seguridad y Salud Ocupacional;
- e) Plan de Manejo de Desechos;
- f) Plan de Relaciones Comunitarias;
- g) Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas;
- h) Plan de Abandono y Entrega del Área,
- i) Plan de Monitoreo y Seguimiento.”

(Ministerio del Ambiente, 2015)

Los formatos, contenidos y requisitos del estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental, se detallarán en la norma técnica emitida para el efecto.

Para el presente proyecto de la rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35; el PMA se encuentra estructurado en Planes y contienen Programas, mismos que pueden ser de prevención, mitigación y/o compensación, según sea el caso, para la fase construcción y operación.

9.7.1 Plan de Prevención, Mitigación y Remediación de Impactos

9.7.1.1 Plan de prevención y mitigación de impactos.

9.7.1.1.1 Programa de calidad del aire.

Tabla 62

Programa de calidad del aire.

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
Programa de Calidad del Aire						
OBJETIVOS: Prevenir y/o mitigar el impacto de generación de emisiones gaseosas. Es un impacto de tipo temporal, durara durante la Rehabilitación de los Accesos viales						PPMI-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Calidad del aire	Generación de emisiones gaseosas	Evitar molestias a las viviendas cercanas al proyecto, se limitarán los trabajos únicamente al siguiente horario: 06h00 - 18h00. Llevar una bitácora y/o registros de las horas de funcionamiento de generador de energía eléctrica de emergencia, que se utilice durante la construcción de la obra civil.	Únicamente se utilizará sirenas en casos de emergencia. % cumplimiento = (registros realizados/ registros planificados) * 100	Registros y/o bitácora de las horas de funcionamiento del generador de energía eléctrica de emergencia	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Inicio del proyecto y cada 2 meses.

Elaborado por: Los Autores.

9.7.1.1.2 Programa de control de ruido.

Tabla 63

Programa de control de ruido.

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
Programa de Generación de Ruido						
OBJETIVOS: Prevenir y/o mitigar el impacto de generación de ruido. Es un impacto de tipo temporal, durara durante la Rehabilitación de los Accesos viales.						PPMI-02
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Generación de ruido.	Posible conflicto socioambiental con vecinos del proyecto por el ruido ocasionado en el proyecto.	En la medida de lo posible el trabajo de construcción se realizará en horas laborables, sin embargo, el contratista deberá regular la generación de ruido ocasionado por la maquinaria en la actividad constructiva.	100% cumplimiento de aplicación de normas de seguridad y cumplimiento de horas laborales.	Registro de asistencia a inducciones. Libro de obra		Permanente
Transporte y circulación de maquinaria y equipos.	Afectación a la salud de la población aledaña al proyecto y trabajadores de la contratista.	Será obligatorio para los trabajadores el uso de tapones auditivos cuando se opere la maquinaria.	% cumplimiento= (registro de entrega de tapones dotados al personal que opera maquinaria/ total de trabajadores que opera maquinaria) *100	Registro de entrega de tapones al personal.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	
		Mantenimiento periódico de maquinaria, vehículos y equipos.	Disminución de emisiones gaseosas y ruido debido al mantenimiento periódico de maquinaria.	Registros, facturas y documentados del mantenimiento.		Permanente

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.1.1.3 Programa de control de polvo.

Tabla 64

Programa de control de polvo.

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
Programa de Generación de Polvo						
OBJETIVOS: Prevenir y/o mitigar el impacto de generación de polvo. Es un impacto de tipo temporal, durara durante la Rehabilitación de los Accesos viales.						PPMI-03
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Generación de material particulado (polvo).	Posible conflicto socioambiental con vecinos del proyecto por el polvo ocasionado en el proyecto.	Transporte de material de desalojo y escombros de la construcción de manera segura cubierto con lona el cajón de las volquetas.	Transporte de material de desalojo, cubierto con lonas.	Registro fotográfico de aspersiones de agua, carro cisterna.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Permanente
		Humedecer con agua el suelo expuesto y las áreas de almacenamiento temporal de materiales de construcción y escombros. Establecer límites de velocidad para los vehículos que transportan el material al proyecto.	Polvo: metros cúbicos de agua utilizada para humedecer el suelo / metro cúbicos de agua programada. Evitar la generación de polvo.	Registro fotográfico de carro cisterna. Registro fotográfico de señalética instalada para circulación vehicular. Número de señales instaladas / Número de señales planificadas a instalar.		
Acumulación de material que es transportado		Transporte del material pétreo (grueso y finos) cubierto con lonas.	Horario de trabajo real / Horario Programado.	El contratista deberá limpiar si el del caso el riego de material		

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.1.1.4 Programa de manejo de flora y fauna.

Tabla 65

Programa de manejo de flora y fauna.

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
Programa de Manejo de Flora y Fauna						
OBJETIVOS: Prevenir y/o mitigar el impacto ocasionado a la flora y fauna del sector. Es un impacto de tipo temporal, durara durante la Rehabilitación de los Accesos viales.						PPMI-04
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Remoción de vegetación existente, para instalaciones temporales.	Perdida de cobertura Vegetal.	Ejecutar, si es del caso, en medida de lo posible la remoción de vegetación en los flancos del derecho de vía.	Área m2 intervenidos /Área m2 total planificada en el proyecto. Horario de trabajo real / Horario Programado.	Inspección del área, informe y fotografías. Inspección del área, informe y fotografías.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Mientras dure la excavación y movimiento de tierras. Permanente

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.2 Plan de Contingencias

9.7.2.1 Programa de riesgos a la seguridad de trabajadores.

Tabla 66

Programa de riesgos a la seguridad de trabajadores.

PLAN DE CONTINGENCIAS						
Programa Riesgos a la Seguridad de trabajadores e instalaciones						
OBJETIVO: Establecer acciones para afrontar exitosa y eficientemente un accidente, incidente o emergencia, para evitar que cause el menor impacto a la salud del personal de obra y/o instalaciones.						PC-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Amenazas y riesgos presentes durante las actividades constructivas	Accidentes masivos en áreas de trabajo (heridos por maquinaria, caídas, derrumbes u otros.	Rescatar al personal afectado de los sitios de trabajo. Trasladar inmediatamente a centros de atención médica. Identificar los motivos y/o razones del accidente. Si es posible el contratista deberá mantener un convenio con un dispensario para la atención prioritaria. Conformar brigadas de emergencia con personal debidamente entrenado provistos de equipo y materiales necesarios para tomar las acciones pertinentes como respuesta a una emergencia.	Número de afectados eficientemente y oportunamente atendidos.	Exámenes médicos, registro fotográfico, entre otros. Nº de planos planificados Vs: Nº de planos colocados Actas de conformación de brigadas. Letrero con número de teléfonos de emergencia en todas las áreas de trabajo. Registro de asistentes a simulacros / Registro fotográfico.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Durante el tiempo que dure la Rehabilitación del proyecto.
	Falta de orientación y conocimiento de instalaciones de obreros.	Simulacro de manejo de contingencias y manejo de extintores. Contar con equipo respuesta de contingencia Capacitaciones en procedimientos de evacuación.	Brigadas conformadas / Brigadas planificadas a conformar. Elaborar y colocar planos sobre rutas de evacuación en sitios estratégico.	En caso de ocurrir una emergencia, se deberá informar a la Autoridad Competente en un plazo no mayor de 24 horas.		Semestral Inmediato

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.2.2 Programa de emergencias.

Tabla 67

Programa de emergencias.

PLAN DE CONTINGENCIAS							
Programa Emergencias							
OBJETIVO: Notificar a la Autoridad Ambiental Competente, cualquier contingencia en las próximas 24 horas el tipo de emergencia que se presente dentro del proyecto y/o instalaciones.						PC-02	
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35							
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.							
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	
Amenazas y riesgos presentes durante las actividades constructivas	Accidente por cortocircuitos y/o incendio causado por caída de postes, árboles u otros.	Controlar posibles incendios que pudieren producirse. Desconectar el fluido eléctrico. Identificar sitios de origen del circuito.	Número de controles de incendios y otros problemas eléctricos.	Fotografías, reportes de bomberos y otros.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Semanal	
			Brigadas conformadas / Brigadas planificadas a conformar.	Registro de asistentes a simulacros / Registro fotográfico.			
	Riesgos a la seguridad y salud de las personas e instalaciones.	Señalizar las rutas de evacuación. Identificar sitios de reunión en caso de evacuación de trabajadores y pobladores. Mantenimiento periódico de equipos y materiales para atender las contingencias. Instalar extintores en todos los frentes de trabajo del proyecto.	Disponer de planes de contingencia previo al inicio de construcción	Elaborar y colocar planos de rutas de evacuación sitios estratégicos.	N° de planos planificados Vs: N° de planos colocados.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Semestral
			Rutas y sitios de evacuación 100% señalizadas.	Registros de inspección de equipos de contingencia (extintores, botiquines, etc.); Informes de emergencias Simulacro de manejo de contingencias y manejo de extintores.	Fotografías, de extintores instalados en el proyecto.		Mensual

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.3 Plan de Capacitación.

Tabla 68

Plan de capacitación. a técnicos y trabajadores

PLAN DE CAPACITACIÓN						
Programa Capacitación a Técnicos y Trabajadores						
OBJETIVOS: Capacitar a técnicos y trabajadores del constructor; para que asuman las responsabilidades y que cumpla con los procedimientos establecidos en el presente PMA.						PC-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Actividades constructivas riesgosas.	Riesgo de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales.	Realizar la inducción al personal nuevo, sobre funciones, obligaciones y/o responsabilidades, medidas de gestión ambiental y seguridad.	Nº de trabajadores capacitados/Nº total de trabajadores contratados para el proyecto.	Registro de charlas realizadas.		Semanal
Salud y seguridad a trabajadores	Riesgo de accidentes laborales.	Capacitar al personal en temas de salud ocupacional, seguridad industrial y ambiente y en procedimientos de evacuación.	Nº de trabajadores capacitados/Nº total de trabajadores contratados para el proyecto.	Registro de charlas realizadas	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Semanal
Falta de conocimiento ambiental en obreros.	Afectación al ambiente por malas prácticas de constructivas y de manejo de desechos sólidos, deforestación.	Charlas de adiestramiento sobre buenas prácticas ambientales constructivas amigables con el ambiente. Cabal cumplimiento de las normas de seguridad y horarios sobre el uso de equipos o instrumentos en el proyecto.	Nº de eventos de capacitación planificados /Nº de eventos de capacitación ejecutados. Nº de trabajadores capacitados/Nº total de trabajadores contratados para el proyecto.	Registro fotográfico, hojas con firmas de asistentes, temas de charlas, etc. Contar con materiales (absorbentes, aserrín, extintores, paños, etc.)		Al inicio de cada semana durante los trabajos de construcción

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.3.1 Programa de Dotación de Equipos de Protección Personal.

Tabla 69

Programa de Dotación de Equipos de Protección Personal

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL Programa de Dotación de Equipos de Protección Personal						
OBJETIVO: Adoptar e implementar medidas de seguridad industrial necesarias en los sitios de trabajo y mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental en todo el personal que trabaja en la obra, de acuerdo a la normativa del IESS.						PSSO-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Salud laboral	Riesgo de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales durante la construcción. .	<p>Se deberá dotar a los trabajadores los siguientes implementos de protección personal:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección de la cara y los ojos (Caretas, gafas). Se emplearán en labores en la que la cara o los ojos de los trabajadores puedan ser alcanzados por fragmentos despedidos actividades como solda, etc. Se recomienda dotar de gafas especiales, cuberos en forma de copa o mascarillas de soldador. ▪ Protección de cabeza (Casco) Se usarán para labores en que las personas estén expuestas a materiales y herramientas que se caigan desde alturas. Se proporcionará de cascos duros de metal, fibra de vidrio 		<p>Inspecciones, informes y fotografías de personal trabajando con EPP.</p> <p>Registro de entrega de EPP</p>	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Inmediata

		<p>suspendidos con una estructura de correas ajustables.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección de manos (Guantes). Se recomienda el uso de guantes en tareas en las que las manos estén expuestas a fricciones, golpes, cortaduras, etc. Los guantes serán de cuero, neopreno, material textil resistente o plástico. ▪ Protección del sistema respiratorio (Mascarillas). Las mascarillas contra polvo se usarán al trabajar en ambientes donde se produzcan partículas en suspensión, por ejemplo, en el área de desbroce y excavación de zanjas, movimiento de tierras. ▪ Protección de oídos (Orejas, tapones) El nivel de ruido máximo en el ambiente de trabajo será máximo de 85 dB, para una jornada laboral de 8 horas. ▪ Protección contra caídas (arnés). Cuando los trabajadores bajen a revisar sitios profundos, deberán emplear cinturones de seguridad que les sostenga a la escalerilla y eviten su caída. 	<p>Número de personal dotado de EPP/ Número total de personal en la obra de la construcción.</p>	<p>Inspecciones, informes y fotografías de personal trabajando con EPP.</p> <p>Registro de entrega de EPP</p>	<p>Contratista y Dirección General de Fiscalización.</p>	<p>Durante el tiempo que dure la Construcción.</p>
--	--	---	--	---	--	--

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.3.2 Programa de Seguridad Industrial y salud Ocupacional

