

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL**

**Tema:
ESTUDIO DE AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES DE LA VÍA
MONTECRISTI - LA CADENA, PROVINCIA DE MANABÍ, CANTÓN
MONTECRISTI LONGITUD 4 KILÓMETROS.**

Autor:

GUERRA CHAMORRO JUAN CARLOS

Tutor:

ALTAMIRANO LEÓN BYRON IVÁN

Quito, octubre del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Guerra Chamorro Juan Carlos, con documento de identificación N° 1715754659, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación titulado: ESTUDIO DE AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES DE LA VÍA MONTECRISTI - LA CADENA, PROVINCIA DE MANABÍ, CANTÓN MONTECRISTI LONGITUD 4 KILÓMETROS, 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 mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, Octubre del 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan C. Guerra', is written over a faint, light-colored rectangular stamp or watermark.

Guerra Chamorro Juan Carlos

1715754659

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, ESTUDIO DE AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES DE LA VÍA MONTECRISTI - LA CADENA, PROVINCIA DE MANABÍ, CANTÓN MONTECRISTI LONGITUD 4 KILÓMETROS, realizado por Guerra Chamorro Juan Carlos, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, Octubre del 2020



Byron Iván Altamirano León

Cédula de Identidad: 1709301590

DEDICATORIA

El presente trabajo, lo dedico primero y de manera especial a mi Padre Segundo Guerra que aunque ya no esté presente físicamente, su espíritu y sus enseñanzas siguen presentes en mí, gracias Padre por dedicarme tu tiempo y enseñarme a ser una persona responsable, recta y trabajadora como tú, cuanto daría por que estuvieras acompañando en este momento tan especial para mí, un logro no solo mío sino tuyo también, pero sé que aunque ya no estés aquí, tu espíritu siempre me acompañará y me ayudará a seguir adelante gracias de todo corazón por ser el mejor Padre del mundo.

A mi Madre Inés Chamorro por apoyarme y motivarme a seguir adelante.

A mi esposa Valeria Orbes y a mis dos bellos hijos Carlita y Juan Sebastián Guerra Orbes por apoyarme y ser el pilar fundamental para cumplir todos mis sueños.

A mi hermana Katya Guerra por motivarme cuando tenía problemas, ya que gracias a sus palabras y apoyo he podido concluir mis estudios.

A mi hermano Robert Guerra por su ayuda, y ser una guía en la realización de este trabajo.

A mis sobrinas Brendita, Andreita y Gaby Guerra Pozo por su compañía y darme alegría con sus locuras.

Y a Dios por darme una linda familia que nunca me ha fallado en los momentos más difíciles de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme cumplir mis sueños y seguir adelante ante las adversidades de la vida.

A mi Padre, gracias por ser un buen ejemplo, mi luz a seguir y ser mi ángel que me cuida todos los días.

A mi Madre, por apoyarme incondicionalmente durante toda mi vida.

A mi Esposa Valeria, gracias amor por tu cariño, paciencia y colaboración para culminar mis estudios y poder cumplir con mi trabajo.

A mis dos Hijos Carlita y Juan Sebastián, por ser mi motivación para seguir adelante y nunca rendirme, gracias por sus sonrisas y su cariño que todos los días me dan.

A mi hermana Katya, por empujarme todos los días a seguir adelante.

A mi hermano Robert, por su guía y ayuda durante toda mi carrera Universitaria.

A mi sobrina Brendita por su colaboración en la realización del presente trabajo.

Al Ingeniero Byron Altamirano por su tiempo y guía en la elaboración del presente trabajo de titulación.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	2
Generalidades.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3. Datos y Descripción Del Proyecto.....	3
1.3.1 Localización del Proyecto	3
1.3.1.1. General.....	3
1.3.1.2. Específica.....	3
1.4. Descripción Geopolítica De la Zona Del Proyecto	4
1.4.1. Población.....	4
1.4.2. Salud	6
1.4.3. Educación.....	7
1.4.4. Sistema Económico	7
1.5. Identificación, Descripción y Diagnostico del Problema.	8
CAPÍTULO II.....	9
2. Estudio Topográfico.....	9
2.1. Alcance	9
2.2. Equipos Topográficos utilizados	9
2.3. Actividades realizadas durante el levantamiento topográfico.	9
2.3.1. Trabajos de Campo.....	10
2.3.2. Trabajos de Gabinete.....	11
CAPÍTULO III.....	15
3. Estudio de Tráfico.....	15
3.1. Alcance	15
3.2. Cuento de Tránsito.....	15
3.2.1. Metodología	18
3.2.2. Trabajos de Campo.....	19
3.2.3. Trabajos de Gabinete.....	19
3.3. Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS)	21
3.3.1. Determinación del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual)	22
3.3.2. Tráfico Futuro	26
3.3.3. Tráfico Generado.....	26
3.3.4. Tráfico Desarrollado	26

3.4.	Proyección del tráfico.....	27
3.4.1.	Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico	30
3.5.	Cálculo del número de ejes equivalentes ESAL'S	30
3.5.1.	Factor de distribución por carril (F_c).....	31
3.5.2.	Factor de distribución por dirección	32
3.5.3.	Factores de equivalencia de carga	33
CAPÍTULO IV.....		37
4.	Diseño Geométrico	37
4.1.	Alineamiento Horizontal	37
4.1.1.	Velocidad de diseño	37
4.1.2.	Velocidad de Circulación	38
4.1.3.	Relación entre Velocidad de Diseño y Velocidad de Circulación.....	39
4.1.4.	Peralte	40
4.1.5.	Desarrollo del Peralte	41
4.1.5.1.	Longitud de Transición	41
4.1.6.	Sobre ancho.....	42
4.1.7.	Radio mínimo de Curvatura Horizontal.....	43
4.1.8.	Distancia de Visibilidad de Parada.....	44
4.1.9.	Distancia de Visibilidad de Rebasamiento	46
4.1.10.	Ancho de Sección Transversal de Vía a adoptarse	48
4.1.10.1.	Ancho de la Calzada.....	48
4.1.10.2.	Parterre.....	49
4.1.10.3.	Espaldones	49
4.1.10.4.	Cunetas.....	49
4.1.10.5.	Gradiente de la Vía.....	49
4.1.11.	Tangentes	51
4.1.12.	Curvas Circulares	51
4.1.12.1.	Elementos de una curva circular simple	51
4.1.13.	Curvas Espirales.....	52
4.1.13.1.	Elementos de una curva espiral	53
4.1.14.	Resultados del diseño Horizontal de nuestro Proyecto	54
4.2.	Alineamiento Vertical.....	55
4.2.1.	Gradiente máxima	55
4.2.2.	Gradiente mínima.....	56
4.2.3.	Curvas verticales convexas.....	56
4.2.4.	Curvas verticales cóncavas.....	58
4.2.5.	Longitud mínima de curva vertical (convexa y cóncava)	60

4.2.6.	Curvas Verticales Asimétricas.....	60
4.2.7.	Resultados del diseño vertical de nuestro proyecto	61
4.3.	Determinación de Volúmenes de Corte y Relleno	62
4.4.	Curva de masas.....	62
CAPÍTULO V		70
5.	Estudio Geológico y Geotectónico de la vía Montecristi – la Cadena – Diseño de la Estructura del pavimento	70
5.1.	Análisis geológico de la zona en estudio.....	70
5.1.1.	Ubicación del Proyecto y descripción del estado de la vía	70
5.1.2.	Secuencia estratigráfica del sitio de estudio	71
5.1.3.	Geología Estructural Regional.....	80
5.1.4.	Riesgo Sísmico en la zona de estudio	82
5.1.4.1.	Principales sismos históricos.....	82
5.1.5.	Riesgo Volcánico	85
5.1.6.	Riesgo de Inundaciones.....	86
5.2.	Análisis Geotectónico de la Subrasante.....	87
5.2.1.	Trabajos de Campo – Exploración y Muestras del Suelo	87
5.2.2.	Nomenclatura de los ensayos de laboratorio	89
5.2.2.1.	Perforación 1	91
5.2.2.2.	Perforación 2.....	92
5.2.3.	Ensayo C.B.R y resultados de los estudios del subsuelo	93
5.2.4.	Espesor de capa de mejoramiento granular	96
5.2.5.	Módulo Resiliente de diseño (Mr).....	96
5.2.5.1.	Criterios del cuerpo de ingenieros del Ejército de USA para determinar el módulo equivalente	97
5.2.6.	Especificaciones de los materiales de préstamo importado	98
5.2.7.	Análisis y calificación de fuentes de materiales	99
5.2.7.1.	Cantera Uruzca.....	100
5.2.7.2.	Cantera Gramanotal.....	102
5.2.7.3.	Cantera el Sombrero.....	104
5.3.	Estructura del Pavimento.....	106
5.3.1.	TPDA de diseño y carga vehicular	107
5.3.2.	Desviación estándar (Zr)	108
5.3.3.	Serviciabilidad.....	109
5.3.3.1.	Nivel de Servicio Inicial (PSI inicial).....	109
5.3.3.2.	Nivel de Servicio Final (PSI final)	109
5.3.3.3.	Diferencia entre Nivel de Servicio Inicial y el Nivel de Servicio Final	110

5.3.3.4.	Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento (So).....	110
5.3.3.5.	Módulo de resiliencia de la Subrasante	111
5.3.3.6.	Número estructural.....	111
5.3.4.	Obtención del Numero estructural para las diferentes capas de la estructura del pavimento	112
5.3.5.	Obtención de los Coeficientes estructurales de la Subbase, Base y la Capa de Rodadura	114
5.3.6.	Obtención de los Coeficientes de Drenaje	115
5.3.7.	Determinación de los espesores de la estructura del pavimento	118
5.3.8.	Determinación de los volúmenes de capa de la estructura del pavimento.....	120
CAPÍTULO VI.....		121
6.	Diseño Hidráulico	121
6.1	Alcance	121
6.2	Información Básica.....	121
6.2.1.	Cartografía y Topografía	122
6.2.2.	Tipos y uso de suelo de las cuencas de drenaje	122
6.2.3.	Hidrografía	123
6.2.4.	Información Hidrometereológica.....	123
6.3	Análisis Climatológico	124
6.3.1.	Parámetros Climatológicos.....	125
6.3.1.1.	Temperatura del aire.....	125
6.3.1.2.	Humedad Relativa	126
6.3.1.3.	Heliofanía.....	128
6.3.1.4.	Velocidad del Viento.....	129
6.3.1.5.	Evaporación (E)	130
6.3.1.6.	Evapotranspiración Potencial (ETP).....	130
6.3.1.7.	Precipitación.....	132
6.3.2.	Balance Hidrológico.....	134
6.4	Inventario de alcantarillas existentes	136
6.5	Cálculo de los parámetros de diseño	137
6.5.1.	Tiempo de Concentración (Tc).....	137
6.5.2.	Obtención de las intensidades de lluvia (curvas I – D – F).....	137
6.5.3.	Período de Retorno.....	140
6.6	Estudio de cuencas hidrográficas	141
6.6.1.	Método Racional	141
6.6.2.	Obtención del Coeficiente de Escorrentía C	142
6.6.3.	Determinación de Caudales.....	144

6.7	Evaluación del sistema de drenaje existente.....	145
6.7.1.	Áreas de escurrimiento de los taludes.....	145
6.7.2.	Cálculo del Caudal para las Cunetas	149
6.7.2.1.	Cunetas de la Vía	149
6.7.2.2.	Cuneta de Berma.....	154
6.7.3.	Cálculo de Caudales para evaluar el sistema de drenaje transversal existente	156
6.7.3.1.	Cálculo de la capacidad del drenaje existente.....	157
6.7.4.	Dimensionamiento del enrocado	160
6.7.5.	Subdrenes	161
6.8	Volúmenes de Obra	163
Elaborado por: El autor.....		163
CAPÍTULO VII.....		164
7.	Señalización Vial.....	164
7.1.	Normativa utilizada para el Diseño de la Señalización Vial	164
7.2.	Señalización Vertical.....	165
7.2.1.	Señales Preventivas (Código P).....	165
7.2.2.	Señales Informativas (Código I).....	168
7.2.3.	Señales Regulatorias (Código R)	169
7.2.4.	Orientación de las señales verticales	170
7.2.5.	Anclaje.....	171
7.3.	Señalización Horizontal.....	171
7.3.1.	Dimensiones.....	172
7.3.1.1.	Una línea continua de color amarillo:.....	172
7.3.1.2.	Doble línea continua (línea de barrera):	172
7.3.1.3.	Una línea segmentada:	172
7.3.1.4.	Las líneas segmentadas:	173
7.3.2.	Función	173
7.3.2.1.	Líneas de separación de flujos opuestos.....	173
7.3.2.2.	Las líneas de separación de flujos opuestos.....	174
7.3.2.3.	Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.	174
7.3.2.4.	Doble línea mixta	174
7.3.2.5.	Zonas de NO REBASAR.	175
7.3.2.6.	Líneas de separación de carriles.	177
7.3.2.7.	Línea segmentada vía de dos carriles.	178
7.3.3.	Tachas reflectivas.....	178
7.4.	Ubicación de la señalización en la vía.....	179
CAPÍTULO VIII.....		182