Tabla 70

Programa de Seguridad Industrial y salud Ocupacional

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL																																									
Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional																																									
OBJETIVO: Aplicación de seguridad y salud ocupacional – SSO, como la planificación, implementación, aplicación, control y seguimiento de varias medidas y actividades que van encaminadas a la prevención de ocurrencia de los riesgos ocasionados en el ambiente laboral específicamente en la construcción.						PSSO-02																																			
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35																																									
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.																																									
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA																																			
Seguridad ocupacional en áreas de trabajo	Afectación a la salud del personal de la constructora	<p>Identificar claramente las condiciones laborales riesgosas a través de señales de seguridad, como se muestra a continuación:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COLORES</th> <th>SIGNIFICADO</th> <th>INDICACIONES Y PRECAUCIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rojo</td> <td>Señal de prohibición</td> <td>Comportamientos peligrosos</td> </tr> <tr> <td>Rojo-alarma</td> <td>Peligro-alarma</td> <td>Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia, Evacuación</td> </tr> <tr> <td>Amarillo</td> <td>Material y equipos contra incendios</td> <td>Identificación y localización</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>Señal de advertencia</td> <td>Atención, precaución, Verificación</td> </tr> <tr> <td>Azul</td> <td>Atención</td> <td>Indicación de peligros (Ruido, explosión, envenenamiento)</td> </tr> <tr> <td>Naranja</td> <td>Cuidado, peligro</td> <td>Advertencia de obstáculos</td> </tr> <tr> <td>Blanco</td> <td>Señal de obligación</td> <td>Comportamiento o acción específica</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>Información</td> <td>Obligación de utilizar un equipo de protección personal</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>Señal de salvamento o de auxilio</td> <td>Rutas de escape (puertas, salidas, pasajes), salida de emergencia, estación de primeros auxilios, puestos de salvamento o de socorro, locales.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Situación de seguridad</td> <td>Vuelta a la normalidad</td> </tr> </tbody> </table>	COLORES	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECAUCIONES	Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos	Rojo-alarma	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia, Evacuación	Amarillo	Material y equipos contra incendios	Identificación y localización	Verde	Señal de advertencia	Atención, precaución, Verificación	Azul	Atención	Indicación de peligros (Ruido, explosión, envenenamiento)	Naranja	Cuidado, peligro	Advertencia de obstáculos	Blanco	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica	Verde	Información	Obligación de utilizar un equipo de protección personal	Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Rutas de escape (puertas, salidas, pasajes), salida de emergencia, estación de primeros auxilios, puestos de salvamento o de socorro, locales.			Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad	Número de letreros de seguridad instalados, frentes de trabajo.	Registro fotográfico.	Contratista y Dirección General de Fiscalización	Mensual	
	COLORES	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECAUCIONES																																						
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos																																							
Rojo-alarma	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia, Evacuación																																							
Amarillo	Material y equipos contra incendios	Identificación y localización																																							
Verde	Señal de advertencia	Atención, precaución, Verificación																																							
Azul	Atención	Indicación de peligros (Ruido, explosión, envenenamiento)																																							
Naranja	Cuidado, peligro	Advertencia de obstáculos																																							
Blanco	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica																																							
Verde	Información	Obligación de utilizar un equipo de protección personal																																							
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Rutas de escape (puertas, salidas, pasajes), salida de emergencia, estación de primeros auxilios, puestos de salvamento o de socorro, locales.																																							
		Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad																																						
	Accidentes, lesiones y enfermedades recurrentes por actividades laborales	<p>Todos los trabajadores deben estar afiliados al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). El EPP se debe utilizar de acuerdo a la gravedad del riesgo, frecuencia de la exposición, riesgos múltiples existentes e información suministrada por el fabricante. Estos equipos serán de uso obligatorio para los trabajadores y la empresa deberá dotarlos. El EPP, utilizado y deteriorado que pierda su utilidad deberá ser reemplazado inmediatamente. Los trabajadores deberán tener las vacunas mínimas (tétanos, antiofídicos, etc.).</p>	Número de personal dotado de EPP .	Inspecciones, informes y fotografías de personal trabajando con EPP. Registro de entrega de EPP	Registros de afiliación de personal al IESS Registros de entrega de EPP.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Mensual																																		

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.3.3 Programa de señalización preventiva, información ambiental

Tabla 71

Programa de señalización preventiva, informativa y ambiental.

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL						
Programa de Señalización Preventiva, Informativa y Ambiental						
OBJETIVOS: Ubicar señalización temporal preventiva fija, con el propósito de alertar a usuarios y población en general sobre los trabajos que se vienen desarrollando en la construcción.						
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
<i>PSSO-03</i>						
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Falta de información sobre seguridad en áreas de trabajo.	Riesgo de accidentes para los transeúntes y trabajadores por las actividades de construcción. Molestias e interrupción al tráfico vehicular y peatonal durante los procesos constructivos.	Se colocarán señales temporales de advertencia durante la construcción y accesos, con el fin de prevenir accidentes de tránsito.	Número de señales instaladas / Número de señales planificadas a instalar.	Registro fotográfico de la implementación de esta medida.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Durante el tiempo que dure la Construcción del proyecto
		Colocación de conos y cintas de seguridad: Comprenden dispositivos de material plástico cónico de 90 cm de altura, de color anaranjado o rojo.	Nº de conos y cintas de seguridad preventiva, informativa / Nº de conos y cintas de seguridad instaladas.	Inspección del área, informe y fotografías, de instalación		
		Instalar rótulos informativos del proyecto.	Nº de rótulos informativos planificados colocados / Nº de rótulos informativos instalados.	Registro fotográfico, verificación In Situ de señalética temporal, facturas de pago		
		Colocar rótulos preventivos, restrictivos en frentes de trabajo. Ejemplo "Hombres Trabajando"; con la finalidad de organizar el tránsito vehicular y si es del caso en los desvíos				

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.4 Plan de Manejo de Desechos.

9.7.4.1 Plan de manejo de desechos sólidos.

Tabla 72

Programa de manejo de desechos sólidos.

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS Programa Manejo de Desechos Sólidos						
OBJETIVOS: Reducir el impacto por contaminación de residuos sólidos mal dispuestos en el suelo en la etapa de construcción						<i>PMD-01</i>
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización .						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Generación de basura y otros desechos sólidos, en las áreas del proyecto.	Posible alteración o contaminación del suelo y al paisaje por la generación de desechos sólidos.	Almacenar temporalmente los desechos No peligrosos y/o reciclables (papel, cartón entre otros) bajo condiciones establecidas en la normativa ecuatoriana. Designar áreas para el almacenamiento temporal de desechos. Mantener rotulados y en buen estado los recipientes de los desechos sólidos no peligrosos en los frentes de trabajo y área del proyecto.	Nº. de recipientes rotulados/Nº. de recipientes requeridos Nº de áreas de almacenamiento y/o colectores de basura planificados / Nº de áreas de almacenamiento ejecutados.	Verificación In Situ de infraestructura instalada. Registro fotográfico e informes técnicos. Registro de entrega de RSNP, para su disposición final en el relleno autorizado por el Municipio.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Primer mes de iniciada la construcción.

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.4.2 Programa de manejo y recolección de escombros.

Tabla 73

Programa de manejo y recolección de escombros.

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS						
Programa de Manejo y Recolección de Escombros						
OBJETIVOS:						
Reducir el impacto por contaminación de residuos sólidos mal dispuestos en el suelo en la etapa de construcción						PMD-02
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Generación de escombros en área del proyecto.	Contaminación de las áreas aledañas por desechos y escombros por la construcción. Contaminación por Escombros.	Establecer el área para almacenamiento temporal de escombros y/o material producto de las excavaciones.	N° de m2 de construcción planificado / N° de m2 ejecutados.	Verificación de obra física, registro fotográfico, diseños	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Primer mes de iniciada la construcción.
		Establecer sitios de disposición de escombros y/o materiales de excavación. Solicitar a la Autoridad Ambiental Competente, la aprobación de los sitios designados para la disposición de escombros y/o materiales de excavación.	Volumen m3 de escombros trasportados a escombreras.	Registro fotográfico e informes técnicos.		
		En caso de realizar la disposición de escombros y/o material de excavación en predios particulares, se deberá aplicar procedimientos técnicos, considerando la normativa ambiental vigente y disponer de las autorizaciones firmadas por los propietarios. Manejo y cierre técnico de los sitios designados para la disposición del material de excavación (escombreras).	Número de señales para disposición de materiales / Número de señales colocadas en el sitio del proyecto.	Inspección del área, informe y registro fotográfico. Informe de manejo y cierre.		

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.4.3 Programa de manejo de desechos líquidos.

Tabla 74

Programa de manejo de desechos líquidos.

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS						
Programa Manejo de Desechos Líquidos						
OBJETIVOS:						
Reducir el impacto por contaminación de desechos líquidos en el suelo en la etapa de construcción						
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Generación de desechos líquidos en el suelo en el área del proyecto.	Posible alteración o contaminación del suelo y al paisaje por la generación de desechos líquidos.	Disponer de letrinas móviles sanitarias en los frentes de trabajo. 1 letrina por cada 20 trabajadores. Mantenimiento realizado a las letrinas por una empresa calificada.	Nº. Mantenimientos programados / Nº. de mantenimientos realizados.	Registros fotográficos de instalación Registro de mantenimiento e informes técnicos.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Semanal

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.4.4 Programa de manejo de residuos sólidos peligrosos.

Tabla 75

Programa de manejo de residuos sólidos peligrosos.

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS							
Programa Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos							
OBJETIVOS: Reducir el impacto por contaminación de desechos peligrosos en el suelo en la etapa de construcción							
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						PMD-04	
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.							
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	
Operación de maquinaria y equipos.	Almacenamiento de combustibles y lubricantes.	El constructor deberá tener almacenados, temporalmente los desechos peligrosos adecuadamente bajo condiciones establecidas en la normativa ecuatoriana y contar con cubetos, extintores, etc.	% equipos y maquinaria con presencia de fugas y líqueos.	Registros de inspección de áreas de mantenimiento de equipos y maquinaria.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Mensual	
		Revisión del estado de equipos y maquinarias en lo que se refiere a fugas y líqueos. No realizar lavados de maquinaria en el sitio de trabajo ni cerca de cuerpos de agua. Realizar el mantenimiento de maquinaria en sitios autorizados.	% equipos y maquinaria que recibió mantenimiento emergente en taller temporal del proyecto.	Registros de inspección de bodegas para almacenamiento de materiales peligrosos.		Semanal	
	Contaminación del suelo y mala disposición de desechos	Mantener la bitácora de desechos peligrosos y entrega a gestor autorizados. Prohibido realizar quema de residuos de hidrocarburos.	Nº. de recipientes rotulados / Nº. de recipientes requeridos	Registro fotográfico, facturas de talleres existentes.		Registros de entrega- recepción de residuos peligrosos a gestores ambientales. Manifiesto único, certificado de destrucción de desechos. Contar con un equipo de emergencia y personal capacitado en la aplicación de planes de contingencia;	Mensual
		Se debe llevar registros de generación de residuos, a ser entregados al carro recolector del GAD. No almacenar desechos peligrosos con sustancias químicas peligrosas.					

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

Figura 117

Esquema para almacenamiento de residuos sólidos peligrosos



Elaborado por: Los Autores

Las instalaciones deben contar con pisos cuyas superficies sean de acabado liso, continuo e impermeable; contar con una cubierta (cobertores o techados) a fin de estar protegidos de condiciones ambientales como humedad, temperatura, radiación y evitar la contaminación.

9.7.5 Plan de Relaciones Comunitarias.

9.7.5.1 Programa de información pública.

Tabla 76

Programa de información pública.

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS Programa de Información pública						
OBJETIVOS: Mantener buenas relaciones con los diferentes actores sociales asentados en el área de influencia durante el tiempo de duración del proyecto						PRC-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Presencia del Personal de la constructora.	Molestias a la Comunidad.	Se divulgará a la población mediante una charla trimestral, sobre las actividades del proyecto de construcción. Suspensión temporal de circulación vehicular.	Número de charlas realizadas/ Duración (meses) del proyecto.	Registro de charlas realizadas. Informes y registro fotográfico de charla.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Trimestral
Participación de trabajadores locales; conocimiento de pobladores.	Generación de Empleo temporal.	En la medida de lo que sea posible se deberá realizar contrataciones de mano de obra local para el proyecto.	Número de trabajadores locales contratados / Número de trabajadores en el proyecto.	Nómina del personal / Panilla. Distribución de material comunicacional para conocimiento de pobladores		Inmediata

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.6 Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas.

Tabla 77

Plan de rehabilitación de áreas afectadas.

PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS						
Programa de Restauración de Áreas de Préstamo						
OBJETIVOS: Recuperar al estado inicial si es del caso, los espacios afectados por instalaciones temporales, acopio de materiales y maquinarias por las actividades ejecutadas en el proyecto.						PRAA-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Ocupación de áreas aledañas al proyecto	Pérdida de vegetación por ubicación de instalaciones temporales	Una vez que se terminen las obras de construcción, el Contratista retirará la maquinaria, equipos, estructuras temporales, y realizará la limpieza del lugar utilizado para luego restaurarla con el correspondiente mantenimiento hasta lograr su restablecimiento. Identificar sitios expuestos a procesos erosivos para aplicar técnicas de revegetación, en caso de ser aplicable.	m ² de área restablecida / m ² de área programada.	Sitio utilizado para restaurarla y/o restablecimiento. Registro fotográfico	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Al finalizar la etapa de construcción.

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.7 Plan de Abandono y Entrega del Área

Tabla 78

Plan de abandono y entrega del área.

PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DE ÁREA Programa de Abandono y Entrega del Área						
OBJETIVOS: Definir las medidas necesarias para el abandono y cierre de las áreas utilizadas para el proyecto de la Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35 LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35 RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						PAEA-01
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	PLAZO (MESES)
Desmantelamiento y desarme de estructuras temporales.	Contaminación al suelo por materiales y equipos abandonados.	Áreas de almacenamiento de materiales o maquinarias; serán las últimas instalaciones que se clausurarán como parte de abandono definitivo del proyecto.	Número de áreas Clausuradas y retiradas / Número total de áreas construidas.	Inspecciones, informes y fotografías.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Al finalizar la etapa de construcción
	Retiro de vegetación, compactación; contaminación de área de vivienda - campamento y de patios de maquinaria.	Los escombros y/o material de excavación generados por la construcción, deberán ser transportados a escombreras autorizadas por el municipio o predios privados que cuenten con la respectiva autorización, según sea el caso.	Número escombreras planificadas, / Número de escombreras ejecutadas.	Informe Final Registro Fotográfico.		Al finalizar la etapa de construcción Al finalizar la etapa de construcción
	Alteración del suelo y al paisaje por la presencia temporal durante la construcción de desechos y escombros.	Limpieza del área ocupada para la construcción	m3 de desechos generados / m3 de desechos gestionados	Registro fotográfico de las áreas limpias luego de culminado el proyecto.		

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.7.8 Plan de Monitoreo y Seguimiento

Tabla 79

Plan de monitoreo y seguimiento.

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO						
Programa de Seguimiento al Plan de Manejo Ambiental						
OBJETIVO: Verificar el correcto Cumplimiento de las Medidas y Actividades indicadas en el Plan de Manejo Ambiental.						<i>PMS-01</i>
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Seguimiento del Plan de Manejo Ambiental	Afectación al ambiente del entorno del proyecto de manera temporal generado por actividades de la construcción.	Presentación de documentación en el cual se evidencie el cumplimiento del plan.	Número de informes de seguimiento por presentar / Número de Seguimientos realizados.	Realizar inspecciones al proyecto para verificar el cumplimiento del plan de manejo.		
	Posible alteración o contaminación del suelo y al paisaje por desechos y escombros presencia temporal durante la construcción.	Determinar No conformidades encontradas en el avance y cumplimiento de los planes y programas establecidos en el PMA.	Porcentaje de no cumplimiento en la ejecución de obras ambientales de acuerdo al cronograma.	Informes ambientales de cumplimiento a presentar al GAD Provincial de Imbabura y MAE.	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Mensual
	Inadecuada gestión ambiental aplicada en los frentes de obra e instalaciones temporales.	Reuniones mensuales para evaluar el cumplimiento del PMA. Elaborar reportes		Ejecución de Planes de Remediación para levantar las No Conformidades. Informes ambientales Mensuales		

Nota: *Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.*

9.7.9 Programa de Monitoreo y Seguimiento

Tabla 80

Programa de monitoreo y seguimiento ambiental

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO Programa de Monitoreo Ambiental						
OBJETIVO: Verificar el correcto Cumplimiento de las Medidas y Actividades indicadas en el Plan de Manejo Ambiental.						<i>PMS-02</i>
LUGAR DE APLICACIÓN: Rehabilitación del Acceso a Parroquia San José de Ayora, Km 182 de la Panamericana E35; calle la Cantarilla entre Av. Pichincha e Ingreso a Comunidad San Esteban, y Acceso a Comunidad San Esteban en el Km 182 de la Panamericana E35						
RESPONSABLE: Contratista adjudicado a la construcción y Fiscalización.						
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Alteración al medio ambiente.	Afectaciones a la salud y bienestar de obreros y pobladores de zonas adyacentes al proyecto.	Monitoreo de ruido. Responsabilidad del contratista.	Número muestras de ruido planificadas / muestras de ruido ejecutadas.	Certificados de mantenimiento de maquinaria	Contratista y Dirección General de Fiscalización.	Inicio de actividades constructivas
		Monitoreo de agua. Responsabilidad del contratista	Número de mantenimientos de maquinaria planificados / Número de mantenimientos ejecutados.	Reportes de monitoreo de agua.		
	Incumplimiento en la ejecución de obras ambientales de acuerdo al cronograma respectivo	Los monitoreos de ruido y descargas, se aplica la norma técnica del Acuerdo Ministerial 097 Calidad Ambiental ruido del ambiente y descargas de efluentes recurso agua.	Número muestras de agua planificadas / muestras de agua ejecutadas.			Al Inicio y Final del proyecto de construcción

Nota: Tabla en base a la información de varios estudios de impacto ambiental aprobados por el MAE. Elaborado por: Los Autores.

9.8 Cantidades de Obra.

Tabla 81

Resumen de cantidades de obra para ambiental.

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.
Agua para control de polvo	m3	368.92
Letrina sanitaria	u	2.00
Basureros pintados	u	3.00
Charlas de concientización	u	2.00
Hojas volantes	u	600.00
Señal preventiva temporal: hombres trabajando (0,60x1,20m)	u	8.00
Señal preventiva temporal: Desvió (0,60x1,20m)	u	2.00
Señal preventiva temporal: Peligro (0,40x1,20m)	u	6.00
Letreros informativos del proyecto (0,80x1,60) H=0,60m	u	1.00
Cinta plástica reflectiva	m	1,000.00
Conos H=0,90m	u	18.00

Elaborado por: Los Autores

CAPÍTULO X

ANÁLISIS DE COSTO Y PRESUPUESTO

10.1 Presupuesto de Obra

De acuerdo con los diseños elaborados, se ha considerado dos escenarios para la ejecución del presupuesto de obra:

- El primer escenario contempla que, el material de todas las variantes diseñadas, tendrán capa de rodadura de pavimento flexible.
- El segundo escenario corresponde a la totalidad de las variantes propuestas, sea con una capa de rodadura de pavimento articulado

Los dos escenarios contemplan que, la calle La Cantarilla sea peatonal, debido a sus cortas dimensiones y el estado de capa de rodadura actual es de piedra la cual debe mantenerse como testimonio Patrimonial Cultural de la zona; sin embargo se propone con un mejoramiento mediante la implementación de bordillos y aceras de adoquín de color; con estos antecedentes a continuación se presentan las tablas de cantidades unidades y precios referencial de las dos alternativas, mismas que están detalladas en el anexo 10.1.

Tabla 82

Presupuesto referencial 1 (Pavimento flexible)

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO REFERENCIAL N°. 1					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES					
101	Replanteo de vía (laterales 25m abscisado C/10m- vista adelante vista atrás	Km	2.60	1,367.59	3,549.68
102	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1.39	351.73	487.50
103	Remoción de edificaciones, casas y otras construcciones	m2	25.00	40.16	1,004.00
104	Rotura acera/gradas	m3	138.43	86.99	12,042.20
105	Rotura bordillos	m3	133.82	43.49	5,820.01
106	Desadoquinado	m2	7,137.28	2.65	18,913.79
107	Desempedrado	m2	3,571.60	2.46	8,786.14
MOVIMIENTO DE TIERRAS				SUBTOTAL	50,603.31
201	Excavación a máquina cielo abierto	m3	10,446.00	2.00	20,892.00

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO REFERENCIAL N°. 1					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
202	Acarreo mecánico material hasta 1 Km (carga, trans, volt)	m3	10,446.00	1.31	13,684.26
203	Sobrecarreo medios mecánicos m3*Km (transporte)	m3-Km	52,230.00	0.37	19,325.10
BORDILLOS HS 50X15 (f'c=180 kg/cm2)				SUBTOTAL	53,901.36
301	Excavación zanja a mano en tierra	m3	115.53	8.22	949.69
302	Bordillo de hormigón simple 50X15 (f'c=180 kg/cm2) incl encofrado	m	5,135.14	22.13	113,640.69
OBRAS DE DRENAJE Y ARTE MENOR				SUBTOTAL	114,590.38
401	Limpieza manual de alcantarillas	m3	2.88	43.10	124.13
402	Rotura de hormigón simple	m3	2.88	46.94	135.19
403	Rotura de hormigón armado	m3	2.88	71.84	206.90
404	Excavación zanja a máquina (0 a 4 m)	m3	1,784.32	2.31	4,121.78
405	Tubería PVC alcantarillado 250 mm	m	79.00	25.71	2,031.09
406	Pozo de revisión f'c 210kg/cm2	u	16.00	761.92	12,190.72
407	Relleno compactado material de excavación	m3	1,784.32	3.56	6,352.18
408	Hormigón simple f'c 240 Kg/cm2	m3	24.00	162.33	3,895.92
409	Hormigón simple f'c 210 Kg/cm2	m3	24.00	151.71	3,641.04
410	Acero de refuerzo en barras fy = 4.200 kg/cm2	Kg	1,848.00	1.74	3,215.52
411	Tubería de HA D=1200 mm (mat, trans, inst)	m	3.00	200.76	602.28
412	Tubería metálica corrugada D=1200 mm (mat, trans, inst)	m	40.00	252.55	10,102.00
413	Excavación a mano cielo abierto	m3	52.90	5.67	299.96
414	Revestimiento de cuneta laterales hormigón f'c 210 Kg/cm2 e=10 cm	m3	55.03	122.61	6,747.83
415	Tubería HS 200 mm para sumidero	m	210.00	10.03	2,106.30
416	Sumidero calzada cerco/rejilla hf (provisión y montaje)	u	20.00	178.76	3,575.20
417	Tubería PVC alcantarillado 300 mm	m	256.00	36.99	9,469.44
418	Tubería PVC alcantarillado 400 mm	m	456.00	62.64	28,563.84
PAVIMENTO FLEXIBLE				SUBTOTAL	97,381.31
501	Conformación y compactación de subrasante	m3	4,966.64	0.89	4,420.31
502	Mejoramiento de la subrasante con material seleccionado	m3	2,325.53	13.40	31,162.09
503	Sub-base clase 3	m3	4,138.86	14.93	61,793.24
504	Base granular clase 2	m3	2,483.32	20.72	51,454.36
505	Asfalto diluido tipo SC para imprimación (1.50lts/m2)	lt	3,513.76	0.59	2,073.12
506	Capa de rodadura hormigón asfáltico mezclado planta e=10 cm	m2	16,555.46	17.35	287,237.17
OBRAS COMPLEMENTARIAS				SUBTOTAL	438,140.28
701	Alzada de pozos de revisión /rejillas 0-10cm	u	12.00	123.65	1,483.80
702	Acera H.S. (10cm- fc=180Kg/cm2) incluye piedra bola	m2	4,186.55	26.06	109,101.48
SEÑALIZACIÓN				SUBTOTAL	110,585.28

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO REFERENCIAL N°. 1					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
801	Marcas de pavimento: Línea de pare (0.40 para velocidades < 50 Km/h x variable) blanca	m	47.40	4.26	201.92
802	Marcas de pavimento: Línea de detención (0,20x0.60x0.60 x L=variable m) blanca	m	43.20	2.34	101.09
803	Marcas de pavimento: Línea de ceda el paso (0,10x0.60x0.60 x L=variable) blanca	m	39.60	2.34	92.66
804	Marcas de pavimento: Línea de división de carril de circulación (3.00P-9.00B x 0,15x L=variable) amarilla	Km	2.06	2,887.59	5,943.18
805	Marcas de pavimento: Línea de barrera doble amarilla (0.15 x L=variable) amarilla	Km	1.22	3,461.34	4,220.79
806	Marcas de pavimento: Paso Cebra (0.40m x L=variable) blanco	m	332.00	3.97	1,318.04
807	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente, blanca	u	29.00	8.84	256.36
808	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente + viraje izquierdo o derecho, blanca	u	12.00	15.38	184.56
809	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de viraje izquierdo y derecho, blanca	u	3.00	10.41	31.23
810	Marcas de pavimento (BUS): Parada de Bus	u	4.00	20.42	81.68
811	Señales al lado de la carretera: Placa regulatoria de PARE (octogonal inscrito 0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	11.00	122.26	1,344.86
812	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de VELOCIDAD MÁXIMA (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPI IV	u	4.00	122.51	490.04
813	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de PARADA DE BUS (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	4.00	122.51	490.04
814	Señales al lado de la carretera: Placa preventiva - varias (0.75x 0,75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	21.00	122.51	2,572.71
815	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (0.65X0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00	432.13	432.13
816	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (1.05x0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	2.00	442.79	885.58
817	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (2.33x0.95m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00	655.17	655.17
818	Señales al lado de la carretera: Delineador de peligro Obstrucción en la vía (0.30x0.90m), ASTM D4956 TIPO IV	u	3.00	19.24	57.72
IMPACTO AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL				SUBTOTAL	19,359.77
901	Agua para control de polvo	m3	347.66	5.25	1,825.24
902	Letrina sanitaria	u	2.00	659.52	1,319.04

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO REFERENCIAL N°. 1					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
903	Basureros pintados	u	3.00	23.48	70.44
904	Charlas de socialización	u	2.00	105.24	210.48
905	Hojas volantes	u	600.00	0.08	48.00
906	Señal preventiva temporal: hombres trabajando (0,60x1,20m)	u	8.00	34.67	277.36
907	Señal preventiva temporal:Desvio (0,60x1,20m)	u	2.00	34.67	69.34
908	Señal preventiva temporal: Peligro (0,40x1,20m)	u	6.00	23.27	139.62
909	Letreros informativos del proyecto (1.20x2.40)	u	1.00	215.90	215.90
910	Cinta plástica reflectiva	m	1,000.00	0.18	180.00
911	Conos H=0,90m	u	18.00	45.03	810.54
VARIOS				SUBTOTAL	5,165.96
1001	Desalojo de escombros	m3	85.00	6.61	561.85
1002	Planos As built lámina A0 o A1	u	26.00	71.43	1,857.18
				SUBTOTAL	2,419.03
TOTAL					892,146.68

Elaborado por: Los Autores.

Valor presupuesto de alternativa 1 con pavimento flexible USD 892,146.65 + IVA (Ocho cientos noventa y dos mil ciento cuarenta y seis dólares con sesenta y cinco centavos).