8.	Plan de Manejo Ambiental.....	182
8.1.	Introducción.....	182
8.2.	Objetivo	182
8.3.	Estructura del plan de manejo ambiental.....	183
8.4.	Descripción de los subplanes de manejo ambiental.	185
8.4.1.	Plan de prevención y mitigación de impactos.....	185
8.4.1.1.	Objetivo.....	185
8.5.	Plan de Manejo de desechos	194
8.5.1.	Objetivos	194
8.6.	Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental	200
8.6.1.	Objetivos	200
8.7.	Plan de Seguridad Industrial y salud ocupacional	204
8.7.1.	Objetivos	204
8.7.2.	Descripción de medidas ambientales durante la etapa de construcción	205
8.8.	Plan de Relaciones Comunitarias	211
8.8.1.	Objetivos	211
8.9.	Plan de Contingencias	217
8.9.1.	Objetivos	217
8.9.2.	Descripción de medidas ambientales durante la etapa de operación y mantenimiento	219
8.10.	Plan de Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad ambiental.....	221
8.10.1.	Objetivos	221
8.11.	Plan de Cierre, abandono y entrega de áreas	228
8.11.1.	Objetivos	228
8.11.2.	Descripción de medidas ambientales durante las fases de construcción y operación	229
8.12.	Plan de Restauración, Indemnización y compensación.....	231
8.12.1.	Objetivos	232
8.13.	Plan de prevención y mitigación de impactos	233
8.14.	Plan de manejo de desechos	236
8.15.	Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental	239
8.16.	Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo	241
8.17.	Plan de relaciones comunitarias.	244
8.18.	Plan de rehabilitación de áreas afectadas.	247
8.19.	Plan de monitoreo.....	248
8.20.	Cronograma valorado del plan de manejo ambiental.	250
	CAPÍTULO IX.....	258
9.	Evaluación Económica Financiera.....	258

9.1. Viabilidad Económica	258
9.1.1. Metodología utilizada para el cálculo de la inversión total	258
9.1.2. Identificación y valoración de la inversión total	258
9.1.2.1. Beneficios costos de operación vehicular	259
9.1.3. Estimación y valoración de beneficios	259
9.1.3.1. Beneficios costos de operación vehicular	259
9.1.3.2. Metodología de cálculo	260
9.1.4. Costos anuales de operación de vehículos	263
9.2. Mantenimiento Vial (Egresos).....	265
9.3. Evaluación económica y financiera del proyecto.	267
9.3.1. Valor Actual Neto (VAN)	267
9.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)	268
9.3.3. Beneficio / Costo del Proyecto (B/C)	269
CAPÍTULO X.....	271
10. Presupuesto	271
10.1. Análisis de Precios Unitarios.....	271
10.2. Fórmula polinómica.....	276
10.3. Cronograma Valorado del Proyecto.	279
10.4. Ruta Crítica.....	279
10.5. Especificaciones Técnicas.	280
CONCLUSIONES	281
RECOMENDACIONES	284
REFERENCIAS.....	285

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas De Inicio y Fin Del Proyecto	4
Tabla 2	Población del cantón Montecristi	5
Tabla 3	Población por Parroquias del cantón Montecristi	5
Tabla 4	Establecimientos de Salud en el cantón Montecristi	6
Tabla 5	Principales Actividades Económicas del cantón Montecristi	8
Tabla 6	Puntos GPS y Puntos Base del Proyecto UTM 17 S	10
Tabla 7	Conteo Diario Resumido de la Estación la Pila.....	20
Tabla 8	Tráfico Promedio Semanal y Tráfico Promedio Diario Anual.	22
Tabla 9	Tráfico Promedio Semanal, TPDA y Tráfico Futuro.	27
Tabla 10	Tasa de crecimiento vehicular de la provincia de Manabí.....	28
Tabla 11	Valores de T.P.D.A proyectados a 20 años	29
Tabla 12	Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	30
Tabla 13	Factor carril.....	32
Tabla 14	Factor dirección	32
Tabla 15	Ejes equivalentes para el año base	34
Tabla 16	Número de ESAL'S 10 AÑOS	35
Tabla 17	Número de ESAL'S 20 AÑOS.....	36
Tabla 18	Velocidades de Diseño según MOP, 2003.....	38
Tabla 19	Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño	39
Tabla 20	Coefficientes de fricción lateral	40
Tabla 21	Radios mínimos de curvas en función del Peralte (e) Y El Coeficiente De Fricción Lateral (f)	44
Tabla 22	Distancia de Visibilidad mínima para la parada de un vehículo (con correcciones por efecto de la gradiente longitudinal)	46
Tabla 23	Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	47
Tabla 24	Anchos de la calzada.....	48
Tabla 25	Resumen de medidas de la sección transversal de la vía.....	50
Tabla 26	Curvas Circulares.....	54
Tabla 27	Curvas Espirales.	54
Tabla 28	Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.	55
Tabla 29	Curvas Verticales convexas mínimas	57
Tabla 30	Curvas Verticales cóncavas mínimas.	59
Tabla 31	Curvas Verticales.....	61
Tabla 32	Movimiento de Tierras.....	63
Tabla 33	Resumen de movimiento de tierras.....	68
Tabla 34	Coordenadas De Inicio y Fin Del Proyecto	70
Tabla 35	Coordenadas De Inicio y Fin Del Proyecto	84
Tabla 36	Valor de “Z” Según zona el Sector del Proyecto.....	84
Tabla 37	Profundidad y Coordenadas de las perforaciones.....	87
Tabla 38	Tipos de ensayo de laboratorio	88
Tabla 39	Valores encontrados de la arcilla inorgánica con baja plasticidad	91
Tabla 40	Valores encontrados de la arcilla inorgánica con alta plasticidad	92
Tabla 41	Valores encontrados de Limos inorgánicos con alta plasticidad	92
Tabla 42	Valores encontrados de Arcillas inorgánicas con alta plasticidad.....	92
Tabla 43	Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R.....	93
Tabla 44	Coordenadas de los Ensayos C.B.R.....	94
Tabla 45	Resumen de los Ensayos C.B.R Vía Montecristi - La Cadena.....	94
Tabla 46	Clasificación Aashto y Sucs del subsuelo del proyecto.....	95

Tabla 47 Grado de expansión del suelo	96
Tabla 48 Módulo de resiliencia con capa de mejoramiento	97
Tabla 49 CBR de diseño con capa de mejoramiento	97
Tabla 50 Ubicación de las canteras cercanas al proyecto	99
Tabla 51 Tipos de Ensayo de Laboratorio	100
Tabla 52 Resultados ensayo del material de mejoramiento	101
Tabla 53 Resultados ensayo del material subbase clase 3	101
Tabla 54 Resultados ensayo del material base clase 1-A	102
Tabla 55 Resultados ensayo del material de mejoramiento	103
Tabla 56 Resultados ensayo del material subbase clase 1	103
Tabla 57 Resultados ensayo del material subbase clase 2	104
Tabla 58 Resultados ensayo del material de mejoramiento	105
Tabla 59 Materiales que se pueden extraer de las Canteras	105
Tabla 60 TPDA y ejes equivalentes de diseño	107
Tabla 61 Niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO	108
Tabla 62 Desviaciones Estándar Normales para varios niveles de confiabilidad	108
Tabla 63 Índice de serviciabilidad en función de la calidad de la vía	109
Tabla 64 Error estándar (So)	110
Tabla 65 Número Estructural de la Subrasante Para 10 Años	112
Tabla 66 Número Estructural de la Subrasante Para 20 Años	112
Tabla 67 Número Estructural de la Subbase Para 10 Años	112
Tabla 68 Número Estructural de la Subbase Para 20 Años	112
Tabla 69 Número Estructural de la Base Para 10 Años	112
Tabla 70 Número Estructural de la Base Para 20 Años	113
Tabla 71 Número Estructural de la Capa de Rodadura Para 10 Años	113
Tabla 72 Número Estructural de la Capa de Rodadura Para 20 Años	113
Tabla 73 Coeficientes estructurales	114
Tabla 74 Capacidades de drenaje	115
Tabla 75 Precipitaciones medias mensuales de la estación M-005	116
Tabla 76 Coeficientes De Drenaje Para Tiempos En Función De La Calidad Del Drenaje	117
Tabla 77 Datos para la obtención de los espesores de capa	119
Tabla 78 Espesores de capa y números estructurales	119
Tabla 79 Volúmenes de obra necesarios para cada capa	120
Tabla 80 Estaciones meteorológicas utilizadas	124
Tabla 81 Temperatura medias mensuales (°C)	126
Tabla 82 Humedad Relativa Mensual (%)	127
Tabla 83 Heliofanía (horas)	128
Tabla 84 Velocidad del Viento (m/s)	129
Tabla 85 Evaporación (E)	130
Tabla 86 Evapotranspiración Potencial (ETP)	131
Tabla 87 Precipitación media mensual (mm)	132
Tabla 88 Precipitación anual (mm)	134
Tabla 89 Balance Hídrico (mm)	136
Tabla 90 Alcantarillas existentes en la zona del proyecto	136
Tabla 91 Intensidades Máximas en 24 horas para los períodos de retorno seleccionados	138
Tabla 92 Zonificación de Intensidades	139
Tabla 93 Intensidad, Duración y Frecuencia	139
Tabla 94 Coeficiente de Escorrentía	143
Tabla 95 Taludes que se encuentran en la vía	146
Tabla 96 Taludes que se encuentran en la vía	147

Tabla 97 Caudal para diseño de las cunetas en la vía	150
Tabla 98 Coeficientes De Rugosidad De Manning.....	151
Tabla 99 Diseño de una cuneta triangular con S menor: 0.390%	152
Tabla 100 Diseño de una cuneta triangular con S mayor: 7.5%	153
Tabla 101 Caudal para diseño de las cunetas de Berma	154
Tabla 102 Diseño de una cuneta triangular de Berma	155
Tabla 103 Caudales Totales para diseño de alcantarilla	156
Tabla 104 Capacidad alcantarilla existente.....	158
Tabla 105 Alcantarillas proyectadas en la zona del proyecto.....	158
Tabla 106 Dimensionamiento del enrocado	161
Tabla 107 Volúmenes de Obra para disposición de drenajes longitudinales y transversales	163
Tabla 108 Dimensiones de las señales Preventivas	166
Tabla 109 Señales preventivas utilizadas	167
Tabla 110 Espaciamiento máximo de delineadores de curva horizontal	168
Tabla 111 Dimensiones de las señales informativas utilizadas	169
Tabla 112 Dimensiones de las señales informativas utilizada.....	169
Tabla 113 Dimensiones de las señales regulatorias utilizadas.....	170
Tabla 114 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada ...	175
Tabla 115 Distancia de Rebasamiento mínimo	177
Tabla 116 Relación señalización /Línea de espaciamento de carril.	178
Tabla 117 Ubicación de la señalización.....	180
Tabla 118 Cantidad de Señales en la Vía.....	181
Tabla 119 Plan de prevención y mitigación de impactos.	186
Tabla 120 Plan de prevención y mitigación de impactos	187
Tabla 121 Fuente: Digeconsa S.A,2020	188
Tabla 122 Plan de prevención y mitigación de impactos.	189
Tabla 123 Plan de prevención y mitigación de impactos.	190
Tabla 124 Plan de prevención y mitigación de impactos.	191
Tabla 125 Plan de prevención y mitigación de impactos	192
Tabla 126 Plan de prevención y mitigación de impactos.	193
Tabla 127 Plan de prevención y mitigación de impactos.	193
Tabla 128 Plan de manejo de desechos.....	195
Tabla 129 Plan de manejo de desechos.....	196
Tabla 130 Plan de manejo de desechos.....	197
Tabla 131 Plan de manejo de desechos.....	198
Tabla 132 Plan de manejo de desechos.....	199
Tabla 133 Plan de manejo de desechos.....	199
Tabla 134 Plan de manejo de desechos.....	200
Tabla 135 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	201
Tabla 136 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	201
Tabla 137 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	202
Tabla 138 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	202
Tabla 139 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	203
Tabla 140 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	203
Tabla 141 Plan de seguridad y salud ocupacional.	205
Tabla 142 Plan de seguridad y salud ocupacional.	206
Tabla 143 Plan de seguridad y salud ocupacional.	206
Tabla 144 Plan de seguridad y salud ocupacional.	207
Tabla 145 Plan de seguridad y salud ocupacional.	207
Tabla 146 Plan de seguridad y salud ocupacional.	208