Tabla 83

Presupuesto referencial 2 (Pavimento Articulado)

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO REFERENCIAL N°. 2					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES					
101	Replanteo de vía (laterales 25m abscisado C/10m- vista adelante vista atrás	Km	2.60	1,367.59	3,549.68
102	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1.39	351.73	487.50
103	Remoción de edificaciones, casas y otras construcciones	m2	25.00	40.16	1,004.00
104	Rotura acera/gradas	m3	138.43	86.99	12,042.20
105	Rotura bordillos	m3	133.82	43.49	5,820.01
106	Desadoquinado	m2	7,137.28	2.65	18,913.79
107	Desempedrado	m2	3,571.60	2.46	8,786.14
				SUBTOTAL	50,603.31
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
201	Excavación a máquina cielo abierto	m3	9,640.39	2.00	19,280.78
202	Acarreo mecánico material hasta 1 Km (carga, trans, volt)	m3	9,640.39	1.31	12,628.91

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO REFERENCIAL N° 2

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
203	Sobrecarreo medios mecánicos (transporte)	m3-Km	48,201.95	0.37	17,834.72
BORDILLOS HS 50X15 (f'c=180 kg/cm2)				SUBTOTAL	49,744.41
301	Excavación zanja a mano en tierra	m3	115.53	8.22	949.69
302	Bordillo de hormigón simple 50X15 (f'c=180 kg/cm2) incl encofrado	m	5,135.14	22.13	113,640.69
OBRAS DE DRENAJE Y ARTE MENOR				SUBTOTAL	114,590.38
401	Limpieza manual de alcantarillas	m3	2.88	43.10	124.13
402	Rotura de hormigón simple	m3	2.88	46.94	135.19
403	Rotura de hormigón armado	m3	2.88	71.84	206.90
404	Excavación zanja a máquina (0 a 4 m)	m3	1,784.32	2.31	4,121.78
405	Tubería PVC alcantarillado 250 mm	m	79.00	25.71	2,031.09
406	Pozo de revisión f'c 210kg/cm2	u	16.00	761.92	12,190.72
407	Relleno compactado material de excavación	m3	1,784.32	3.56	6,352.18
408	Hormigón simple f'c 240 Kg/cm2	m3	24.00	162.33	3,895.92
409	Hormigón simple f'c 210 Kg/cm2	m3	24.00	151.71	3,641.04
410	Acero de refuerzo en barras fy = 4.200 kg/cm2	Kg	1,848.00	1.74	3,215.52
411	Tubería de HA D=1200 mm (mat, trans, inst)	m	3.00	200.76	602.28
412	Tubería metálica corrugada D=1200 mm (mat, trans, inst)	m	40.00	252.55	10,102.00
413	Excavación a mano cielo abierto	m3	52.90	5.67	299.96
414	Revestimiento de cuneta laterales hormigón f'c 210 Kg/cm2 e=10 cm	m3	55.03	122.61	6,747.83
415	Tubería HS 200 mm para sumidero	m	210.00	10.03	2,106.30
416	Sumidero calzada cerco/rejilla hf (provisión y montaje)	u	20.00	178.76	3,575.20
417	Tubería PVC alcantarillado 300 mm	m	256.00	36.99	9,469.44
418	Tubería PVC alcantarillado 400 mm	m	456.00	62.64	28,563.84
PAVIMENTO ARTICULADO				SUBTOTAL	97,381.31
601	Sub-base clase 3	m3	4,966.64	14.93	74,151.89
602	Adoquinado (f'c=300 kg/cm2) incluye cama de arena y emporado	m2	9,418.18	17.35	163,405.36
603	Adoquinado de color e=8cm(f'c=400 kg/cm2) incluye cama de arena y emporado	m2	506.13	25.26	12,784.94
604	Berma de hormigón simple f'c=180kg/cm2	m3	33.11	133.88	4,432.89
OBRAS COMPLEMENTARIAS				SUBTOTAL	254,775.08
701	Alzada de pozos de revisión /rejillas 0-10cm	u	12.00	123.65	1,483.80
702	Acera H.S. (10cm- f'c=180Kg/cm2) incluye piedra bola	m2	4,186.55	26.06	109,101.48
SEÑALIZACIÓN				SUBTOTAL	110,585.28

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO REFERENCIAL N°. 2

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
801	Marcas de pavimento: Línea de pare (0.40 para velocidades < 50 Km/h x variable) blanca	m	47.40	4.26	201.92
802	Marcas de pavimento: Línea de detención (0,20x0.60x0.60 x L=variable m) blanca	m	43.20	2.34	101.09
803	Marcas de pavimento: Línea de ceda el paso (0,10x0.60x0.60 x L=variable) blanca	m	39.60	2.34	92.66
804	Marcas de pavimento: Línea de división de carril de circulación (3.00P-9.00B x 0,15x L=variable) amarilla	Km	2.06	2,887.59	5,943.18
805	Marcas de pavimento: Línea de barrera doble amarilla (0.15 x L=variable) amarilla	Km	1.22	3,461.34	4,220.79
806	Marcas de pavimento: Paso Cebra (0.40m x L=variable) blanco	m	332.00	3.97	1,318.04
807	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente, blanca	u	29.00	8.84	256.36
808	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente + viraje izquierdo o derecho, blanca	u	12.00	15.38	184.56
809	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de viraje izquierdo y derecho, blanca	u	3.00	10.41	31.23
810	Marcas de pavimento (BUS): Parada de Bus	u	4.00	20.42	81.68
811	Señales al lado de la carretera: Placa regulatoria de PARE (octogonal inscrito 0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956TIPO IV	u	11.00	122.26	1,344.86
812	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de VELOCIDAD MÁXIMA (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPI IV	u	4.00	122.51	490.04
813	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de PARADA DE BUS (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	4.00	122.51	490.04
814	Señales al lado de la carretera: Placa preventiva - varias (0.75x 0,75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	21.00	122.51	2,572.71
815	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (0.65X0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00	432.13	432.13
816	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (1.05x0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	2.00	442.79	885.58
817	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (2.33x0.95m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00	655.17	655.17
818	Señales al lado de la carretera: Delineador de peligro Obstrucción en la	u	3.00	19.24	57.72

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO REFERENCIAL N° 2					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
	vía (0.30x0.90m), ASTM D4956 TIPO IV				
IMPACTO AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL				SUBTOTAL	19,359.77
901	Agua para control de polvo	m3	347.66	5.25	1,825.24
902	Letrina sanitaria	u	2.00	659.52	1,319.04
903	Basureros pintados	u	3.00	23.48	70.44
904	Charlas de socialización	u	2.00	105.24	210.48
905	Hojas volantes	u	600.00	0.08	48.00
906	Señal preventiva temporal: hombres trabajando (0,60x1,20m)	u	8.00	34.67	277.36
907	Señal preventiva temporal: Desvió (0,60x1,20m)	u	2.00	34.67	69.34
908	Señal preventiva temporal: Peligro (0,40x1,20m)	u	6.00	23.27	139.62
909	Letreros informativos del proyecto (1.20x2.40)	u	1.00	215.90	215.90
910	Cinta plástica reflectiva	m	1,000.00	0.18	180.00
911	Conos H=0,90m	u	18.00	45.03	810.54
VARIOS				SUBTOTAL	5,165.96
1001	Desalojo de escombros	m3	85.00	6.61	561.85
1002	Planos As built lámina A0 o A1	u	26.00	71.43	1,857.18
				SUBTOTAL	2,419.03
TOTAL					704,624.53

Elaborado por: Los Autores.

Valor presupuesto de alternativa 2 con pavimento articulado USD 704,624.53 + IVA (setecientos cuatro mil seis cientos veinte y cuatro dólares con cincuenta y tres centavos).

10.1.1 Cantidades de Obra.

Con las consideraciones citadas anteriormente se ha procedido al cálculo de cantidades de obra referencial tanto para el escenario 1 y 2, constantes en el anexo 10.1

Se debe aclarar que las tablas de cantidades adjuntas son referenciales y en el caso de ser ejecutados, constituirán la única compensación al contratista por los trabajos realizados.

10.2 Análisis de Precios Unitarios.

10.2.1 Equipo y Maquinaria.

Los costos horarios de equipo y maquinaria principal requerida en el proyecto, se calcularon considerando: depreciación, seguros, mantenimiento, repuestos, combustibles, lubricantes y otros necesarios para el correcto funcionamiento, como ejemplo citamos el cálculo horario del compactador y los restantes se encuentran en el anexo 10.1.

Figura 119

Cálculo de costo horario de equipo pesado.

CALCULO DE COSTO HORARIO DE EQUIPO PESADO				
DATOS DEL EQUIPO				
TIPO	COMPACTADOR			
POTENCIA (HP) P	7.50	TASA DE INTERES ANUAL i	12.00%	
VALOR DE ADQUISICION US\$ Va	2,000.00	TASA DE SEGUROS s	5.00%	
VALOR ACCESORIOS US\$ Vacc	0.00	VIDA UTIL AÑOS N	2.00	
VALOR NEUMATICOS US\$ VII	0.00	HORAS AÑO Ha	800.00	
VIDA UTIL NEUMÁTICOS(h/a) Vull	0.00	DIESEL(galón) Di	1.04	
VALOR RESIDUAL US\$ Vr	400.00	GASOLINA (galón) G	1.48	
		LUBRICANTE (ltr) lub	2.00	
		GRASA (kg) gr	0.50	
CONCEPTO	FORMULAS			USD/hora
DEPRECIACION	$D=(Va-Vr)/Ve$			1.00
INTERESES, SEGUROS	$I=((Va+Vr)*(i+s))/2*ha$			0.26
M.O. MANTENIMIENTO	$MM=0.23*D*k$			0.23
REPUESTOS	$R=0.7425*D*k$			0.74
DIESEL	$Di=0.04*P*$/gal$			0.31
LUBRICANTES	$L=(0.00132*lub+0.001gr)*P$			0.02
LLANTAS	$LL=VII/Vull$			0.00
TOTAL				2.56
COSTO HORA UTILIZADO				2.56

Elaborado por: Los Autores.

10.2.2 Mano de Obra.

De conformidad a lo estipulado por la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, los salarios se los calculo en base a los salarios mínimos fijado por ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad a los establecidos por la Contraloría General del Estado.

Los costos horarios se obtuvieron de la página web de la Contraloría General del Estado, e indica que: “El listado corresponde exclusivamente a las estructuras ocupacionales que constan en la publicación de los salarios de las Comisiones Sectoriales del Ministerio del Trabajo, en los Acuerdos Ministeriales MDT-2019-394 y MDT-2019-395 de 27 de diciembre de 2019; que están en vigencia a partir del 1 de enero de 2020.” (Contraloría General del Estado, 2020)

Tabla 84

Salarios mano de obra a enero 2020

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCERO	DÉCIMO CUARTO	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2								
Peón	410.40	410.40	400.00	598.36	410.40	6,743.96	28.82	3.60
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2								
Albañil	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Operador de equipo liviano	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Pintor	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Pintor de exteriores	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Pintor empapelador	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Fierrero	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Carpintero	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Encofrador / Engrasador	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Carpintero de ribera	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Plomero	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Electricista	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Instalador de revestimiento en general	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Ayudante de perforador	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Cadenero	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Mampostero	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Enlucidor	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Hojalatero	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Técnico liniero eléctrico	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Técnico en montaje de subestaciones	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Técnico electromecánico de construcción	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Obrero especializado en la elaboración de prefabricados de hormigón	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1								
Maestro eléctrico/liniero/subestación	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2								
Operador de perforador	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Perfilero	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Técnico albañilería	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Técnico obras civiles	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2								
Plomero	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICAD O	DÉCIM O TERCE R	DÉCIM O CUART O	APORT E PATRO NAL	FONDO RESERV A	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORA RIO
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3								
Inspector de obra	464.32	464.32	400.00	676.98	464.32	7,577.46	32.38	4.05
Supervisor eléctrico general / Supervisor sanitario genera	464.32	464.32	400.00	676.98	464.32	7,577.46	32.38	4.05
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B1								
Ingeniero Eléctrico / Ingeniero Civil	465.51	465.51	400.00	678.71	465.51	7,595.85	32.46	4.06
Residente de Obra	465.51	465.51	400.00	678.71	465.51	7,595.85	32.46	4.06
LABORATORIO								
Laboratorista 2: experiencia mayor de 7 años (Estr. Oc. C1)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
TOPOGRAFÍA								
Topógrafo 2: título exper. mayor a 5 años(Estr.Oc.C1)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
DIBUJANTES								
Dibujante (Estr.Oc.C2)	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (GRUPO D)								
Operador de Motoniveladora	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador de Excavadora	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Grúa puente de elevación	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Pala de castillo	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Grúa estacionaria	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Draga/Draglino	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Tractor carriles o ruedas (bulldozer, topador, roturador, malacate, trailla)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Tractor tiende tubos (side bone)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Mototrailla	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Cargadora frontal (Payload, sobre ruedas u orugas)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Retroexcavadora	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Auto-tren cama baja (trayler)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Fresadora de pavimento asfáltico / Rotomil	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Recicladora de pavimento asfáltico / Rotomil	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Planta de emulsión asfáltica	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Máquina para sellos asfálticos	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Squider	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador de camión articulado con volteo	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador de camión mezclador para micropavimentos	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador de camión cisterna para cemento y asfalto	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador de perforadora de brazos múltiples (jumbo)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador máquina tuneladora (topo)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador de concretera rodante / misger	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador de máquina extendidora de adoquín	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador de máquina zanjadora	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II)								
Operador responsable de la planta hormigonera	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador responsable de la planta trituradora	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador responsable de la planta asfáltica	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de track drill	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador Rodillo autopropulsado	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador Distribuidor de asfalto	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador Distribuidor de agregados	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Acabadora de pavimento de hormigón	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador Acabadora de pavimento asfáltico	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de grada elevadora	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de canastilla elevadora	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de bomba lanzadora de concreto	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de tractor de ruedas (barredora, cegadora, rodillo remolcado, franjeadora)	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de caldero planta asfáltica	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de barredora autopropulsada	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de punzón neumático	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de compresor	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Camión de carga frontal	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador de camión de volteo con o sin articulación / Dumper	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador mini excavadora/mini cargadora con sus aditamentos	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador termo formado	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Técnico en carpintería	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Técnico en mantenimiento de viviendas y edificios	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3								
Operador máquina estacionaria clasificadora de material	422.29	422.29	400.00	615.70	422.29	6,927.76	29.61	3.70
MECÁNICOS								
Mecánico de equipo pesado caminero (Estr.Oc.C1)	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Mecánico de equipo liviano (Estr.Oc.C3)	422.29	422.29	400.00	615.70	422.29	6,927.76	29.61	3.70
SIN TITULO								
Engrasador o abastecedor responsable (Estr.Oc.D2)	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
CHOFERES PROFESIONALES								
CHOFER: De vehículos de emergencia (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más de 3.5 toneladas (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Tráiler (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCERO	DÉCIMO CUARTO	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Tanqueros (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Plataformas (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Para ferrocarriles (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Para auto ferros (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Camiones para transportar mercancías o sustancias peligrosas y otros vehículos especiales (Estr.Oc.C1)	614.84	614.84	400.00	896.44	614.84	9,904.20	42.33	5.29
CHOFER: Para transporte Escolares-Personal y turismo, hasta 45 pasajeros (Estr.Oc.C2)	608.39	608.39	400.00	887.03	608.39	9,804.49	41.90	5.24
CHOFER: Para camiones sin acoplados (Estr.Oc.C3)	594.06	594.06	400.00	866.14	594.06	9,582.98	40.95	5.12
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 OPERADORES								
Operador de bomba	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Equipo en general	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Equipos móviles	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Maquinaria	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Molino de amianto	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador Planta dosificadora	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
Operador De productos terminados	463.52	463.52	400.00	675.81	463.52	7,565.09	32.23	4.04
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2								
Operador de bomba impulsadora de hormigón	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador Equipos móviles de planta	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador Molino de amianto	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador Planta dosificadora de hormigón	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
Operador Productos terminados	439.95	439.95	400.00	641.45	439.95	7,200.75	30.77	3.85
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2								
Preparador de mezcla de materias primas	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
Tubero	415.75	415.75	400.00	606.16	415.75	6,826.66	29.17	3.65
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2								
Resanador en general	410.40	410.40	400.00	598.36	410.40	6,743.96	28.82	3.60
Tinero de pasta de amianto	410.40	410.40	400.00	598.36	410.40	6,743.96	28.82	3.60

Fuente: (Contraloría General del Estado, 2020)

10.2.3 *Materiales.*

Son aquellos insumos necesarios para la ejecución del rubro y están de acuerdo a la disponibilidad y precio del mercado, y de igual manera sus precios son referenciales, para la ejecución de la obra, los oferentes deberán proponer sus costos y deben estar de acuerdo al mercado nacional.