Tabla 147 Plan de seguridad y salud ocupacional.	209
Tabla 148 Plan de seguridad y salud ocupacional.	210
Tabla 149 Plan de relaciones comunitarias.	212
Tabla 150 Plan de relaciones comunitarias.	213
Tabla 151 Plan de relaciones comunitarias.	214
Tabla 152 Plan de relaciones comunitarias.	214
Tabla 153 Plan de relaciones comunitarias.	215
Tabla 154 Plan de relaciones comunitarias.	216
Tabla 155 Plan de contingencias.	218
Tabla 156 Plan de contingencias.	219
Tabla 157 Plan de contingencias.	219
Tabla 158 Plan de contingencias.	220
Tabla 159 Plan de monitoreo y seguimiento.	222
Tabla 160 Plan de monitoreo y seguimiento.	222
Tabla 161 Plan de monitoreo y seguimiento.	223
Tabla 162 Plan de monitoreo y seguimiento.	223
Tabla 163 Plan de monitoreo y seguimiento.	224
Tabla 164 Plan de monitoreo y seguimiento.	225
Tabla 165 Plan de monitoreo y seguimiento.	225
Tabla 166 Plan de monitoreo y seguimiento.	226
Tabla 167 Plan de monitoreo y seguimiento.	227
Tabla 168 Plan de cierre, abandono y entrega de áreas	229
Tabla 169 Plan de cierre, abandono y entrega de áreas	229
Tabla 170 Plan de cierre, abandono y entrega de áreas	230
Tabla 171 Plan de cierre, abandono y entrega de áreas	231
Tabla 172 Plan de restauración, indemnización, abandono y entrega de áreas	232
Tabla 173 Plan de prevención y mitigación e impactos ambientales	233
Tabla 174 Plan de prevención y mitigación e impactos ambientales	234
Tabla 175 Plan de prevención y mitigación e impactos ambientales	235
Tabla 176 Plan de manejo de desechos.	236
Tabla 177 Plan de manejo de desechos.	237
Tabla 178 Plan de manejo de desechos.	238
Tabla 179 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	239
Tabla 180 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	240
Tabla 181 Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo	241
Tabla 182 Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo.	242
Tabla 183 Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo.	243
Tabla 184 Plan de relaciones comunitarias.	244
Tabla 185 Plan de relaciones comunitarias.	245
Tabla 186 Plan de relaciones comunitarias.	246
Tabla 187 Plan de rehabilitación de áreas afectadas.	247
Tabla 188 Plan de rehabilitación de áreas afectadas.	248
Tabla 189 Plan de monitoreo.	249
Tabla 190 Cronograma valorado del PMA.	250
Tabla 191 Resumen de expropiaciones.	259
Tabla 192 Resumen del presupuesto referencial del proyecto.	259
Tabla 193 Características de los vehículos representativos.	260
Tabla 194 Recorridos anuales y velocidades.	261
Tabla 195 Costos de operación con proyecto.	262
Tabla 196 Costos de operación sin proyecto.	262

Tabla 197 Tráfico promedio anual del proyecto.....	263
Tabla 198 Costo de operación con proyecto.....	264
Tabla 199 Costo de operación sin proyecto.....	264
Tabla 200 Beneficios obtenidos en los 20 años de duración del proyecto.	265
Tabla 201 Mantenimiento primer año de operación.	266
Tabla 202 Mantenimiento del segundo al quinto año de operación.	266
Tabla 203 Mantenimiento del sexto al noveno año de operación.....	266
Tabla 204 Mantenimiento décimo año de operación.	266
Tabla 205 Resumen de costos de mantenimiento vial.	267
Tabla 206 Cálculo de los indicadores financieros.	270
Tabla 207 Presupuesto del proyecto.	273
Tabla 208 Fórmula Polinómica para reajuste de precios.	276
Tabla 209 Fórmula Polinómica para reajuste de precios.	278
Tabla 210 Cuadrilla tipo.	278

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Proyecto.....	4
Figura 2 División parroquial del Cantón Montecristi	5
Figura 3 Ubicación del cantón Montecristi.....	6
Figura 4 Ubicación Puntos GPS - BASE - INOCAR - MANTA	11
Figura 5. Puntos ingresados en el Proyecto	12
Figura 6. Faja topográfica	13
Figura 7. Perfil Natural del Terreno.....	14
Figura 8. Estación de Conteo	16
Figura 9. Ubicación de estación de Conteo	16
Figura 10. Clasificación Vehicular del Proyecto – Tabla Nacional de Pesos.....	20
Figura 11. Distribución del tráfico.....	21
Figura 12. Desarrollo del peralte y longitud de transición de la curva	41
Figura 13. Sobre ancho de una curva circular.....	42
Figura 14. Sobre ancho de una curva espiral	42
Figura 15. Sección Típica del Proyecto	50
Figura 16. Elementos de una curva circular simple.....	52
Figura 17. Elementos de una curva espiral	54
Figura 18. Relleno y corte.....	69
Figura 19. Mapa geológico de la Margen Costera Ecuatoriana.....	71
Figura 20. Leyenda Estratigráfica.....	72
Figura 21. Perfil Geográfico de la Zona del Proyecto.....	72
Figura 22. Cuencas sedimentarias y principales estructuras de la Cuenca Manabí.....	74
Figura 23. Columna estratigráfica de la cuenca sedimentaria de Manabí	75
Figura 24. Ubicación y magnitud de terremotos históricos en las costas ecuatorianas	83
Figura 25. Mapa para diseño sísmico.....	84
Figura 26. Mapa de amenaza volcánica.....	85
Figura 27. Nivel de Amenaza por inundaciones en Ecuador.....	86
Figura 28. Perforaciones en la vía Montecristi – La Cadena.....	88
Figura 29. Ubicación de las Calicatas.....	95
Figura 30. Ubicación de la Cantera Uruzca con respecto al proyecto.....	100
Figura 31. Ubicación de la Cantera Gramanotal con respecto al proyecto.....	102
Figura 32. Ubicación de la Cantera el Sombrero con respecto al proyecto.....	104
Figura 33. Estación Pluviográfica M005 - Portoviejo.....	116
Figura 34. Representación gráfica del número estructural y el espesor de cada capa de la estructura del pavimento.....	118
Figura 35. Espesores de cada capa de la estructura del pavimento.....	120
Figura 36. Uso y cobertura del suelo en la zona del proyecto	123
Figura 37. Estaciones Meteorológicas	124
Figura 38. Temperaturas medias mensuales en °C en la estación Portoviejo.....	126
Figura 39. Humedad relativa mensual % en la estación Portoviejo.....	127
Figura 40. Heliofania en horas en la estación Portoviejo.....	128
Figura 41. Velocidad del Viento.....	129
Figura 42. Evaporación Potencial.....	131
Figura 43. Precipitación Mensual	133
Figura 44. Precipitación Anual.....	133
Figura 45. Balance Hídrico (Precipitación - ETP) (mm).....	136
Figura 46. Zonas de intensidades de la demarcación Manabí	138

Figura 47. Curvas IDF Estación M005 - Portoviejo	140
Figura 48. Microcuenca de aporte a la quebrada s/n	144
Figura 49. Áreas de aporte de las escorrentías	148
Figura 50. Áreas de aporte de las escorrentías	148
Figura 51. Esquema del talud en la vía	149
Figura 52. Cuneta izquierda y derecha de la vía	154
Figura 53. Cuneta de berma	155
Figura 54. Muro de Cabecera.....	159
Figura 55. Muro de Cabecera.....	160
Figura 56. Diseño de los subdrenes	162
Figura 57. Ubicación de los chevrones en una vía.....	167
Figura 58. Orientación de las señales verticales	170
Figura 59. Empotramiento de las señales verticales	171
Figura 60. Zonas de no rebasar en curvas verticales	176
Figura 61. Zonas de no rebasar en curvas verticales	176
Figura 62. Líneas de separación de carriles segmentados	178
Figura 63. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta	179
Figura 64. Curva de inversión durante todo el proyecto.....	279

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Monografía de placa Inocar en Playa Murciélago - Manta.....	10
ANEXO 2 Puntos Levantamiento Topográfico de la Faja de la Vía.	11
ANEXO 3 Faja Topográfica de la vía Montecristi – La Cadena.	12
ANEXO 4 Conteos Manuales Clasificados.	19
ANEXO 5 Desarrollo del Peralte en curvas circulares y espirales.....	41
ANEXO 6 Planos Diseño Vial Planta y Perfil (HORIZONTAL/VERTICAL).	61
ANEXO 7 Secciones Transversales del Diseño Vial	68
ANEXO 8 Perfil estratigráfico de perforaciones	93
ANEXO 9 Ensayos C.B.R	95
ANEXO 10 Ensayos de Laboratorio de las Canteras	106
ANEXO 11 Datos mensuales de estaciones meteorológicas seleccionadas.....	125
ANEXO 12 Caudales de aportación para el diseño de los sistemas de drenaje.	148
ANEXO 13 Planos de Ubicación de las alcantarillas planta y perfil.....	162
ANEXO 14 Planos de Señalización Montecristi – La Cadena.	179
ANEXO 15 Mantenimiento vial Vía Montecristi - La Cadena	265
ANEXO 16 Presupuesto - Análisis de Precios Unitarios (APU).....	272
ANEXO 17 Cronograma Valorado.....	279
ANEXO 18 Ruta Crítica.	280
ANEXO 19 Especificaciones Técnicas.	280

RESUMEN

El presente proyecto de longitud 4.1 km se desarrolla por la necesidad de mejorar el estado de las vías de la provincia de Manabí, ya que actualmente existen diversas afectaciones por el evento sísmico del 16 de abril de 2016; además del crecimiento poblacional y productivo a congestionado la zona por lo tanto se hace indispensable la ampliación a cuatro carriles de la Vía Montecristi – La Cadena, siendo factible este ensanchamiento ya que las expropiaciones que se realizarán en la zona serán en menor escala, debido a que la mayoría de construcciones aledañas se respeta el derecho de vía; Para la realización del presente proyecto se procede a realizar los estudios necesarios en campo y procesar la información en oficina; por lo que iniciamos con el estudio topográfico en el cual obtenemos nuestros puntos, a través de estos obtenemos nuestra faja topográfica, continuamos con el estudio de tráfico para obtener la cantidad de vehículos y de esta manera determinar el tipo de vía que necesita esta zona, con los datos obtenidos procedemos a realizar el diseño de la misma, además con esto determinamos las cargas vehiculares y de esta manera obtener los espesores necesarios de la estructura del pavimento; una vez culminado lo anterior, con el estudio hidrológico procedemos a determinar las medidas mínimas de las obras de drenaje, también procedemos a colocar la señalización horizontal y vertical, para garantizar la seguridad de la vía, una vez terminado lo anterior procedemos a realizar un estudio ambiental para determinar los impactos ambientales que produzca la construcción de la vía, además de esto procedemos a determinar un análisis económico – financiero para determinar los indicadores financieros como son el VAN, el TIR y el costo beneficio que generara la construcción de esta ampliación.

Palabras clave: Cargas vehiculares, drenaje, espesores, estructura del pavimento, faja topográfica, hidrológico, impacto ambiental, obras de drenaje, señalización, tráfico.

ABSTRACT

The present project of length 4.1 km is developed due to the need to improve the condition of the roads in the Manabí province, since there are currently various damages due to the seismic event of April 16, 2016; in addition to population and productive growth, the area has become congested, therefore the expansion to four lanes of the Via Montecristi - La Cadena is essential, being feasible this widening since the expropriations that will be carried out in the area will be on a smaller scale, due to the fact that the majority of nearby constructions respect the right of way; In order to carry out this project, the necessary studies are carried out in the field and the information is processed in the office; so we start with the topographic study in which we obtain our points , through these we obtain our topographic strip, we continue with the traffic study to obtain the number of vehicles and in this way determine the type of road that this area needs, with the data obtained we proceed to design it, in addition with this we determine the vehicle loads and in this way obtain the necessary thickness of the pavement structure; once the above is completed, with the hydrological study we proceed to determine the minimum measures of the drainage works, we also proceed to place the horizontal and vertical signs, to guarantee the safety of the road, once the above is completed we proceed to carry out a study environmental to determine the environmental impacts that the construction of the road produces, in addition to this we proceed to determine an economic-financial analysis to determine the financial indicators such as the VAN, the TIR and the cost benefit that the construction of this expansion will generate.

Keywords: Drainage, drainage works, environmental impact, hydrological, pavement structure, signaling, thicknesses, topographic belt, traffic, vehicle loads.

INTRODUCCIÓN

En la Provincia de Manabí, específicamente en el cantón Montecristi que es la zona donde se realizara nuestro proyecto, existe un sin número de afectaciones viales a causa del evento sísmico del 16 de abril de 2016, que causo varios daños tanto en la estructura vial, como en la economía de la Provincia; además del crecimiento poblacional y productivo que a congestionado la zona por donde cruza el proyecto, por lo tanto se hace inminente la construcción de la ampliación de dos a cuatro carriles,

Por lo tanto, esto traerá como consecuencia inmediata la reactivación de la economía de la Provincia, además se restablecerá la movilidad de los pobladores del sector, pues se disminuirían los tiempos de viaje para los pobladores, mejorando la comunicación entre poblados, la conectividad de diferentes zonas, las relaciones con otros poblados, el comercio de sus productos; por lo que se transformaría en un sector al cual la gente quisiera invertir o residir.

Para la realización de este proyecto se utilizó la siguiente metodología, la cual fue la investigación de campo que empezó con el estudio de tráfico para ver el número de vehículos que circulan por la zona del proyecto, se realizó el levantamiento topográfico mediante un equipo denominado RTK, con estos datos se procedió a realizar los estudios de gabinete realizando el diseño de la ampliación a través del software AUTOCAD CIVIL 3D 2020, se diseñó la estructura del pavimento con el método AASHTO 93 y por último se realizó una valoración financiera para determinar los beneficios económicos que causara la construcción de esta obra.

CAPÍTULO I

Generalidades

1.1. Antecedentes

Realizar el presente estudio servirá para mejorar el estado actual de las vías de la Provincia de Manabí, ya que actualmente en el tramo hay diversas afectaciones por el evento sísmico de 7.8 grados representados en la escala Richter del 16 de Abril de 2016; además el crecimiento poblacional y productivo a congestionado la zona por lo tanto es inminente la ampliación de dos a cuatro carriles; siendo factible este ensanchamiento ya que las expropiaciones que se realizarán en la zona serán en menor escala debido a que en la mayoría de construcciones aledañas se respeta el derecho de vía. Por lo tanto, esto traerá como consecuencia inmediata la reactivación de la economía de la Provincia, además mejorar la calidad de vida de los pobladores de esta Provincia, pues se disminuirían los tiempos de viaje para los pobladores, mejorando la comunicación entre poblados, la conectividad de diferentes zonas, las relaciones con otros poblados, el comercio de sus productos; por lo que se transformaría en sectores productivos e inmobiliarios.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Realizar el estudio de ampliación a cuatro carriles de la vía “Montecristi – La Cadena” ubicado en el cantón Montecristi Provincia de Manabí de longitud 4 km.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar la información necesaria topográfica, geológica y geotécnica del sitio de estudio.
- Obtener el Tráfico promedio diario anual para la vía analizada, y de esta manera obtener los grosores de la estructura del pavimento.
- Diseñar los grosores de las capas que conformarán la estructura vial en pavimento flexible.
- Realizar el diseño hidráulico de las estructuras menores.
- Evaluación del Impacto Ambiental con normativa vigente.
- Elaborar un análisis donde se detalle el cronograma, rubros, planos viales horizontal y vertical, especificaciones técnicas, APUS y presupuesto de la vía.

1.3. Datos y Descripción Del Proyecto

1.3.1 Localización del Proyecto

1.3.1.1. General.

El sitio del proyecto se encuentra en la Provincia de Manabí, Cantón Montecristi, Parroquia Montecristi.

1.3.1.2. Específica.

El sitio del proyecto se ubica en las coordenadas UTM WGS84 ZONA 17S.

Tabla 1

Coordenadas De Inicio y Fin Del Proyecto

	Abscisa	Norte	Este	Cota
INICIO PROYECTO	0+000.000	9883466.14	538464.41	126.281
FIN PROY	4+100.000	9881117.11	541443.47	167.570

Elaborado por: El autor



1.4. Descripción Geopolítica De la Zona Del Proyecto

1.4.1. Población

De acuerdo al último censo de población y vivienda realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC en el cantón Montecristi hay un total de 70294 habitantes siendo 35304 hombres y 34990 mujeres representando el 5.1% del total de los habitantes de la provincia de Manabí y el crecimiento Poblacional en el periodo (2001-2010) es del 13.65% por Año.

Tabla 2

Población del cantón Montecristi

Urbana:	Rural:	Mujeres:	Hombres:	Total
65.90%	34.10%	49.80%	50.20%	70.3 mil hab.

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010

El cantón Montecristi está constituido por dos parroquias como son: Montecristi y la Pila siendo Montecristi la más grande con una población constituida por 34018 hombres y 33824 mujeres, la Pila constituida por 1286 hombres y 1166 mujeres.

Tabla 3

Población por Parroquias del cantón Montecristi

Cantón	Parroquias	Hombres	Mujeres	Total
Montecristi	La Pila	1,286	1,166	2,452
	Montecristi	34,018	33,824	67,842
Total		35,304	34,990	70,294

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010





Figura 3 Ubicación del cantón Montecristi
Fuente. INEC,2007

1.4.2. Salud

El Cantón Montecristi se encuentra en el área administrativa provincial N° 2 del Ministerio de Salud Pública (MSP), específicamente cuenta con nueve establecimientos de salud, en diez de los cuales solo hay un médico y una enfermera; a continuación, se describe el tipo de establecimientos. (Montecristi, 2016)

Tabla 4

Establecimientos de Salud en el cantón Montecristi

No	Unidad de Salud	Tipo	Ubicación
1	Montecristi	Centro de Salud	Calle 9 de Julio
2	Cárcel	Subcentro de Salud	Cárcel
3	Los Bajos	Subcentro de Salud	Los Bajos
4	Manantiales	Subcentro de Salud	Manantiales
5	Colorado	Subcentro de Salud	Colorado
6	La Pile	Subcentro de Salud	La Pile
7	El Arroyo	Subcentro de Salud	El Arroyo
8	Leónidas Proaño	Subcentro de Salud	Leónidas Proaño
9	Las Palmas	Subcentro de Salud	Las Palmas

Fuente: SENPLADES, 2014

La atención en las Unidades de Salud en la actualidad es de Primer Nivel, pero uno de los problemas es la falta de partidas presupuestarias para la contratación de Profesionales y la falta de medicamentos.

1.4.3. Educación

Según datos del AMIE 2013, el Cantón Montecristi contaba con 122 establecimientos educativos, el 64% de instituciones pertenecientes a la red estatal de educación; el 84% de la oferta se concentra en el sector urbano y tan solo el 16% de las instituciones con una oferta de bachillerato.

La infraestructura Educativa existente se vio seriamente afectada ante el evento sísmico del 16 abril del 2016, con un total de 22 instituciones afectadas. (Montecristi, 2016)

De acuerdo al último censo de población y vivienda realizado en el 2010 el índice de analfabetismo en el cantón Montecristi es del 8.6% en hombres y del 9.5% en mujeres; esto podría variar en los últimos años ya que, en el último evento sísmico, la mayoría de establecimientos educativos afectados fueron los fiscales.

1.4.4. Sistema Económico

La economía del cantón Montecristi está basada principalmente en las siguientes actividades importantes como son la industria manufacturera, el comercio al por mayor y menor y la Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.

Existen otras actividades que en menor escala forman parte también de la economía del cantón como son la enseñanza y el turismo; a continuación, en el siguiente cuadro presentamos los porcentajes de cada una de las actividades del cantón con su porcentaje de aportación a la economía.

Tabla 5

Principales Actividades Económicas del cantón Montecristi

Actividades del cantón	%
Industrias manufactureras.	73.3
Comercio al por mayor y al por menor	12.3
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	7.7
Enseñanza	1.8
Turismo	0.8

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010

1.5. Identificación, Descripción y Diagnostico del Problema.

El 16 de abril de 2016 ocurrió un evento sísmico de 7,8 grados de magnitud, donde la provincia de Manabí fue la más afectada; El movimiento telúrico, provoco afectaciones en casi toda la red vial de la Provincia de Manabí.

La Provincia quedo deprimida en su economía, y el Gobierno de la República del Ecuador ha desarrollado planes de inversión y desarrollo en esta región del país, para fomentar el turismo y el impulso de industrias locales, buscando de esta forma reactivar la economía local y mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, especialmente de los habitantes de este próspero cantón de la Provincia de Manabí.

Al estar afectadas las vías, es inminente que el turismo se vea afectado, por ende, la reactivación económica de la Provincia.

Podemos notar que los sectores productivos se verán disminuidos mientras las vías no sean rehabilitadas, y en particular este tramo de vía en donde amerita una ampliación de dos a cuatro carriles, debido a que existe un mayor crecimiento poblacional y productivo en la zona por lo tanto el flujo vehicular es mayor, por este motivo es necesario una vía de mayor capacidad vehicular para incentivar el turismo y la producción.

CAPÍTULO II

2. Estudio Topográfico

2.1. Alcance

En este estudio de ampliación a 4 carriles de la vía Montecristi- La Cadena, la topografía será proporcionada por la consultora DIGECONSA estos datos serán revisados minuciosamente y procesados para obtener nuestra faja topográfica a una escala 1:1000 en la cual procederemos a realizar el trazado de la vía paralela al diseño original de la vía.

2.2. Equipos Topográficos utilizados

Para obtener la faja topográfica del sitio de ampliación se utilizó el sistema RTK (Real Time Kinematic), marca KQ GEO el cual tiene una precisión de (1 ó 2 cm + 1 ppm) y utiliza los siguientes equipos:

- Antena Base y Antena Móvil GPS con radios internos.
- Antena Triple Banda conectada a la Batería.
- Controlador inalámbrico para GPS.
- Trípode con plato nivelante y plomada óptica.
- Bastón Telescópico.

2.3. Actividades realizadas durante el levantamiento topográfico.

La descripción topográfica del sitio donde se encuentra la ampliación empieza en el campo con la obtención de los puntos topográficos y termina en la oficina con los estudios de gabinete.

2.3.1. Trabajos de Campo.

Los trabajos de campo se inician tomando como referencia inicial la Monografía del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador con las siguientes coordenadas (9896095.541mN, 530056.498mE) con DATUM: WGS84, Este HITO se localiza en el cantón Manta, provincia de Manabí en la playa del Murciélago; en este punto se ubica el GPS RTK marca KQ GEO, las coordenadas de este punto nos sirvieron de enlace con los 3 receptores móviles los cuales generan vectores en tiempo real; por lo general se requirió 1 hora por cada base de esta manera se obtuvieron datos que posteriormente fueron procesados para obtener las bases para el levantamiento total del proyecto; estos puntos nos sirven para obtener el estudio topográfico del proyecto con el GPS RTK.

ANEXO 1 Monografía de placa Inocar en Playa Murciélago - Manta.

Tabla 6

Puntos GPS y Puntos Base del Proyecto UTM 17 S

Descripción	Norte	Este	Cota
GPS # 1	9883569.167	538410.581	124.343
GPS # 2	9882266.150	539091.266	168.633
GPS # 3	9881026.380	541575.071	164.968
BASE 2900	9883435.808	537539.883	242.709
BASE 701	9883846.725	538450.268	116.914

Elaborado por: El autor



Figura 4 Ubicación Puntos GPS - BASE - INOCAR - MANTA
Elaborado por. El autor a través de Google Earth

Estos puntos base y el punto base del INOCAR ubicado en el cantón Manta, provincia de Manabí en la playa del Murciélago sirven para hacer un control tanto en el levantamiento como en el replanteo de los puntos topográficos.

2.3.2. Trabajos de Gabinete.

Una vez que obtuvimos la faja topográfica de la vía en campo mediante el equipo GPS RTK procedemos a bajar la información, una vez que bajamos los 5078 puntos con DATUM WGS84 lo ponemos en formato .csv compatible con AUTOCAD CIVIL 3D 2020 e importamos los puntos creamos la superficie y la delimitamos para generar los triángulos donde suavizamos las curvas de nivel generadas cada 1 metro.

ANEXO 2 Puntos Levantamiento Topográfico de la Faja de la Vía.