10.2.4 *Indirectos.*

Los costos indirectos se establecieron en el 25% y corresponden a 3 consideraciones que son:

- Gastos de administración central.- todos aquellos que no se pueden vincular directamente a cada rubro y corresponden a costos de oficinas, servicios básicos, personal administrativo, seguros, implementos de seguridad.
- Gastos de administración de obra.- corresponden a los requeridos para la ejecución de la obra pero no están directamente ligados a cada rubro, así tenemos: personal técnico, mantenimiento de la obra, garantías, campamento, financiamientos.
- Imprevistos.- es un porcentaje asignado para cubrir los riesgos en la ejecución del contrato y que no existió certeza de su acaecimiento.
- Utilidad.- es la ganancia que tiene el contratista por su trabajo.

A continuación se describe los porcentajes considerados para este costo:

Tabla 85*Cálculo de Costos Indirectos, Imprevistos y Utilidad*

1 COSTOS INDIRECTOS	9.98%
1.1 GASTOS ADMINISTRACIÓN CENTRAL	3.21%
ALQUILER Y DEPRECIACIÓN	0.43%
Alquiler oficina, bodega, etc	0.30%
Depreciacion equipos de oficina, muebles y enceres	0.03%
Pago de luz, agua, teléfono, internet, etc.	0.10%
CARGOS ADMINISTRATIVOS	1.20%
Contador, Jefe de compras, Jefe de almacén, etc.	0.60%
Secretaria, Recepcionista, Mensajero, etc.	0.60%
CARGOS PROFESIONALES	1.10%
Gerente, Director Técnico, etc.	1.10%
MATERIALES DE CONSUMO Y MANTENIMIENTO	0.10%
Artículos de limpieza, etc.	0.02%
Papelería, lápices, cuadernos, borradores, tintas, CDs, etc.	0.05%
Mantenimiento de equipos de oficina	0.03%
SEGUROS	0.15%
Equipo, Personal, Vehículos, Oficina, Campamento, obra, etc.	0.15%
SEGURIDAD	0.23%
Implementos de seguridad (Botass, casca, chaleco, guantes, gafas, etc.)	0.15%
Prevención de accidentes (Línea vida, conos, letreros, extinguidores, etc)	0.08%
1.2 GASTOS ADMINISTRACIÓN DE OBRA (Gasto obra/Monto obra)	6.77%
CARGOS DE CAMPO	4.37%
Residente de obra	1.35%
Bodeguero, Guardia	1.20%
Transporte de equipo y personal de la obra	0.28%
Otros gastos administrativos	1.31%
Limpieza final de la obra	0.07%
Mantenimiento rutinario de la obra	0.16%
FINANCIAMIENTO	0.43%
Costo Financiero	0.43%
GARANTÍAS	0.69%
Garantías de la obra	0.69%
CAMPAMENTO	1.28%
Alquiler de campamento	0.50%
Depreciacion equipos de oficina, muebles y enceres	0.12%
Pago de luz, agua, teléfono, internet, etc.	0.16%
Vehículo (Depreciación y combustible)	0.50%
2 IMPREVISTOS	2.42%
3 UTILIDAD	12.60%
TOTAL COSTOS INDIRECTOS, IMPREVISTOS Y UTILIDAD	25.00%

*Elaborado por: Los Autores***10.3 Cronograma Valorado de Trabajos.**

El cronograma valorado de trabajo es la distribución de los recursos del proyecto en el tiempo para el cumplimiento del objeto del contrato y permite el seguimiento de las actividades del proyecto así como ayuda a la toma de decisiones en caso de retrasos.

El cronograma demuestra la capacidad de planificación del responsable y cuando están adecuadamente elaborados son herramientas muy útiles para la toma de decisiones en el caso de desfase por causas no imputables al contratista, de esta manera se han preparado dos cronogramas para los dos escenarios propuestos y se detallan a continuación ambos con un plazo de 210 días calendario.

Tabla 86

Cronograma valorado de trabajos 1 (Pavimento flexible)

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 1												
CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	TIEMPO EN DÍAS						
						30	30	30	30	30	30	
TRABAJOS PRELIMINARES						3,549.68						
101	Replanteo de vía (laterales 25m abscisado C/10m- vista adelante vista atrás	Km	2.60	1,367.59	3,549.68							
102	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1.39	351.73	487.50							
103	Remoción de edificaciones, casas y otras construcciones	m2	25.00	40.16	1,004.00							
104	Rotura acera/gradas	m3	138.43	86.99	12,042.20							
105	Rotura bordillos	m3	133.82	43.49	5,820.01							
106	Desadoquinado	m2	7,137.28	2.65	18,913.79							
107	Desempedrado	m2	3,571.60	2.46	8,786.14							8,786.14
MOVIMIENTO DE TIERRAS												
201	Excavación a maquina cielo abierto	m3	10,446.00	2.00	20,892.00		6,964.00	6,964.00	6,964.00			
202	Acarreo mecánico material hasta 1 Km (carga, trans, volt)	m3	10,446.00	1.31	13,684.26		4,561.42	4,561.42	4,561.42			
203	Sobreacarreo medios mecánicos m3*Km (transporte)	m3-Km	52,230.00	0.37	19,325.10		6,441.70	6,441.70	6,441.70			
BORDILLOS HS 50X15 (f'c=180 kg/cm2)												
301	Excavación zanja a mano en tierra	m3	115.53	8.22	949.69		316.56	316.56	316.56			
302	Bordillo de hormigón simple 50X15 (f'c=180 kg/cm2) incl encofrado	m	5,135.14	22.13	113,640.69		37,880.23	37,880.23	37,880.23			
OBRAS DE DRENAJE Y ARTE MENOR												
401	Limpieza manual de alcantarillas	m3	2.88	43.10	124.13							124.13
402	Rotura de hormigon simple	m3	2.88	46.94	135.19			67.59	67.59			
403	Rotura de hormigon armado	m3	2.88	71.84	206.90			103.45	103.45			
							1,373.93	1,373.93	1,373.93			

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 1											
CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	TIEMPO EN DÍAS					
						30	30	30	30	30	30
404	Excavación zanja a máquina (0 a 4 m)	m3	1,784.32	2.31	4,121.78						
405	Tubería PVC alcantarillado 250 mm	m	79.00	25.71	2,031.09		677.03	677.03	677.03		
406	Pozo de revisión f'c 210kg/cm2	u	16.00	761.92	12,190.72				6,095.36	6,095.36	
407	Relleno compactado material de excavación	m3	1,784.32	3.56	6,352.18		2,117.39	2,117.39	2,117.39		
408	Hormigón simple f'c 240 Kg/cm2	m3	24.00	162.33	3,895.92						3,895.92
409	Hormigón simple f'c 210 Kg/cm2	m3	24.00	151.71	3,641.04						3,641.04
410	Acero de refuerzo en barras fy = 4.200 kg/cm2	Kg	1,848.00	1.74	3,215.52						3,215.52
411	Tubería de HA D=1200 mm (mat, trans, inst)	m	3.00	200.76	602.28		602.28				
412	Tubería metálica corrugada D=1200 mm (mat, trans, inst)	m	40.00	252.55	10,102.00		10,102.00				
413	Excavación a mano cielo abierto	m3	52.90	5.67	299.96		299.96				
414	Revestimiento de cuneta laterales hormigon f'c 210 Kg/cm2 e=10 cm	m3	55.03	122.61	6,747.83						6,747.83
415	Tubería HS 200 mm para sumidero	m	210.00	10.03	2,106.30					2,106.30	
416	Sumidero calzada cerco/rejilla hf (provision y montaje)	u	20.00	178.76	3,575.20					3,575.20	
417	Tubería PVC alcantarillado 300 mm	m	256.00	36.99	9,469.44					9,469.44	
418	Tubería PVC alcantarillado 400 mm	m	456.00	62.64	28,563.84					28,563.84	
PAVIMENTO FLEXIBLE											
501	Conformación y compactación de subrasante	m3	4,966.64	0.89	4,420.31			2,210.15	2,210.15		
502	Mejoramiento de la subrasante con material seleccionado	m3	2,325.53	13.40	31,162.09			15,581.05	15,581.05		
									30,896.62	30,896.62	

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 1						TIEMPO EN DÍAS						
CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	30	30	30	30	30	30	30
503	Sub-base clase 3	m3	4,138.86	14.93	61,793.24							
504	Base granular clase 2	m3	2,483.32	20.72	51,454.36				25,727.18	25,727.18		
505	Asfalto diluido tipo SC para imprimacion (1.50lts/m2)	lt	3,513.76	0.59	2,073.12					1,036.56	1,036.56	
506	Capa de rodadura hormigón asfáltico mezclado planta e=10 cm	m2	16,555.46	17.35	287,237.17				143,618.58	143,618.58		
OBRAS COMPLEMENTARIAS												1,483.80
701	Alzada de pozos de revisión /rejillas 0-10cm	u	12.00	123.65	1,483.80							
702	Acera H.S. (10cm- fc=180Kg/cm2) incluye piedra bola	m2	4,186.55	26.06	109,101.48					54,550.74	54,550.74	
SEÑALIZACIÓN												201.92
801	Marcas de pavimento: Línea de pare (0.40 para velocidades < 50 Km/h x variable) blanca	m	47.40	4.26	201.92							
802	Marcas de pavimento: Línea de detención (0,20x0.60x0.60 x L=variable m) blanca	m	43.20	2.34	101.09							101.09
803	Marcas de pavimento: Línea de ceda el paso (0,10x0.60x0.60 x L=variable) blanca	m	39.60	2.34	92.66							92.66
804	Marcas de pavimento: Línea de división de carril de circulación (3.00P-9.00B x 0,15x L=variable) amarilla	Km	2.06	2,887.59	5,943.18							5,943.18
805	Marcas de pavimento: Línea de barrera doble amarilla (0.15 x L=variable) amarilla	Km	1.22	3,461.34	4,220.79							4,220.79
												1,318.04
806	Marcas de pavimento: Paso Cebra (0.40m x L=variable) blanco	m	332.00	3.97	1,318.04							
807	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente, blanca	u	29.00	8.84	256.36							256.36
												184.56

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 1												
CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	TIEMPO EN DÍAS						
						30	30	30	30	30	30	
808	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente + viraje izquierdo o derecho, blanca	u	12.00	15.38	184.56							31.23
809	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de viraje izquierdo y derecho, blanca	u	3.00	10.41	31.23							81.68
810	Marcas de pavimento (BUS): Parada de Bus	u	4.00	20.42	81.68							1,344.86
811	Señales al lado de la carretera: Placa regulatoria de PARE (octogonal inscrito 0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	11.00	122.26	1,344.86							490.04
812	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de VELOCIDAD MÁXIMA (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	4.00	122.51	490.04							490.04
813	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de PARADA DE BUS (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	4.00	122.51	490.04							2,572.71
814	Señales al lado de la carretera: Placa preventiva - varias (0.75x 0,75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	21.00	122.51	2,572.71							432.13
815	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (0.65X0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00	432.13	432.13							885.58
816	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (1.05x0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	2.00	442.79	885.58							655.17
817	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de	u	1.00	655.17	655.17							

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 1												
CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	TIEMPO EN DÍAS						
						30	30	30	30	30	30	30
	la carretera (2.33x0.95m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV											57.72
818	Señales al lado de la carretera: Delineador de peligro Obstrucción en la vía (0.30x0.90m), ASTM D4956 TIPO IV	u	3.00	19.24	57.72							
IMPACTO AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL							1,825.24					
901	Agua para control de polvo	m3	347.66	5.25	1,825.24							
902	Letrina sanitaria	u	2.00	659.52	1,319.04	1,319.04						
903	Basureros pintados	u	3.00	23.48	70.44	70.44						
904	Charlas de socialización	u	2.00	105.24	210.48	210.48						
905	Hojas volantes	u	600.00	0.08	48.00	48.00						
906	Señal preventiva temporal: hombres trabajando (0,60x1,20m)	u	8.00	34.67	277.36	277.36						
907	Señal preventiva temporal: Desvío (0,60x1,20m)	u	2.00	34.67	69.34	69.34						
908	Señal preventiva temporal: Peligro (0,40x1,20m)	u	6.00	23.27	139.62	139.62						
909	Letreros informativos del proyecto (1.20x2.40)	u	1.00	215.90	215.90	215.90						
910	Cinta plástica reflectiva	m	1,000.00	0.18	180.00	180.00	25.71	25.71	25.71	25.71	25.71	25.71
911	Conos H=0,90m	u	18.00	45.03	810.54	810.54	270.18	270.18	270.18	270.18	270.18	270.18
VARIOS												
1001	Desalojo de escombros	m3	85.00	6.61	561.85							561.85
1002	Planos As built lámina A0 o A1	u	26.00	71.43	1,857.18							1,857.18
TOTAL					892,146.68							
INVERSIÓN PARCIAL						44,463.24	73,187.45	78,590.40	149,825.52	251,384.97	216,856.03	77,839.05
AVANCE PARCIAL %						4.98%	8.20%	8.81%	16.79%	28.18%	24.31%	8.72%
INVERSIÓN ACUMULADA						44,463.24	117,650.70	196,241.10	346,066.62	597,451.59	814,307.63	892,146.68
AVANCE ACUMULADO						4.98%	13.19%	22.00%	38.79%	66.97%	91.28%	100.00%

Elaborador por: Los Autores.

Tabla 87

Cronograma valorado de trabajos escenario 2 (Pavimento articulado)

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 2						TIEMPO EN DÍAS					
CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	30	30	30	30	30	30
TRABAJOS PRELIMINARES						3,549.68					
101	Replanteo de vía (laterales 25m abscisado C/10m- vista adelante vista atrás	Km	2.60	1,367.59	3,549.68						
						487.50					
					258						

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 2

CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	TIEMPO EN DÍAS						
						30	30	30	30	30	30	
102	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1.39	351.73	487.50							
						1,004.00						
103	Remoción de edificaciones, casas y otras construcciones	m2	25.00	40.16	1,004.00							
						12,042.20						
104	Rotura acera/gradas	m3	138.43	86.99	12,042.20							
						5,820.01						
105	Rotura bordillos	m3	133.82	43.49	5,820.01							
						18,913.79						
106	Desadoquinado	m2	7,137.28	2.65	18,913.79							
												8,786.14
107	Desempedrado	m2	3,571.60	2.46	8,786.14							
MOVIMIENTO DE TIERRAS												
201	Excavación a máquina cielo abierto	m3	9,640.39	2.00	19,280.78							
							6,426.93		6,426.93			6,426.93
							4,209.64		4,209.64			4,209.64
202	Acarreo mecánico material hasta 1 Km (carga, trans, volt)	m3	9,640.39	1.31	12,628.91							
							5,944.91		5,944.91			5,944.91
203	Sobreacarreo medios mecánicos m3*Km (transporte)	m3-Km	48,201.95	0.37	17,834.72							
							316.56		316.56			316.56
BORDILLOS HS 50X15 (f'c=180 kg/cm2)												
301	Excavación zanja a mano en tierra	m3	115.53	8.22	949.69							
							37,880.23		37,880.23			37,880.23
302	Bordillo de hormigón simple 50X15 (f'c=180 kg/cm2) incl encofrado	m	5,135.14	22.13	113,640.69							
OBRAS DE DRENAJE Y ARTE MENOR												
401	Limpieza manual de alcantarillas	m3	2.88	43.10	124.13							124.13
402	Rotura de hormigón simple	m3	2.88	46.94	135.19							
403	Rotura de hormigón armado	m3	2.88	71.84	206.90							
404	Excavación zanja a máquina (0 a 4 m)	m3	1,784.32	2.31	4,121.78							
405	Tubería PVC alcantarillado 250 mm	m	79.00	25.71	2,031.09							
406	Pozo de revisión f'c 210kg/cm2	u	16.00	761.92	12,190.72							
407	Relleno compactado material de excavación	m3	1,784.32	3.56	6,352.18							
408	Hormigón simple f'c 240 Kg/cm2	m3	24.00	162.33	3,895.92							3,895.92

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 2											
CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	TIEMPO EN DÍAS					
						30	30	30	30	30	30
											3,641.04
409	Hormigón simple f'c 210 Kg/cm2	m3	24.00	151.71	3,641.04						3,641.04
410	Acero de refuerzo en barras fy = 4.200 kg/cm2	Kg	1,848.00	1.74	3,215.52						3,215.52
411	Tubería de HA D=1200 mm (mat, trans, inst)	m	3.00	200.76	602.28		602.28				
412	Tubería metálica corrugada D=1200 mm (mat, trans, inst)	m	40.00	252.55	10,102.00		10,102.00				
413	Excavación a mano cielo abierto	m3	52.90	5.67	299.96		299.96				
414	Revestimiento de cuneta laterales hormigón f'c 210 Kg/cm2 e=10 cm	m3	55.03	122.61	6,747.83						6,747.83
415	Tubería HS 200 mm para sumidero	m	210.00	10.03	2,106.30				2,106.30		
416	Sumidero calzada cerco/rejilla hf (provisión y montaje)	u	20.00	178.76	3,575.20				3,575.20		
417	Tubería PVC alcantarillado 300 mm	m	256.00	36.99	9,469.44				9,469.44		
418	Tubería PVC alcantarillado 400 mm	m	456.00	62.64	28,563.84				28,563.84		
PAVIMENTO ARTICULADO											
601	Sub-base clase 3	m3	4,966.64	14.93	74,151.89				37,075.94		37,075.94
									81,702.68		81,702.68
602	Adoquinado (f'c=300 kg/cm2) incluye cama de arena y emporado	m2	9,418.18	17.35	163,405.36						
603	Adoquinado de color e=8cm(f'c=400 kg/cm2) incluye cama de arena y emporado	m2	506.13	25.26	12,784.94						12,784.94
604	Berma de hormigón simple f'c=180kg/cm2	m3	33.11	133.88	4,432.89						4,432.89
OBRAS COMPLEMENTARIAS											
701	Alzada de pozos de revisión /rejillas 0-10cm	u	12.00	123.65	1,483.80						1,483.80
702	Acera H.S. (10cm- fc=180Kg/cm2) incluye piedra bola	m2	4,186.55	26.06	109,101.48					54,550.74	54,550.74

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 2

CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	TIEMPO EN DÍAS					
						30	30	30	30	30	
SEÑALIZACIÓN						201.92					
801	Marcas de pavimento: Línea de pare (0.40 para velocidades < 50 Km/h x variable) blanca	m	47.40	4.26	201.92						
802	Marcas de pavimento: Línea de detención (0,20x0.60x0.60 x L=variable m) blanca	m	43.20	2.34	101.09						
803	Marcas de pavimento: Línea de ceda el paso (0,10x0.60x0.60 x L=variable) blanca	m	39.60	2.34	92.66						
804	Marcas de pavimento: Línea de división de carril de circulación (3.00P-9.00B x 0,15x L=variable) amarilla	Km	2.06	2,887.59	5,943.18						
805	Marcas de pavimento: Línea de barrera doble amarilla (0.15 x L=variable) amarilla	Km	1.22	3,461.34	4,220.79						
806	Marcas de pavimento: Paso Cebra (0.40m x L=variable) blanco	m	332.00	3.97	1,318.04						
807	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente, blanca	u	29.00	8.84	256.36						
808	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de frente + viraje izquierdo o derecho, blanca	u	12.00	15.38	184.56						
809	Marcas de pavimento (flechas): Flecha de viraje izquierdo y derecho, blanca	u	3.00	10.41	31.23						
810	Marcas de pavimento (BUS): Parada de Bus	u	4.00	20.42	81.68						
811	Señales al lado de la carretera: Placa regulatoria de PARE (octogonal inscrito 0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956TIPO IV	u	11.00	122.26	1,344.86						

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 2

CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	TIEMPO EN DÍAS						
						30	30	30	30	30		
											490.04	
812	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de VELOCIDAD MÁXIMA (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPI IV	u	4.00	122.51	490.04							490.04
813	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de PARADA DE BUS (0.75x0.75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	4.00	122.51	490.04							2,572.71
814	Señales al lado de la carretera: Placa preventiva - varias (0.75x 0,75m), reflectividad ASTM D4956 TIPO IV	u	21.00	122.51	2,572.71							432.13
815	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (0.65X0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00	432.13	432.13							885.58
816	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (1.05x0.25m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	2.00	442.79	885.58							655.17
817	Señales al lado de la carretera: Placa informativa sobre postes a un lado de la carretera (2.33x0.95m), reflectividad ASTM D 4956 Tipo IV	u	1.00	655.17	655.17							57.72
818	Señales al lado de la carretera: Delineador de peligro Obstrucción en la vía (0.30x0.90m), ASTM D4956 TIPO IV	u	3.00	19.24	57.72							
IMPACTO AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL												
901	Agua para control de polvo	m3	347.66	5.25	1,825.24			1,825.24				
902	Letrina sanitaria	u	2.00	659.52	1,319.04	1,319.04						
903	Basureros pintados	u	3.00	23.48	70.44			70.44				
904	Charlas de socialización	u	2.00	105.24	210.48			210.48				
								48.00				
					262							

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS ESCENARIO 2						TIEMPO EN DÍAS						
CÓDIGO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P.TOTAL	30	30	30	30	30	30	30
905	Hojas volantes	u	600.00	0.08	48.00	████████						
						277.36						
906	Señal preventiva temporal: hombres trabajando (0,60x1,20m)	u	8.00	34.67	277.36	████████						
						69.34						
907	Señal preventiva temporal:Desvio (0,60x1,20m)	u	2.00	34.67	69.34	████████						
						139.62						
908	Señal preventiva temporal: Peligro (0,40x1,20m)	u	6.00	23.27	139.62	████████						
						215.90						
909	Letreros informativos del proyecto (1.20x2.40)	u	1.00	215.90	215.90	████████						
						25.71	25.71	25.71	25.71	25.71	25.71	25.71
910	Cinta plástica reflectiva	m	1,000.00	0.18	180.00	████████	████████	████████	████████	████████	████████	████████
						270.18		270.18		270.18		
911	Conos H=0,90m	u	18.00	45.03	810.54	████████		████████		████████		
VARIOS												561.85
1001	Desalojo de escombros	m3	85.00	6.61	561.85							████████
												1,857.18
1002	Planos As built lámina A0 o A1	u	26.00	71.43	1,857.18							████████
			TOTAL		704,624.53							
			INVERSIÓN PARCIAL			44,463.24	71,801.80	59,413.55	74,024.87	168,884.66	190,979.51	95,056.89
			AVANCE PARCIAL %			6.31%	10.19%	8.43%	10.51%	23.97%	27.10%	13.49%
			INVERSIÓN ACUMULADA			44,463.24	116,265.05	175,678.60	249,703.47	418,588.13	609,567.64	704,624.53
			AVANCE ACUMULADO			6.31%	16.50%	24.93%	35.44%	59.41%	86.51%	100.00%

Elaborado por: Los Autores

10.4 Cálculo de los Beneficios Valorados.

Para evaluar la alternativa más conveniente en el proyecto se requiere de una evaluación de las alternativas desde el punto de vista técnico económica para lo cual se identificará, medirá y valorará los costos beneficios de cada alternativa propuesta. (Ministerio de Desarrollo Social Gobierno de Chile, 2013)

Los beneficios en proyecto viales corresponden principalmente a los relacionados al ahorro en el tiempo de viaje, reducción de costos de mantenimiento de vehículos, y reducción de los costos de operación de los mismos.

10.4.1 Ahorro de Tiempo de Viaje.

Al disponer de una vía más amplia y en mejores condiciones y más directa, los vehículos que circulan ahorran tiempo de viaje; este ahorro se obtiene de la diferencia entre el tiempo con y sin proyecto.

$$\text{Ahorro de tiempo horas/día} = T_{s/P} - T_{c/P}$$

Donde:

$T_{s/p}$ = Tiempo de viaje sin proyecto (horas/día)

$T_{c/p}$ = Tiempo de viaje con proyecto (horas/día)

Tabla 88

Estimación de ahorro de tiempo de viaje

	SIN PROYECTO			CON PROYECTO			AHORRO TPO. VIAJE (Hrs) VII=III-VI	FLUJO VEHICULAR (Veh/Día) VIII	TASA DE OCUPACION (PAX/Veh) IX	NUM VIAJES (PAX/Día) X=VIII*I	AHORRO HORAS (PAX-Hrs/Día) XI=VII* X	PREC. SOCIO TIEMPO (\$/PAX-Hrs) XII	AHORRO TOTAL (\$/Día) XIII=XI*XII
	DISTANCIA (Km) I	VEL. MEDIA (Km/Hr) II	TPO. VIAJE (Hrs) III = I / II	DISTANCIA (Km) IV	VEL. MEDIA (Km/Hr) V	TPO. VIAJE (Hrs) VI = IV / V							
Autos	1.505	15	0.100	1.274	50	0.025	0.075	1168	2.0	2,336	174.857	3	437
Taxis	1.505	15	0.100	1.274	50	0.025	0.075	0	3.0	0	0.000	3	0
TXBs	1.505	15	0.100	1.274	50	0.025	0.075	0	25.0	0	0.000	3	0
Buses Camiones	1.505	15	0.100	1.274	50	0.025	0.075	39	40.0	1,560	116.771	3	292
ones	1.505	15	0.100	1.274	50	0.025	0.075	196	3.0	588	44.014	3	110

Elaborado por: Los Autores.

10.4.2 Ahorro en Costos de Operación Vehicular.

Al mejorar la calidad de la capa de rodadura trae consecuencias como mayor rendimiento de los insumos para el mantenimiento de los vehículos que circulan por el tramo de proyecto así tenemos.