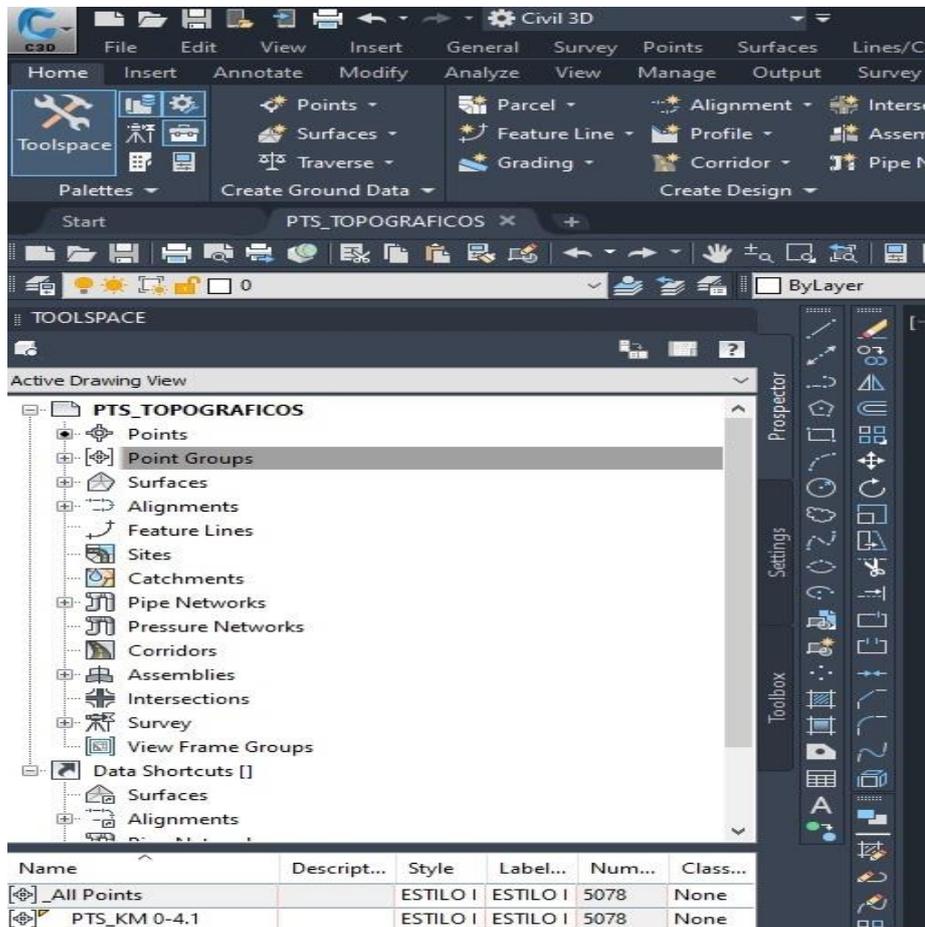


Figura 5. Puntos ingresados en el Proyecto

Elaborado por. El autor a través de Autocad Civil 3D

2.4. Descripción de la Planimetría y Altimetría.

Para la faja Topográfica generada cargamos 5078 puntos topográficos y con esto obtenemos una superficie de 331783.647 m²

ANEXO 3 Faja Topográfica de la vía Montecristi – La Cadena.

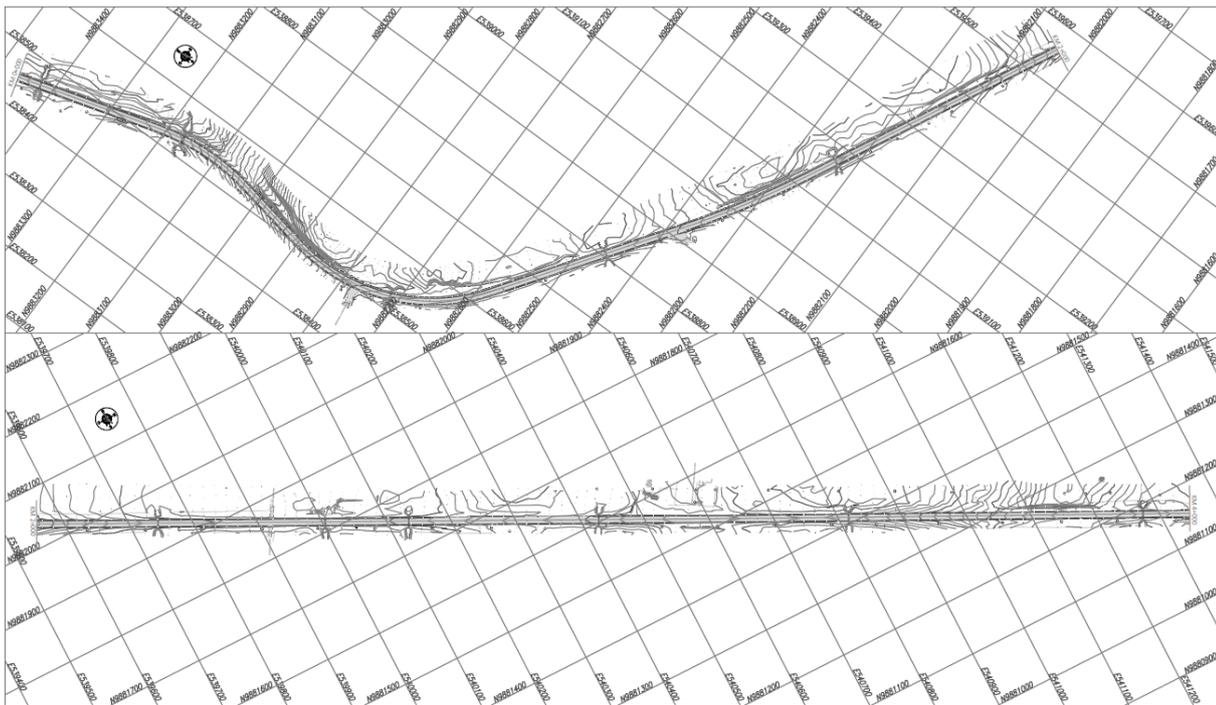


Figura 6. Faja topográfica

Elaborado por. El autor a través de Autocad Civil 3D

Con los datos que se consiguieron en campo y se procesaron en oficina se obtiene que tenemos una topografía regular del terreno con una pendiente longitudinal que va desde el 0.390% al 7.5% por lo que podemos decir que es un terreno relativamente plano con alturas que van desde los 125 msnm hasta los 175 msnm; por lo cual no tenemos ningún inconveniente en el momento del diseño de la ampliación de esta vía, además el tramo de vía a ampliarse no pasa por ningún centro poblado por lo que en el momento de la expropiación no habría mayores inconvenientes con los pobladores del sector.

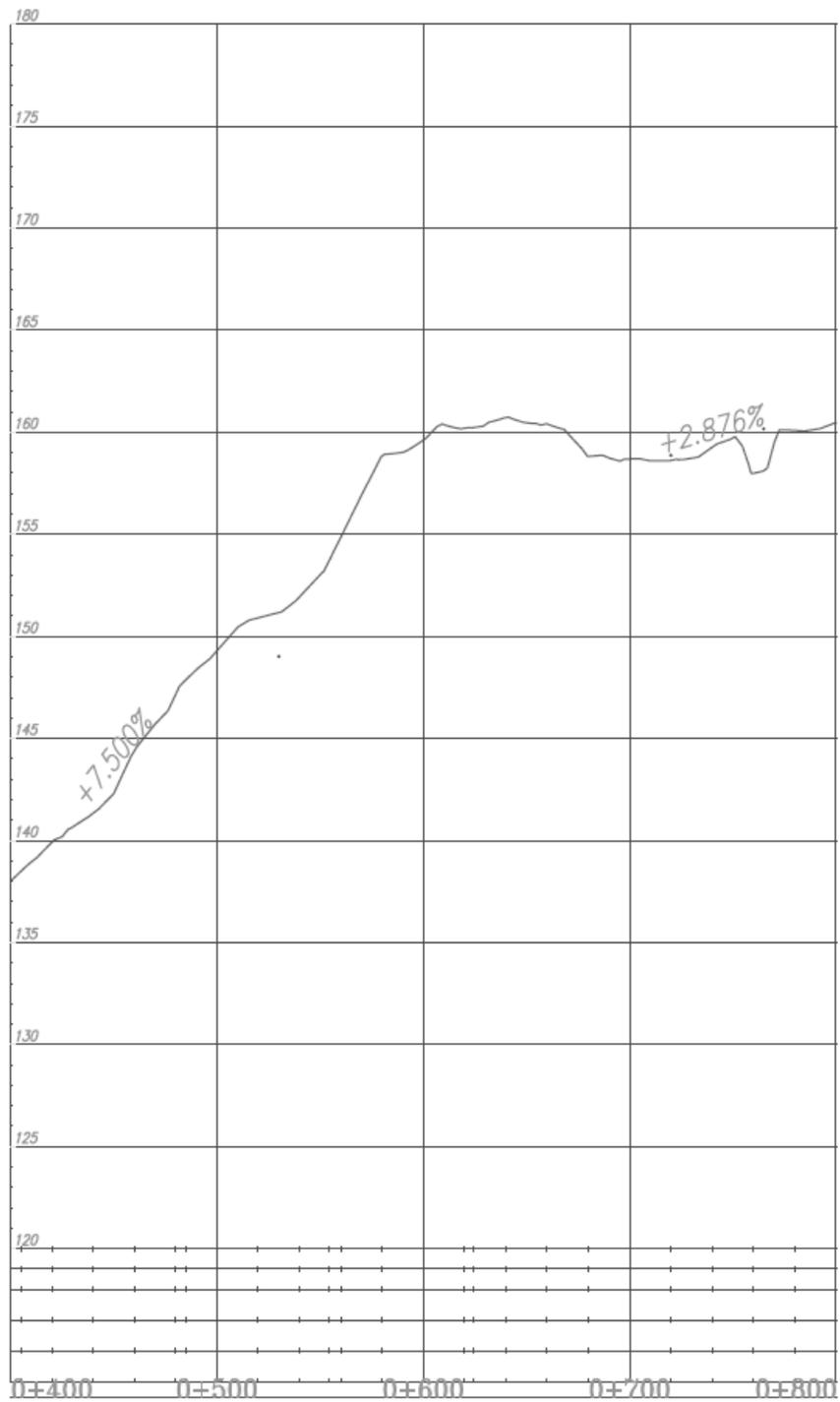


Figura 7. Perfil Natural del Terreno
 Elaborado por. El autor a través de Autocad Civil 3D

CAPÍTULO III

3. Estudio de Tráfico

3.1. Alcance

El actual estudio de tráfico parte de la revisión y análisis de la información obtenida en campo para los diferentes tipos de vehículos y el volumen de tráfico que circula por la vía, dichos datos estarán programados para un tiempo de 10 y 20 años, con lo que obtendremos el tráfico promedio anual y con esta información podemos clasificar a la vía de acuerdo a la Norma (MOP – 2003); Con la proyección obtenida del tráfico convertiremos estos datos a un número de ejes de carga equivalentes (8.2 ton.) ESALS'S, con estos valores se podrá conseguir la carga vehicular a la que el pavimento será sometido.

3.2. Conteo de Tránsito

Cuando se trata de un estudio definitivo, los datos mínimos que debe de tener en el conteo manual son de 7 días continuos, por un lapso de 24 horas, este estudio se debe realizar en una semana cualquiera que no esté afectada por feriados en los que existe mayor afluencia vehicular.

La Estación de Conteo Manual se ubicó en la vía la Pila – Montecristi la medición se la realizo por un tiempo de 24 Horas durante 7 días, desde las 12 am del miércoles 6 de febrero de 2019 hasta las 12 am del martes 12 de febrero de 2019.



Figura 8. Estación de Conteo

Elaborado por. El autor



Figura 9. Ubicación de estación de Conteo

Elaborado por. El autor a través de Google Earth

De acuerdo a la bibliografía encontrada los vehículos se clasifican en dos grandes grupos:

- Vehículos livianos, que incluye a las motocicletas y a los automóviles, así como a otros vehículos ligeros como camionetas y pickups, con capacidad hasta de ocho pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero. (NEVI12, 2013)
- Vehículos pesados, como camiones, buses y combinaciones de camiones (semirremolques y remolques), de más de cuatro toneladas de peso en las ruedas traseras. (NEVI12, 2013)

La clasificación del tráfico observado en el conteo manual se lo realiza a través de los siguientes conceptos.

Livianos

- **Moto.** – Es un medio de transporte con cabida para un máximo de dos personas, estos pueden ser dos, tres hasta cuatro ruedas y con un cilindraje inferior a los 500cc.
- **Automóvil.** – Es un medio de transporte generalmente con un cilindraje superior a los 1000 cc de dos ejes y cuatro ruedas para el transporte de un máximo 10 personas incluido el conductor.
- **Camioneta.** – Es un medio de transporte de 4 ruedas con una carga de aprovechamiento de un máximo 1750 kg, esto tomando o no en cuenta el acople posterior. En este grupo incluimos camionetas cabina simple y doble suburbanas, furgonetas de transporte escolar y de carga.

Pesados

- **Camión Pesado.** – Es un vehículo de gran tamaño dedicado a la movilización de carga de productos no clasificables.

- **Camión pesado simple.**

Es un vehículo de gran tamaño que posee más de dos ejes y no tiene ningún tipo de articulación.

- **Semirremolque.**

Es un vehículo de gran tamaño que se estructura con una unidad principal o tractora y un remolque de gran tamaño posterior generalmente de un máximo de tres ejes.

- **Remolque.**

Es un acople posterior remolcado generalmente por un camión pesado simple, el cual puede ser un camión liviano o Pesado.

- **Camión Liviano.** – Es un vehículo de mediano tamaño constituido por dos ejes simples, generalmente ocupado para la movilización de carga, con un tonelaje superior a 1750 kg.

- **Bus.** – Es un medio de transporte, generalmente propulsado por un motor de combustión, con una capacidad por encima de las 10 personas incluyendo el chofer, este medio de movilización está generalmente destinado al transporte de pasajeros, correos, paquetes equipaje y cargas livianas, estos se clasifican en microbuses, buses de un eje hasta un máximo de 4 ejes, buses de un piso hasta 2 pisos.

Para el presente estudio de tráfico vamos a tomar en cuenta los vehículos livianos, buses y pesados, con todas sus distintas subcategorías se recalca que los vehículos que se clasifican como motocicletas no serán utilizados para el presente estudio.

3.2.1. Metodología

La metodología para determinar los aforos de tránsito principalmente se fundamenta en la obtención de un aforo de tránsito en la vía analizada, siendo esta la base para proporcionar los volúmenes de tráfico actual y proyectado, que servirán para dimensionar la estructura de la vía y para lograr un buen diseño geométrico de la ruta de estudio.

Para obtener el aforo del tráfico o más conocido como un TPDA, lo correcto sería contar con una estación de medida que se encuentre permanente en la zona para de esta manera conocer los datos diarios y semanales de la estación de conteo, es beneficioso contar con los datos obtenidos por varios años para de esta manera tener una base fiable que nos ayude a prever el aumento del tráfico que existiera en el futuro.

3.2.2. Trabajos de Campo

Los trabajos de campo para obtener el volumen de tráfico, inician el 6 de febrero de 2019 y terminan el 12 de febrero de 2019 en la estación de conteo manual la Pila en esta estación observamos el tipo de vehículo que circula y la cantidad de vehículos que circulan por un periodo de 7 días y por 24 horas consecutivas desde las 00:00 hasta las 24:00 horas.

ANEXO 4 Conteos Manuales Clasificados.

3.2.3. Trabajos de Gabinete

Una vez revisados los datos obtenidos en campo del conteo manual se inicia el procesamiento de los datos para determinar el TPDA, además clasificamos los vehículos de acuerdo a la Tabla Nacional de Pesos con esto obtendremos las cargas a usarse en la vía y posteriormente el cálculo de Ejes equivalentes.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS		
				LARGO	ANCHO	ALTO
2D			7	5,50	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3A			27	12,20	2,60	4,10
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30

Figura 10. Clasificación Vehicular del Proyecto – Tabla Nacional de Pesos.
Fuente. Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones, 2012

En la presente tabla se indica la totalidad de los conteos de tráfico y la clasificación vehicular.

Tabla 7

Conteo Diario Resumido de la Estación la Pila.

CONTEO DE TRÁFICO ESTACIÓN - LA PILA										
Tipo de Vehículo	6/feb/2019	7/feb/2019	8/feb/2019	9/feb/2019	10/feb/2019	11/feb/2019	12/feb/2019	Prom	%	
Livianos	Automovil	4587	4873	4934	5866	4695	4472	4468	6970	75,02
	Camioneta	2168	2146	2040	2086	2083	2099	2272		
Pesados	Buses	630	605	585	646	632	607	593	614	6,61
	2DA	511	563	55	96	169	175	298	267	2,87
	2DB	906	721	541	478	895	1118	974	805	8,66
	3A	99	136	39	47	111	124	89	92	0,99
	2S1	2	3	0	1	3	1	1	2	0,02
	2S2	84	79	13	13	58	71	56	53	0,58
	2S3	8	13	2	1	5	4	8	6	0,06
	3S1	2	14	1	2	0	0	1	3	0,03
	3S2	361	333	72	110	298	298	329	257	2,77
3S3	314	250	92	103	271	263	262	222	2,39	
Total	9672	9736	8374	9449	9220	9232	9351	9291	100,0	

Elaborado por: El autor

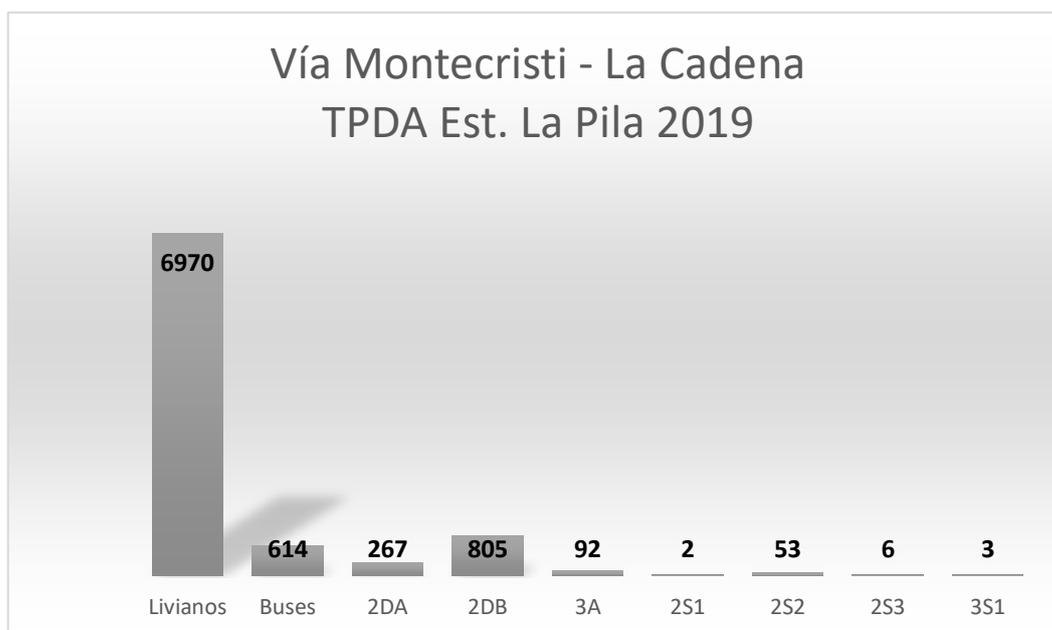


Figura 11. Distribución del tráfico
Elaborado por. El autor

3.3. Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS)

Con los conteos de tráfico obtenidos en campo, se procedió en oficina a determinar el volumen vehicular por tipo de vehículo y se calculó el Tráfico Promedio Diario Semanal.

$$T.P.D.S = \frac{5}{7} \times \sum \frac{D_n}{m} + \frac{2}{7} \times \sum \frac{D_e}{m} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

T.P.D.S = Tráfico promedio diario semanal

\sum = Sumatoria

D_n = Cantidad de vehículos en días normales (lunes a viernes)

D_e = Cantidad de vehículos en días feriados incluyendo fines de semana

m = Cantidad de días en el que se obtuvo el aforo

Tabla 8**Tráfico Promedio Semanal y Tráfico Promedio Diario Anual.**

FECHA	DIA	CONTEO DIARIO DURANTE 24 H
6/2/2019	miércoles	9672
7/2/2019	jueves	9736
8/2/2019	viernes	8374
9/2/2019	sábado	9449
10/2/2019	domingo	9220
11/2/2019	lunes	9232
12/2/2019	martes	9351
TOTAL:		65034
T.P.D.S:		9291
S:		451
9:		169
A:		331
T.P.D.A:		9622

Elaborado por: El autor

$$T.P.D.S = \frac{5}{7} \times \left(\frac{9672+9736+8374+9449+9232+9351}{5} \right) + \frac{2}{7} \times \left(\frac{9449+9220}{2} \right)$$

T.P.D.S = 9291 veh. Mixtos / día / ambos sentidos

3.3.1. Determinación del TPDA

Para determinar el TPDA se incluirá varias alternativas de cálculo, debido a que el tráfico afecta directamente a las características del diseño geométrico del camino y tomando en cuenta de que la población se mueve por hábitos, usualmente estas diferenciaciones se

mantienen inalterables en lapsos más o menos prolongados, por este motivo en el análisis de volúmenes de tránsito, el TPDA, el cálculo se obtiene con cimiento en el promedio muestral o de TPDS, con la siguiente ecuación:

$$TPDA = TPDS \pm A \quad \text{Ec. 2}$$

Dónde:

TPDS = Tráfico promedio diario semanal

A = Máxima diferencia entre el TPDA y el TPDS

Como se observa, el valor de A, sumando o restando del TPDS, define el intervalo de confianza dentro del cual se encuentra el TPDA.

Para un determinado nivel de confiabilidad, el valor de A es:

$$A = K \times E \quad \text{Ec. 3}$$

Dónde:

K = Desviación estándar de conteos.

E = Error estándar de la media.

Estadísticamente se muestra que las medias de incomparables ejemplos, obtenidos de una misma urbe, se adjudican habitualmente en torno a de la media poblacional con una desviación estándar similar al error estándar, Por lo que se puede expresar de la siguiente manera:

$$E = \vartheta \quad \text{Ec. 4}$$

Dónde:

ϑ = Estimador de desviación estándar poblacional.

El valor considerado de la desviación estándar poblacional, se determina con la siguiente expresión:

$$\vartheta = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\frac{N-n}{N-1} \right) \quad \text{Ec. 5}$$

Dónde:

S = Desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tránsito diario estándar muestral.

n = Tamaño de la muestra en número de días de aforo.

N = Tamaño de la población en número de días del año.

La desviación estándar muestral S, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n-1}} \quad \text{Ec. 6}$$

Dónde:

TD_i = Volumen del tránsito del día i.

En la distribución normal para niveles de confiabilidad del 90% y 95% los valores de constante K son:

$$K = 1.64 \text{ Y } K = 1.96$$

Para:

$$N = 365 \text{ días}$$

$$n = 7 \text{ días}$$

$$K = 1.96 \% \text{ (confiabilidad del 95 \%)}$$

Determinamos la desviación estándar muestral S:

S =

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (9672-9291)^2 + (9736-9291)^2 + (8374-9291)^2 + (9449-9291)^2 + (9220-9291)^2 + (9232-9291)^2 + (9351-9291)^2}{7-1}}$$

S = 451

Determinamos la desviación estándar poblacional estimada

$$\vartheta = \frac{451}{\sqrt{7}} \left(\frac{365-7}{365-1} \right) \quad \text{Ec. 7}$$

$$\vartheta = 169$$

$$\vartheta = E$$

Determinamos A

$$A = 1.96 \times 169$$

$$A = 331$$

Calculamos el TPDA para un nivel de confiabilidad del 95%

$$TPDA = TPDS \pm A \quad \text{Ec. 8}$$

$$TPDA = 9291 \pm 331$$

$$TPDA = 9622 \text{ veh/día}$$

3.3.2. Tráfico Futuro

El volumen del tráfico futuro, se basa no solamente en las magnitudes normales actuales, sino también en los aumentos del tránsito que utilizaran la ampliación y la vía existente. Para determinar la proyección del tráfico futuro debemos de obtener previamente el total del tráfico futuro, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$TF = T.P.D.A + TG + TD \quad \text{Ec. 9}$$

3.3.3. Tráfico Generado

El tráfico generado es el número de viajes que se realizarían después de haber terminado las mejoras definidas en este caso la ampliación de la vía, generalmente este tráfico se genera en los dos años consecutivos de finalizar las mejoras de la vía.