Tabla 89

Estimación de ahorro de costos de operación vehicular

	1.000			AHORRO OTROS COSTOS DE OPERACIÓN					AHORRO TOTAL
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO			VAR. COSTO	NUMERO	
	DISTAN	COSTO	C.OPER	DISTAN	COSTO	C.OPER	OPERAC	VEHICU	
	CIA	SOC	AC.	CIA	SOC	AC.	(\$)	LOS	
(Km)	(\$/Km)	(\$)	(Km)	(\$/Km)	(\$)		(Nº/Día)	(\$/Día)	
	I	II	III = I *	IV	V	VI = IV *	VII=III-VI	VIII	IX=VII*
			II			V			VIII
Autos	1.505	0.212	0.319	1.274	0.226	0.288	0.032	1,168	37
Taxis	1.505	0.209	0.315	1.274	0.219	0.279	0.035	0	0
TXBs	1.505	0.505	0.760	1.274	0.521	0.664	0.096	0	0
Buses	1.505	0.507	0.763	1.274	0.526	0.670	0.093	39	4
Camiones	1.505	1.377	2.072	1.274	1.396	1.778	0.294	196	58

Elaborado por: Los Autores

10.4.3 Ahorro en Combustible.

Tabla 90

Estimación de ahorro en combustible

	1.000			AHORRO COSTOS DE COMBUSTIBLE							AHORRO TOTAL
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO			VAR	PREC	VAR	NUMERO	
	REN	DISTA	CONS.	REN	DISTA	CONS.	CONS	SOC	COSTO	O	
	DIM.	NCIA	COMB.	DIM.	NCIA	COMB.	COMB	COMB	COMB	VEHIC	
(Km/Lt)	(Km)	(Lt)	(Km/Lt)	(Km)	(Lt)	UST.	UST.	UST.	ULOS		
	I	II	III = II / I	IV	V	VI = V / IV	VII=III -VI	VIII	VIII	IX=VII*	
									X	XI = IX * X	
Autos	7.539	1.505	0.200	13.736	1.274	0.093	0.107	1.84	0.197	1,168	230
Taxis	7.539	1.505	0.200	13.736	1.274	0.093	0.107	1.84	0.197	0	0
TXBs	2.254	1.505	0.668	4.312	1.274	0.295	0.372	1.04	0.386	0	0
Buses	2.254	1.505	0.668	4.312	1.274	0.295	0.372	1.04	0.386	39	15
Camiones	2.254	1.505	0.668	4.312	1.274	0.295	0.372	1.28	0.477	196	93

Elaborado por: Los Autores.

10.4.4 Ahorro en Costo de Plusvalía.

Se estima que el área de terrenos a los lados de los 2.6 Km de reformas mejoraran sus costos de plusvalía como beneficio de la ejecución del proyecto.

Tabla 91

Estimación de beneficio en plusvalía

DETALLES	1.000 AHORRO COSTOS DE PLUSVALÍA					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	LOTES	ÁREA	COSTO/ M2	C. PLUSVALÍA	COSTO/ M2	COSTO PLUSVALÍA
ÁREAS	208,000.00	30.00	6,240,000.00	40.00	8,320,000.00	2,080,000.00

Elaborado por: Los Autores.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los beneficios valorados en el tiempo del proyecto.

Tabla 92

Resumen de beneficios valorados

#	AÑO	TIEMPO DE VIAJE	COMBUSTIBLE	OPERACIÓN	PLUSVALÍA	TOTAL
1	2022	839.11	338.49	98.25	1,040,000.00	1,041,275.85
2	2023	864.28	348.64	101.20		1,314.13
3	2024	890.21	359.10	104.23		1,353.55
4	2025	916.92	369.88	107.36		1,394.16
5	2026	944.43	380.97	110.58		1,435.98
6	2027	972.76	392.40	113.90		1,479.06
7	2028	1,001.94	404.17	117.32		1,523.43
8	2029	1,032.00	416.30	120.84		1,569.13
9	2030	1,062.96	428.79	124.46		1,616.21
10	2031	1,094.85	441.65	128.19		1,664.69
11	2032	1,127.69	454.90	132.04		1,714.64
12	2033	1,161.52	468.55	136.00		1,766.07
13	2034	1,196.37	482.61	140.08		1,819.06
14	2035	1,232.26	497.08	144.28		1,873.63
15	2036	1,269.23	512.00	148.61		1,929.84
16	2037	1,307.31	527.36	153.07		1,987.73
17	2038	1,346.53	543.18	157.66		2,047.36
18	2039	1,386.92	559.47	162.39		2,108.79
19	2040	1,428.53	576.26	167.26		2,172.05
20	2041	1,471.38	593.54	172.28		2,237.21

Elaborado por: Los Autores.

10.5 Evaluación Económica Financiera.

10.5.1 *Mantenimiento Vial.*

Los mantenimientos son rubros necesarios para el buen funcionamiento de la obra durante la vida útil del proyecto, en este se incluye valores por reparaciones puntuales y mantenimiento rutinario.

Tabla 93

Estimación de mantenimiento vial (Pavimento flexible)

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO MANTENIMIENTO VIAL PAVIMENTO FLEXIBLE						
Nº RUBRO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
	CA01	MANTENIMIENTO 1º AÑO				
1	101	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA A MANO	m3	8.00	51.66	413.28
2	102	LIMPIEZA CUNETAS / CANALES (A MANO)	m3	88.86	7.79	692.18
	CA02	MANTENIMIENTO 2º-5º AÑO				
					SUBTOTAL	1,105.46
3	201	CAPA DE SELLO DE MORTERO ASFALTICO	m2	16,555.46	0.80	13,244.36
4	203	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA A MANO	m3	8.00	51.66	413.28
5	204	LIMPIEZA CUNETAS / CANALES (A MANO)	m3	88.86	7.79	692.22
	CA03	MANTENIMIENTO 6º-10º AÑO				
					SUBTOTAL	14,349.86
6	202	BACHEO CARPETA ASFALTICA CALIENTE	m2	1,655.55	19.99	33,094.36
7	201	CAPA DE SELLO DE MORTERO ASFALTICO	m2	16,555.46	0.80	13,244.36
8	203	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA A MANO	m3	8.00	51.66	413.28
9	204	LIMPIEZA CUNETAS / CANALES (A MANO)	m3	88.86	7.79	692.22
	CA04	MANTENIMIENTO 10º-20º AÑO				
		FRESADO DE PAVIMENTO ASFALTICO e=4" (INCL. DESALOJO)			SUBTOTAL	47,444.22
10	401	FRESADO DE PAVIMENTO ASFALTICO e=4" (INCL. DESALOJO)	m2	1,655.55	5.82	9,635.28
11	402	CARPETA ASFALTICA 04"	m2	16,555.46	17.36	287,402.72
12	403	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA A MANO	m3	8.00	51.66	413.28
13	404	LIMPIEZA CUNETAS / CANALES (A MANO)	m3	88.86	7.79	692.22
					SUBTOTAL	298,143.49

Elaborado por: Los Autores

Tabla 94*Estimación de mantenimiento vial (Pavimento articulado)*

ANEXO 10.1.-PRESUPUESTO MANTENIMIENTO VIAL PAVIMENTO ARTICULADO						
N° RUBRO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.UNIT	P.TOTAL
	CA01	MANTENIMIENTO 1° AÑO				
1	101	LIMPIEZA DE SUMIDEROS	u	36.00	6.32	227.52
2	102	LIMPIEZA DE POZOS	u	18.00	12.36	222.48
	CA02	MANTENIMIENTO 2°-5° AÑO				
					SUBTOTAL	450.00
3	201	LIMPIEZA DE SUMIDEROS	u	36.00	6.32	227.52
4	202	LIMPIEZA DE POZOS	u	18.00	12.36	222.48
5	204	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	800.00	1.56	1,248.00
	CA03	MANTENIMIENTO 6°-10° AÑO				
					SUBTOTAL	1,698.00
6	202	LIMPIEZA DE SUMIDEROS	u	36.00	6.32	227.52
7	201	LIMPIEZA DE POZOS	u	18.00	12.36	222.48
8	203	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	800.00	1.56	1,248.00
	CA04	MANTENIMIENTO 10°-20° AÑO				
					SUBTOTAL	1,698.00
10	401	LIMPIEZA DE SUMIDEROS	u	36.00	6.32	227.52
11	402	LIMPIEZA DE POZOS	u	18.00	12.36	222.48
12	403	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	800.00	1.56	1,248.00
13	404	READOQUINADO	m2	16,555.46	21.00	347,664.58
					SUBTOTAL	349,362.58

*Elaborado por: Los Autores***10.5.2 Valor Actual Neto (VAN)**

El valor actual neto nos permite a través de una tasa de interés, sumar valores que se generan en distintos momentos del tiempo y trasladarlos al momento inicial del proyecto su fórmula está dada por (Ministerio de Desarrollo Social Gobierno de Chile, 2013):

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Lo = inversión inicial

Bt = beneficios del proyecto en el periodo t

Ct = costos del proyecto en el periodo t

r= tasa de interés

n= horizonte de evaluación del proyecto.

La fórmula considera que la inversión inicial se lo realiza en 1 año; y, el criterio para la toma de decisión es el siguiente:

Si el VAN es mayor que 0, entonces el proyecto es conveniente

Si el VAN es igual a 0, entonces el proyecto es indiferente

Si el VAN es inferior a 0, entonces el proyecto no es conveniente

De acuerdo al CEPAL “Claramente estos criterios están considerando los beneficios que son posibles de cuantificar y valorar. Por lo tanto, en la presentación del proyecto deberán explicitarse todos aquellos beneficios intangibles, es decir, aquellos que no es posible valorar y/o cuantificar, pero que se generarán con la ejecución del proyecto (por ejemplo, seguridad vial, disminución de molestias, etc).” (Ministerio de Desarrollo Social Gobierno de Chile, 2013).

Tabla 95

Valor actual neto (Pavimento flexible)

AÑOS	INGRESOS	VALOR ACTUAL NETO VÍA ASFALTADA			FACTOR	VAN
		EGRESOS	FLUJO NETO			
	INVERSIÓN	-892,146.68	-892,146.68		1	-892,146.68
1	2,080,000.00	-1,105.46	2,078,894.54	1.13		1,839,729.68
2	1,314.13	-1,105.46	208.67	1.27		164.30
3	1,353.55	-1,105.46	248.09	1.44		172.28
4	1,394.16	-1,105.46	288.70	1.62		178.21
5	1,435.98	-14,349.83	-12,913.85	1.83		-7,056.75
6	1,479.06	-1,105.46	373.60	2.07		180.48
7	1,523.43	-1,105.46	417.97	2.34		178.62
8	1,569.13	-1,105.46	463.67	2.64		175.63
9	1,616.21	-1,105.46	510.75	2.98		171.39
10	1,664.69	-47,444.22	-45,779.53	3.36		-13,624.86
11	1,714.64	-1,105.46	609.18	3.80		160.31
12	1,766.07	-1,105.46	660.61	4.29		153.99
13	1,819.06	-1,105.46	713.60	4.84		147.44
14	1,873.63	-1,105.46	768.17	5.47		140.43
15	1,929.84	-1,105.46	824.38	6.17		133.61
16	1,987.73	-1,105.46	882.27	6.97		126.58
17	2,047.36	-1,105.46	941.90	7.87		119.68
18	2,108.79	-1,105.46	1,003.33	8.88		112.99
19	2,172.05	-1,105.46	1,066.59	10.03		106.34
20	2,237.21	-298,143.49	-295,906.28	11.32		-26,140.13
						903,183.56

Elaborado por: Los Autores

Tabla 96*Valor actual neto (Pavimento articulado)*

VALOR ACTUAL NETO VÍA ADOQUINADA						
AÑOS	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO NETO	FACTOR	VAN	
	INVERSIÓN		-704,624.53			-704,624.53
1	2,080,000.00		-450.00	2,079,550.00	1.13	1,840,309.73
2	1,314.13		-450.00	864.13	1.27	680.41
3	1,353.55		-450.00	903.55	1.44	627.46
4	1,394.16		-450.00	944.16	1.62	582.81
5	1,435.98	-1,698.00	-262.02	1.83		-143.18
6	1,479.06		-450.00	1,029.06	2.07	497.13
7	1,523.43		-450.00	1,073.43	2.34	458.73
8	1,569.13		-450.00	1,119.13	2.64	423.91
9	1,616.21		-450.00	1,166.21	2.98	391.35
10	1,664.69	-1,698.00	-33.31	3.36		-9.91
11	1,714.64		-450.00	1,264.64	3.80	332.80
12	1,766.07		-450.00	1,316.07	4.29	306.78
13	1,819.06		-450.00	1,369.06	4.84	282.86
14	1,873.63		-450.00	1,423.63	5.47	260.26
15	1,929.84	-1,698.00	231.84	6.17		37.57
16	1,987.73		-450.00	1,537.73	6.97	220.62
17	2,047.36		-450.00	1,597.36	7.87	202.97
18	2,108.79		-450.00	1,658.79	8.88	186.80
19	2,172.05		-450.00	1,722.05	10.03	171.69
20	2,237.21	-349,362.58	-347,125.37	11.32		-30,664.79
						1,110,531.50

Elaborado por: Los Autores

El VAN de nuestro proyecto en las dos propuestas es mayor que 0 por lo tanto son viables económicamente.

10.5.3 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es un indicador complementario al VAN y mide la rentabilidad en porcentaje del proyecto para un período de diseño

Matemáticamente se define como aquella tasa de descuento que hace el valor actual neto igual a 0 de acuerdo a la siguiente formula (Ministerio de Desarrollo Social Gobierno de Chile, 2013).

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

El criterio para la toma de decisiones es:

Si $TIR > r$, el proyecto es conveniente

Si $TIR = r$; el proyecto es indiferente

Si el TIR < r; el proyecto no es conveniente

En nuestro proyecto se obtuvieron 2 TIR correspondientes a las dos propuestas.

Tabla 97

Comparación TIR Asfalto Vs Adoquin

	TIR % DE LAS PROPUESTAS	
	ASFALTO OPCIÓN 1	ADOQUÍN OPCIÓN 2
INVERSIÓN	-892,146.68	-704,624.53
VA (ACUMULADO)	903,183.56	1,110,531.50
TIR %	10.12	15.76

Elaborado por: Los Autores

El valor r para el proyecto corresponde al emitido por el Banco Central del Ecuador, y su valor es del 12.9%, por lo que la opción 2 con capa de rodadura en adoquín es la más conveniente.

10.5.4 *Beneficio/Costo (B/C)*

Este parámetro proporciona la rentabilidad del proyecto mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados al ser ejecutado el proyecto.