Al tránsito generado se deben de asignar tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio. (T., MSc. Ing. Douglas Méndez, 2009)

$$TG = 20\% T.P.D.A \quad \text{Ec. 10}$$

$$TG = 20\% \times 9622$$

$$TG = 1924$$

3.3.4. Tráfico Desarrollado

Este tráfico se forma por la constitución de nuevas zonas utilizadas adentro de la zona de influencia cuando ya se encuentre en funcionamiento la vía. Debido a que no posee encuestas de origen destino el MOP 2003 constituye un valor entre el (5-8) % del TPDA.

$$TD = 5\% T.P.D.A$$

$$TD = 5\% \times 9622$$

$$TD = 481$$

Con los datos obtenidos procedemos a calcular el tráfico futuro

$$TF = 9622 + 1924 + 481$$

$$TF = 12027 \text{ vehiculos}$$

Tabla 9
Tráfico Promedio Semanal, TPDA y Tráfico

	T.P.D.S		T.P.D.A		T.F	
Livianos	6970	75.02	7218	75.02	9023	75.02
Buses	614	6.61	636	6.61	795	6.61
2DA	267	2.87	276	2.87	345	2.87
2DB	805	8.66	833	8.66	1042	8.66
3A	92	0.99	95	0.99	119	0.99
2S1	2	0.02	2	0.02	2	0.02
2S2	53	0.58	55	0.58	69	0.58
2S3	6	0.06	6	0.06	8	0.06
3S1	3	0.03	3	0.03	4	0.03
3S2	257	2.77	266	2.77	333	2.77
3S3	222	2.39	230	2.39	288	2.39
TOTAL:	9291	100%	9622	100%	12027	100%

Elaborado por: El autor

3.4. Proyección del tráfico

Esta proyección nos ayuda a conseguir los indicadores de tráfico que nos permiten obtener parámetros fundamentales para el diseño del proyecto como son el tipo de vía, la velocidad de diseño con la que se realizara el estudio y demás datos para el posterior diseño geométricos de la vía. Este estudio se realizará para una vida útil de 20 años, tomando en cuenta las tasas de incremento anual del tránsito, además de obtener los porcentajes para determinar las variantes en el tráfico que se pudieran obtener con la materialización del proyecto, apegándose siempre a las recomendaciones del MTOP.

Para obtener las predicciones del tránsito, se utiliza la siguiente formula:

$$Tp = Ta (1 + i)^n \quad \text{Ec. 11}$$

Dónde:

Tp = Tráfico futuro o proyectado.

Ta = Tráfico actual equivalente.

i = Tasa de crecimiento del tráfico.

n = Período de proyección.

Tabla 10

Tasa de crecimiento vehicular de la provincia de Manabí.

Tasa de Crecimiento

Periodo	Liviano	Buses	Pesados
2016 - 2020	3.48%	2.58%	2.93%

Fuente: INEC, 2010

Con la información que se obtuvo, determinamos los valores de TPDA planeados, los mismos se indican a continuación:

Tabla 11**Valores de T.P.D.A proyectados a 20 años**

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO			TOTAL
		Livianos I = 3.48 %	Buses I = 2.58 %	Pesados I = 2.93 %	
2019	0	9023	795	2209	12027
2020	1	9337	815	2274	12426
2021	2	9662	836	2340	12838
2022	3	9998	858	2409	13265
2023	4	10346	880	2479	13705
2024	5	10706	903	2552	14161
2025	6	11078	926	2627	14631
2026	7	11464	950	2704	15118
2027	8	11863	975	2783	15621
2028	9	12276	1000	2865	16140
2029	10	12703	1025	2949	16677
2030	11	13145	1052	3035	17232
2031	12	13602	1079	3124	17805
2032	13	14076	1107	3215	18398
2033	14	14566	1135	3310	19011
2034	15	15072	1165	3407	19644
2035	16	15597	1195	3506	20298
2036	17	16140	1226	3609	20975
2037	18	16701	1257	3715	21674
2038	19	17283	1290	3824	22396
2039	20	17884	1323	3936	23143

Elaborado por: El autor

3.4.1. Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico

Según la Norma MOP 2003 podemos clasificar a la vía por su funcionalidad a través del siguiente cuadro:

Tabla 12

Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

Clase de Carretera	Tráfico TPDA	Proyectado
R-I O R-II	Más de 8000	
I	De 3000 a 8000	
II	De 1000 a 3000	
III	De 300 a 1000	
IV	De 100 a 300	
V	Menos de 100	

Fuente: MOP, 2003

Con los datos obtenidos de la proyección del tráfico para un período de 20 años, la ampliación de la vía Montecristi – La Cadena se la diseñara con la clasificación dada por la MOP 2003, para una vía Clase RI o RII, debido a que el T.P.D.A es mayor a 8000 vehículos.

3.5. Cálculo del número de ejes equivalentes ESAL'S

Las diversas cargas que actúan en la capa de rodadura producen distintas tracciones e imperfecciones en el pavimento.

Además, distintos grosores de pavimentos y variedad de materiales, estos a su vez responden de una manera distinta a una misma carga. Por estas respuestas diferentes en la capa de rodadura, los defectos son diferentes, dependiendo de la intensidad de carga y de las

características de la carpeta. Para esto, el tráfico es limitado a un valor similar de ejes de una carga expresa que producen idéntico efecto, que todo el tránsito produciría en el asfalto.

Esta carga según AASHTO es de 80 KN o 18 kips.

La fórmula que se utilizara para obtener los Ejes Equivalentes está presentada por AASSHTO 1993

$$N_t = N * F_c * F_d * 365 * \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad \text{Ec. 12}$$

Dónde:

N_t = cantidad de ejes equivalentes

N = cantidad de ejes equivalentes al inicio del período de diseño.

F_c = Factor Carril.

F_d = Factor dirección.

n = número de años de proyección.

i = tasa de crecimiento.

3.5.1. Factor de distribución por carril (F_c)

Se define por el carril de diseño aquel que recibe el mayor número de ESALs. Para un camino de dos carriles, cualquiera de las dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril. Para caminos de varios carriles, el de diseño será el externo, por el hecho de que los vehículos pesados van en ese carril. (Arias, Luis Alberto Casprowitz, 2010)

Tabla 13**Factor carril**

Factor Carril- Depende del número de Carriles		
	No	
	Carriles	Fc
Fc	1	1
	2	0.9
	3	0.75
	4	0.5

Fuente: AASHTO, Guide for Design Of Pavement, 1993

El valor que se toma para el factor carril es de 0.5 porque tenemos 4 carriles.

3.5.2. Factor de distribución por dirección

Este factor de distribución por dirección generalmente es de 0.5, debido a que la mayoría de veces el cincuenta por ciento del tráfico va en un sentido y el otro cincuenta por ciento va en sentido contrario, pero también puede presentarse el caso de que en un sentido puede ser mayor el tráfico por lo que se presenta la siguiente tabla:

Tabla 14**Factor dirección**

Factor Dirección Definido Por El Numero De Vehículos Que Pasaran Por Una Sola Dirección		
Fd	40 - 60 %	Fd = 0.5
	70 - 30 %	Fd = 0.7
	100%	Fd = 1

Fuente: AASHTO, Guide for Design Of Pavement, 1993

El valor que se toma para el factor de dirección es de 0.5

3.5.3. Factores de equivalencia de carga

Para obtener los factores de equivalencia de carga utilizamos las fórmulas que nos da el método AASHTO SIMPLIFICADO, que utiliza las cargas de eje de los diferentes tipos de camiones.

$$EJE SIMPLE RUEDA SIMPLE \quad FEC = \left(\frac{CARGA DEL EJE}{6.66} \right)^4 \quad \text{Ec. 13}$$

$$EJE SIMPLE RUEDA DOBLE \quad FEC = \left(\frac{CARGA DEL EJE}{8.2} \right)^4 \quad \text{Ec. 14}$$

$$EJE TANDEM \quad FEC = \left(\frac{CARGA DEL EJE}{15.0} \right)^4 \quad \text{Ec. 1}$$

$$EJE TRIDEM \quad FEC = \left(\frac{CARGA DEL EJE}{23.0} \right)^4 \quad \text{Ec. 26}$$

Determinamos los ESAL'S para 10 y 20 años tomando en cuenta únicamente los vehículos pesados ya que los livianos no producen daño en la capa asfáltica.

Tabla 15

Ejes equivalentes para el año base

Tipo Vehi.	T.P.D.A	EJES	CARGA (T)	FEC	ESAL'S	N
BUSES	636	SRS	3	0.041	0.57	364
		SRD	7	0.531		
2DA	276	SRS	3	0.041	0.57	158
		SRD	7	0.531		
2DB	833	SRS	7	1.220	4.46	3716
		SRD	11	3.238		
3A	95	SRS	7	1.220	4.38	418
		Tándem	20	3.160		
2S1	2	SRS	7	1.220	7.70	13
		SRD	11	3.238		
		SRD	11	3.238		
2S2	55	SRS	7	1.220	7.62	422
		SRD	11	3.238		
		Tándem	20	3.160		
2S3	6	SRS	7	1.220	5.64	34
		SRD	11	3.238		
		Tridem	24	1.186		
3S1	3	SRS	7	1.220	7.62	23
		Tándem	20	3.160		
		SRD	11	3.238		
3S2	266	SRS	7	1.220	7.54	2010
		Tándem	20	3.160		
		Tándem	20	3.160		
3S3	230	SRS	7	1.220	5.57	1281
		Tándem	20	3.160		
		Tridem	24	1.186		

Elaborado por: El autor

En las siguientes tablas se presentan los valores de la totalidad de ejes equivalentes para 10 y 20 años.

Tabla 16**Número de ESAL'S 10 AÑOS**

Tipo Vehi.	N	Fc	Fd	i	Nt		
Buses	364	0.5	0.5	2.58%	373364		
2DA	158			164816			
2DB	3716			3874668			
3A	418			435923			
2S1	13			13062			
2S2	422			439611			
2S3	34			35701			
3S1	23			23509			
3S2	2010			2095335			
3S3	1281			1335363			
Total ejes equivalentes:					8791352		

Elaborado por: El autor

Tabla 17**Número de ESAL'S 20 AÑOS**

Tipo Vehi.	N	Fc	Fd	i	Nt		
Buses	364	0.5	0.5	2.58%	855046		
2DA	158			384814			
2DB	3716			9046617			
3A	418			1017799			
2S1	13			30497			
2S2	422			1026408			
2S3	34			83355			
3S1	23			54888			
3S2	2010			4892211			
3S3	1281			3117820			
Total ejes equivalentes:					20509454		

Elaborado por: El autor

CAPÍTULO IV

4. Diseño Geométrico

El corredor vial existente se modificará con una ampliación a cuatro carriles manteniendo el trazado original de la vía que se encuentra actualmente, es decir en la mayoría del tramo se incrementará la amplitud de la vía; al tratarse de un estudio que se desarrolla en la costa con una topografía plana y ondulada, el trazado geométrico a obtenerse no estará gobernado por la gradiente longitudinal.

4.1. Alineamiento Horizontal

Procedemos a determinar el eje de los dos carriles que se van a ampliar, por lo tanto, el eje de la vía será paralelo al eje de la vía existente; el alineamiento horizontal de la ampliación está conformado tanto por las tangentes como de las curvas horizontales, estas a la vez pueden ser circulares o espirales.

Este alineamiento obedece a la velocidad con la que se va a diseñar, velocidad que circula el tráfico, los radios de las curvas, peraltes, sobre anchos, distancia de visibilidad de parada y distancia de visibilidad de rebasamiento, estos parámetros se deberán efectuar a su totalidad con las normas del MOP 2003, para que nuestra vía sea eficiente y segura.

4.1.1. Velocidad de diseño

Se puede definir a la velocidad de diseño como la velocidad a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre la vía, tomando en cuenta que las condiciones climatológicas y atmosféricas sean favorables, esta velocidad se la selecciona dependiendo de las características físicas y topográficas del terreno en donde se implantara la vía, además se tomara en cuenta la cantidad de vehículos que circulan por ella y los usos del suelo, siempre tratando que estos valores sean máximos pero que no se sacrifique la seguridad y la eficiencia de la vía.