El criterio para la toma de decisiones es:

Si $EL\ B/C > 1$, el proyecto es conveniente

Si el $B/C = 1$; el proyecto es indiferente

Si el $B/C < 1$; el proyecto no es conveniente

Tabla 98

Estimación Beneficio Costo

	BENEFICIO / COSTO	
	ASFALTO OPCIÓN 1	ADOQUÍN OPCIÓN 2
COSTOS ACUMULADOS	1,270,877.04	1,066,281.11
BENEFICIOS ACUMULADOS	2,113,006.72	2,113,006.72
B/C	1.66	1.98

Elaborado por: Los Autores.

En este punto se debe aclarar la existencia de beneficios intangibles que no pueden ser valorados, pero que son de igual o mayor importancia que los beneficios tangibles, para la toma de decisión de ejecución del proyecto.

El más importante de estos beneficios es la reducción de los índices de siniestralidad, ya que de conformidad a la información que reposa en la página oficial de la policía nacional, desde enero de 2014 hasta septiembre de 2018 en el Cantón Cayambe, se han registrado un total de 315 siniestros de tránsito, los cuales han dejado como consecuencia 89 fallecidos y 314 lesionados, en estos siniestros se han visto involucrados en un 39% vehículos pequeños, y que dentro de los tipos de siniestros se han identificado casos por choque lateral, atropellos, estrellamientos y choque posterior, representando en total de 50%; y, uno de los puntos críticos es el Km 182 de la Vía E35, que forma parte integrante del presente proyecto.

De igual manera, la reducción del malestar y preocupación de los moradores de la calle Cantarilla, por la circulación continua de camiones con productos, por esta calle con características inadecuadas para este fin, ya que en más de una ocasión se han producido daños a las viviendas por esta situación.

Una mejora del paisaje también se considera como beneficio, ya que se evidenciará estructuras nuevas y señalización acorde que mejorará la visión de propios y extraños.

Mejora la calidad de vida de los habitantes de la zona ayudando que mayor número de personas visiten las comunidades aledañas al contar con buenas vías, por lo tanto crecerá el comercio de bienes y productos.

Y sobre todo ha quedado demostrado a través del tiempo, el impacto de los caminos ya que estos van de la mano con el desarrollo de la sociedad.

ANEXO 10.1 ANÁLISIS DE COSTO Y PRESUPUESTO.

CONCLUSIONES

Los estudios de topográficos basados en el sistema WGS-84 en combinación la ortofoto de la zona, permitieron el levantamiento de campo y obtener el detalle de los principales elementos existentes en el terreno libre de errores y deformaciones.

Los estudios de tráfico permitieron determinar el TPDA, en el acceso norte ubicado en la intersección de la Autopista E35 y la Av. Pichincha, el cual es de 1403 vehículos para el año 2020, y su proyección para el año 2040 es de 2995 vehículos, con un número de ejes equivalentes de 3'995.483, por lo cual clasificamos a la vía en CLASE II, con una velocidad de diseño de 50Km/h.. De Igual manera el TPDA en el acceso a la Calle La Cantarilla desde la Av. Pichincha es de 641 vehículos para el año 2020, y su proyección para el año 2040 es de 1358 vehículos, con un número de ejes equivalentes de 3'379.958, por lo cual clasificamos a la vía en CLASE II, con una velocidad de diseño de 50Km/h.

Los resultados de ensayos de laboratorio elaborados al suelo de subrasante del proyecto, indican la presencia dominante de: limos arenosos (ML) según SUCS; o también, suelo limoso de arena, sedimentos y finos de baja compresión (A-4) según AAHSTO; mientras que los resultados de los ensayos de CBR indican un porcentaje del 26.65%; y, que de acuerdo a literatura especializada y de la experiencia, se considera un suelo bueno, el cual no requiere ser reemplazado para ser utilizado como subrasante y soportará adecuadamente los esfuerzos transmitidos de las capas superiores del pavimento.

Se realizaron 2 diseños de la estructura de pavimento, el primero contempla que todas las reformas geométricas serán ejecutadas con pavimento flexible con un espesor de subbase granular clase III de 25 cm , base granular clase III de 15 cm y una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 10cm; el segundo diseño contempla que las reformas serán ejecutadas

con pavimento articulado con un espesor de subbase granular clase III de 30 cm, una cama de arena de 5 cm y capa de rodadura de adoquín de 8 cm con una resistencia a la compresión a los 28 días de 300 kg/cm².

En la etapa de diseño geométrico se estableció que la vía necesita dos carriles (uno de ida y otro de vuelta). En la Av. Pichincha, se ha tratado de mantener el eje de la vía existente para evitar el menor costo posible en expropiaciones, y el dimensionamiento está de acuerdo a los parámetros solicitados por Manual de Diseño de Carreteras MTOP-001-1973, manual de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP-2003, a policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO 2004.

Los diseños hidráulicos determinaron que se requieren incorporar 3 alcantarillas adicionales a las dos existentes ubicadas en las rampas 2, 3 y 4 que permitan el paso de las acequias del sistema de riego existente; además de la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial con tuberías de 250, 300 y 400 mm de diámetro, así como la implementación de cunetas laterales de revestidas con hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de espesor 0,10 m; tampoco se evidenció la presencia de nivel freático por lo que no se requiere de subdrenajes.

El estudio de impacto ambiental pretende, a través de su aplicación, que aporte a la concientización, capacitación y reducción del impacto ambiental negativo generado por las actividades de cada uno de los trabajadores de manera individual, sin necesidad de cambios profundos en los procesos.

De los dos escenarios propuestos se concluye que; el escenario 2 por un monto de usd 704,624.53 es el más conveniente para su ejecución, con un V.A.N. positivo, un T.I.R. de 15.76% y una relación B/C de 1.98. Las ventajas de esta opción, a más de las económicas, tienen que ver con el aprovechamiento del material existente que esté en buenas condiciones, un menor costo de mantenimiento, menor evidencia visual al momento de realizar reparaciones

en las capas superiores; mientras que las desventajas estarían relacionadas con el incremento de contaminación acústica por el contacto de neumáticos con el adoquín y un mayor desgaste de neumáticos por el mayor coeficiente de fricción del adoquín.

RECOMENDACIONES

Es importante mencionar que la planificación vehicular está a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe, por lo que; para la implementación de estas soluciones viales que benefician al Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional de San José de Ayora, se debe remitir el presente estudio a la autoridad competente, a fin de que sea considerado en el Plan de Movilidad y su posterior ejecución.

En virtud que el área en la cual se implantará las rampas 1, 2 y 3 están dentro del área de derecho de vía de la Panamericana E-35 en el Km 182, la cual está concesionada a la empresa privada Panavial,, se recomienda que, los representantes del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional de San José de Ayora, realicen un acercamiento, a fin de obtener los permisos correspondientes para la ejecución de las obras así como también la implementación de la señalética tanto horizontal como vertical necesaria.

La reformas de la variante propuesta requieren de una franja entre las abscisas 0+486.96 y 0+914.95 en un ancho de 11.20m equivalente a 4782.40 m², la cual está en un área particular, consecuentemente se recomienda a las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional de San José de Ayora tramitar la expropiación necesaria previo a la ejecución de los trabajos.

Finalmente, ante un criterio unánime entre las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional de San José de Ayora, los autores del presente proyecto y el tutor del mismo; se considera que, con la ejecución del proyecto, la calle Cantarilla ya no debería ser utilizada por automotores, y más bien debería ser peatonalizada, manteniendo la capa de rodadura actual en piedra para su preservación como testimonio

patrimonial cultural de la parroquia, y la ejecución de obras de arte menor como bordillos y veredas considerados en el presente proyecto para una fase definitiva se tendrá que replantear, nivelar , referenciar, basados en los puntos de control (Gps).

REFERENCIAS

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Albuja Viteri, L. H. (1980). *Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4798>
- American Association of State Highway and transportation Officials. (2011). *A policy on design of urban highways and arterial streets*. A.A.S.H.T.O.
- Cañadas Cruz, L. (1983). *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Quito, Ecuador: MAG-PRONAREG.
- Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. (1985). *Hidrología y Drenaje de Caminos en el Ecuador*. Quito: CICP.
- Contraloría General del Estado. (2020). *Salarios Mínimos por Ley*. Quito: Dirección Nacional de Auditoria de Transporte, Vialidad, Infraestructura Portuaria y Aeroportuaria.
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (Cuarta edición ed.). México D. F.: Cengage Learning Editores.
- Equipo Consultor. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cayambe 2015-2025*. Cayambe: GADIP Cayambe. Obtenido de http://www.municipiocayambe.gob.ec/images/ley_transparencia/LOTAIP/PDYOT%20GADIP%20Cayambe%2010-06-2015.pdf
- Flores, J. F. (2018). *Caraterización Geológica, Geomorfológica y de Riesgos del Sector La Josefina y sus Zonas Aledañas*. Cuenca: Universidad del Azuay. Obtenido de <file:///B:/Documentos/2019/UNIVERSIDAD%20POLITECNICA%20SALESIANA/PROYECTO%20DE%20TIT/BIBLIOGRAFIA%20RELACIONADA/14304.pdf>

- GAD San José de Ayora. (2015). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento de la Parroquia San José de Ayora*. Cayambe: GAD San José de Ayora.
- GADIP Cayambe. (2017). *Plan de Movilidad Sustentable del Cantón Cayambe Informe Fase I*. Cayambe: GADIP Cayambe. Obtenido de https://epmmc.gob.ec/pagina_anterior/wp-content/uploads/2018/05/PLAN-DE-MOVILIDAD-TOMO-I.pdf
- GEOVIAL. (2014). *Estudio de Impacto Ambiental*. Ibarra: MTOP. Obtenido de <https://maeimbabura.files.wordpress.com/2015/04/esia-1403-js-04-via-otavalo-selva-alegre.pdf>
- Guevara Martínez, F. (2015). *Análisi y Ejecución de Movimiento de Tierra Empleando el Diagrama de Curva de Masas*. Lima: Universidad de Piura.
- Harris, I. J. (2015). www.utp.academia.edu. Obtenido de https://www.academia.edu/14123673/Dise%C3%B1o_de_una_estructura_de_pavimento_con_adoquines
- ICPC, I. C. (s.f.). Diseño de pavimentos de adoquines de concreto para diferentes condiciones de tráfico. *XI Simposio Colombiano sobre Ingenieria de Pavimentos*, (págs. 6-7). Bogotá.
- INAMHI. (2015). *Anuario Meteorológico Nro. 52-2012*. INAMHI. Quito: Dirección Ejecutiva del INAMHI. Recuperado el 28 de 06 de 2020, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>
- INAMHI. (2015). *ANUARIO METEOROLÓGICO Nro. 52-2012*. INAMHI. QUITO: DIRECCION EJECUTIVA DEL INAMHI. Recuperado el 28 de 06 de 2020, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>
- INAMHI. (2015). *Determinación de Ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación*. Instituto nacional de Meteorología e Hidrología, Dirección de Estudios,

- Investigación y Desarrollo Hidrometeorológico. Quito: INAMHI. Obtenido de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf
- INEN. (1982). *Mecánica de Suelos. Determinación del Límite Líquido. Método de Casagrande*. Quito: INEN. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/691.pdf>
- INEN. (1982). *Mecánica de Suelos. Determinación del Límite Plástico*. Quito: INEN. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/692.pdf>
- INEN. (2011). *Áridos. Análisis granulométricos en los Áridos, Fino y Grueso*. Quito: INEN. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/696.pdf>
- INEN. (2011). *RTE INEN 004-1:2011 Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical*. Quito: INEN. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf
- INEN. (2011). *RTE INEN 004-2:2011 Señalización Vial Parte 2. Señalización Horizontal*. Quito: INEN.
- INHAMI. (2015). *Anuario Meteorológico*. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 004*. Quito: INEN.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, I. (1964-2013). *Anuarios meteorológicos*. Quito.
- Medina, R. J. (1991). *Fenomenos Geodinámicos Estudio y medidas de tratamiento*. Lima: Tecnología Intermedia ITDG. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=s2XnPbHqvJEC&pg=PA15&dq=procesos+ge>

odinamicos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjKgN2p36_tAhVEnOAKHeQjAncQ6AE
wAHoECAUQA#v=onepage&q=procesos%20geodinamicos&f=false

Ministerio de Desarrollo Social Gobierno de Chile. (2013). *Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia*. (D. d. Inversiones, Editor)

Recuperado el 2020, de CEPAL:

https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/8/52958/14_6Transportes_Vialidad_intermedia.pdf

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *NEC-SE-DS Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>

Ministerio de Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Normas Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP*. Quito: MTOP.

Ministerio de Obras Públicas. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F 2002*. Quito: Ministerio de Obras Públicas.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Volumen N° 3. Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. Quito.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito: MTOP.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Anexo 3 geología y Geotecnia anteproyecto de Construcción de la Concesión Viaria entre Santo Domingo y Esmeraldas*. Quito: MTOP. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas_Anexo-03-geologia-geotecnia.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú. (2013). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Obtenido de

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Ministerio del Ambiente. (2015). *Acuerdo No. 061*. Quito: Registro Oficial. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>

MOP-SAE. (1983). *Curso de drenaje de obras viales*. Quito: MOP.

MTOP. (1973). *Normas de Diseño Geométrico de carreteras*. Quito: MTOP.

Panamericana Vial S.A. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Gualo - Conocoto - Oyacoto*. Quito: Panavial. Obtenido de

<https://maepichincha.files.wordpress.com/2015/04/eia-via-gualo-2015.pdf>

Rondón, Q. H. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Bogota: Ecoe Ediciones. Obtenido de

<https://bibliotecas.ups.edu.ec:2708/lib/bibliotecaupssp/detail.action?docID=4422274>.

Sarabia, T. D. (2019). *Diseño Definitivo del Camino Vecinal Boca Sucio - Las Delicias - San Salvador*. Quito: UPS. Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16879/1/UPS-ST003906.pdf>

Sierra M., R. (1999). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. Quito: Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.

TORRES, E. M. (2010). *Pavimentos de Carreteras*. Ecuador.

Vásquez, V. L. (1 de Octubre de 2004). *Ecuaciones AASHTO 1993. Software*. Bogota, Colombia.

Ven Te Chow, P. D. (2004). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Illinois: McGraw-Hill.

VIVAR, G. (1997). *Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos*. IIMA.