Tabla 18

Velocidades de Diseño según MOP, 2003

NORMAS	CLASE I 3000 - 8000 TPDA (1)					CLASE II 1000 - 3000 TPDA (1)					CLASE III 300 - 1000 TPDA (1)					CLASE IV 100 - 300 TPDA (1)					CLASE V MENOS DE 100 TPDA (1)									
	RECOM			ABSOLUTA		RECOM			ABSOLUTA		RECOM			ABSOLUTA		RECOM			ABSOLUTA		RECOM			ABSOLUTA						
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M			
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25(9)	60	50	40	50	35	25(9)
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20(9)
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte	MAXIMO = 10%															10% (Para V > 50 K.P.H)					8% (Para V < 50 K.P.H)									
Coefficiente "K" para: (2)																														
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal (3) máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal (4) mínima (%)	0,50%																													
Ancho de pavimento (m)	7,30			7,30			7,00			6,70			6,70			6,00			6,00					4,00 (8)						
Clase de pavimento	Carpeta Asfált. y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o						Capa Granular o Empedrado					
Ancho de espaldones (5) estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						-----					
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0					
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0(6) - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						-----					
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																													
Puentes	Carga de diseño HS - 20 - 44; HS - MTOP; HS - 25																													
	Ancho de calzada (m) SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
	Ancho de aceras (m) 0,5 m mínimo a cada lado																													
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																														

- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 - 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno - Ver secciones transversales típicas para
- 2) Longitud de las curvas verticales: $L = K A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{\min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m a 6 m de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $VD = 20 \text{ Km/h}$ y $R = 15 \text{ m}$ siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

De acuerdo a la Tabla 18 de Velocidades de Diseño según el MOP, 2003 para una clase I nos da una velocidad de diseño de 80 Km/h para un relieve ondulado en la categoría absoluta.

4.1.2. Velocidad de Circulación

Se puede definir a la velocidad de circulación como la velocidad ficticia a la cual circula un vehículo a lo largo de un tramo determinado y esta se la obtiene a través de la distancia recorrida por uno o la suma de varios vehículos, dividida para los tiempos que demora en recorrer el tramo designado.

4.1.3. Relación entre Velocidad de Diseño y Velocidad de Circulación

La correlación entre la velocidad de diseño y la de circulación es inversamente proporcional al tránsito esto quiere decir que conforme la cantidad de tráfico incrementa, la velocidad de circulación se ve menorada, debido a que aumenta el tráfico; Si la cantidad de tráfico supera la mitad, la velocidad de circulación se ve disminuida mucho más y si la cantidad de tráfico es igual a la capacidad de la vía , la velocidad de los vehículos se definirá por el nivel de saturación que exista y no por la velocidad de diseño.

Tabla 19

Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño

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

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Por lo tanto, de acuerdo a la Tabla 20 que relaciona la velocidad de diseño con la de circulación y tomando en cuenta que para esta vía la velocidad de diseño es de 80 Km/h, tenemos una velocidad de circulación de 71 Km/h para un volumen de tránsito bajo.

4.1.4. Peralte

El peralte máximo para la vía en estudio que es una clase I es del 10%, esto se utiliza en vías con carpetas asfálticas o pavimento rígido, para determinar el peralte de la vía utilizamos la siguiente formula:

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

Ec. 17

La ecuación 20 es la fórmula simplificada para obtener el peralte de la curva.

Donde:

e = Peralte de la Curva m/m (metro por cada metro de ancho de calzada)

V = Velocidad de Diseño en Km/h

R = Radio de la Curva en metros

f = Coeficiente de fricción lateral tabla 20

Tabla 20

Coeficientes de fricción lateral

Velocidad en Km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Coeficiente de fricción lateral	0.18	0.172	0.164	0.157	0.149	0.141	0.133	0.126	0.118	0.11	0.10	0.094	0.087

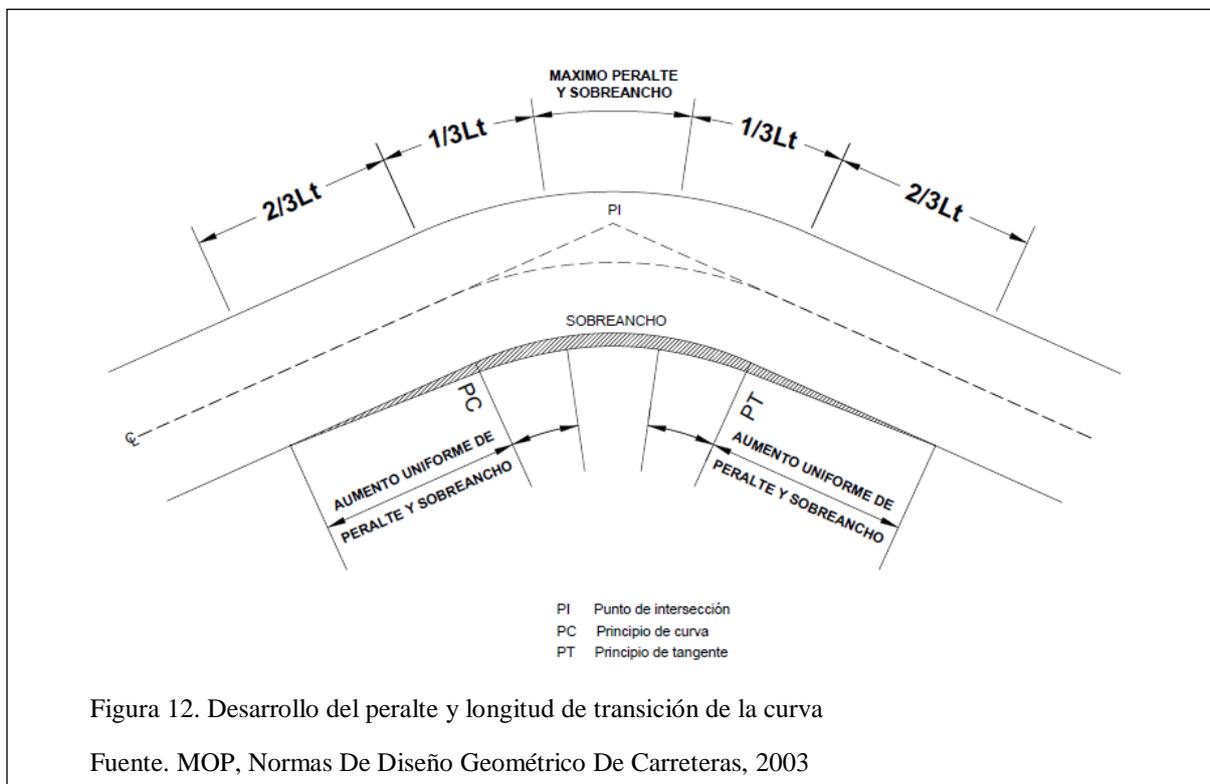
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías INVIAS

4.1.5. Desarrollo del Peralte

Cuando realizamos la transición de una tangente a una curva o viceversa se tiene que realizar la conversión de un curso con sección normal a un curso a peraltado o viceversa, el desarrollo del peralte se debe de realizar en una longitud determinada en la que no exista una transición brusca.

4.1.5.1. Longitud de Transición

Esta longitud de transición se determina para efectuar la conversión de un curso con una sección normal a un curso a peraltado o viceversa, tomando en cuenta la seguridad del vehículo y sus ocupantes, por lo cual esta longitud tiene que ser la necesaria para no ser una transición brusca.



ANEXO 5 Desarrollo del Peralte en curvas circulares y espirales.

4.1.6. Sobre ancho

Un vehículo que transita por una curva circular las llantas posteriores describen un recorrido diferente a las llantas delanteras, representando un radio menor con relación al eje delantero, para lo cual debemos de diseñar un sobre ancho el cual depende de la velocidad de diseño y el radio de curvatura.

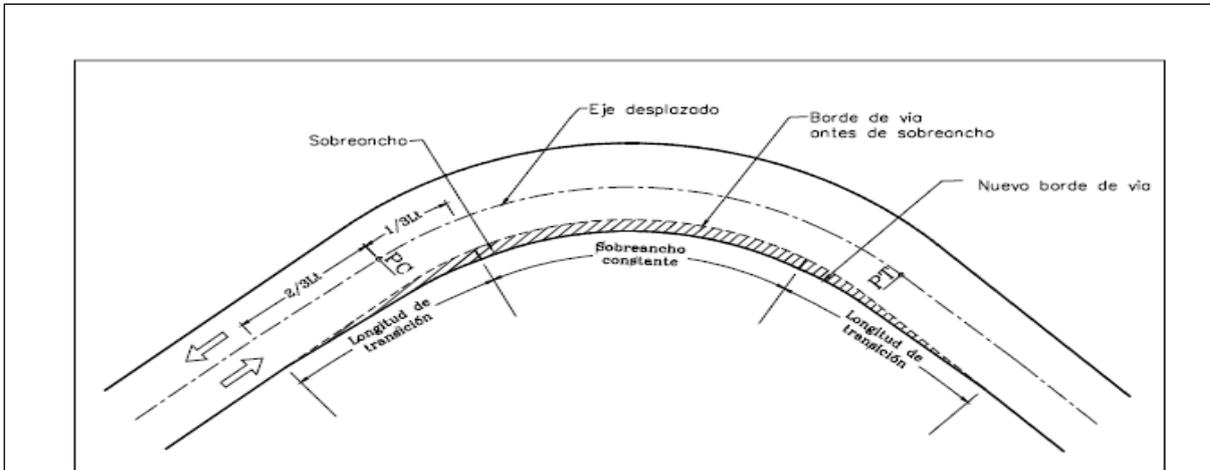


Figura 13. Sobre ancho de una curva circular

Fuente. Diseño Geométrico de Vías Ospina, 2002

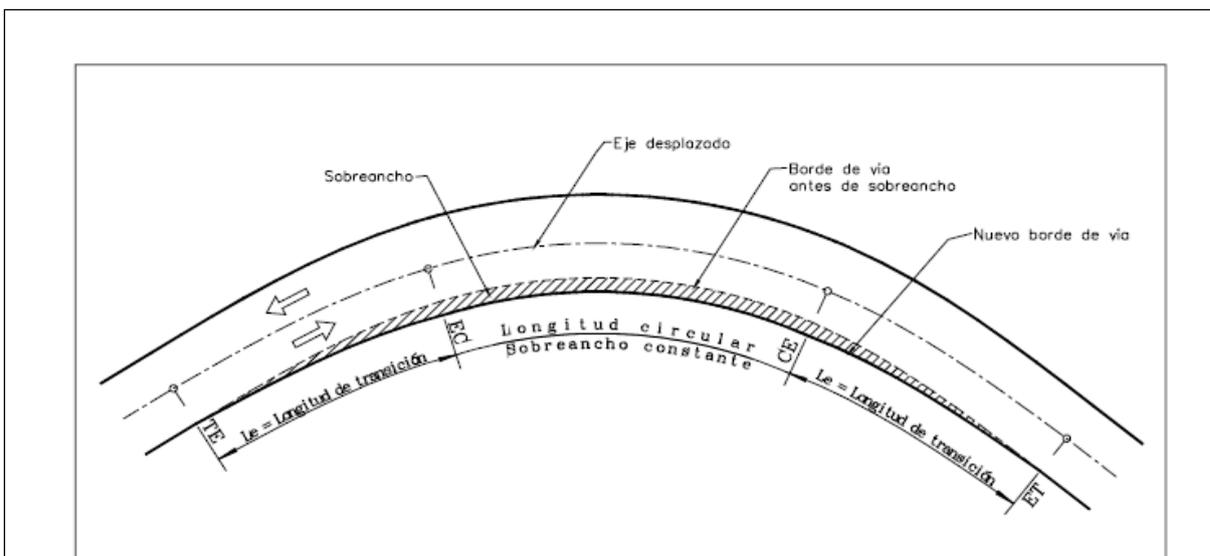


Figura 14. Sobre ancho de una curva espiral

Fuente. Diseño Geométrico de Vías Ospina, 2002

Para obtener el Sobre ancho en una curva la MOP, 2003 utiliza la siguiente fórmula

$$S = \frac{0.105 \cdot Vd}{\sqrt{R}}$$

Ec. 38

Donde:

S = Sobre ancho en metros

Vd = Velocidad de Diseño en Km/h

R = Radio de la curva en metros

4.1.7. Radio mínimo de Curvatura Horizontal

Es el radio más pequeño en el cual los vehículos pueden circular con seguridad mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, pág. 37)

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

Ec. 49

Dónde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal en metros.

Vd = Velocidad de diseño en Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral Tabla 20.

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

Tabla 21
Radios mínimos de curvas en función del Peralte (e) Y El Coeficiente De Fricción

Velocidad de diseño (km/h)	"f" Máximo	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		e=0.10	e=0.08	e=0.05	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.05	e=0.04
20	0.35		7.52	7.55	8.08		15	20	20
25	0.315		12.48	13.12	13.88		20	25	25
30	0.284		10.47	20.5	21.67		25	30	30
35	0.255		25.79	30.52	32.7		30	35	35
40	0.221		41.55	44.65	48.27		42	45	0
45	0.206		55.75	59.94	54.82		58	50	65
50	0.19		72.91	78.74	85.69		55	60	80
60	0.185	106.97	115.7	125.95	138.28	110	120	130	140
70	0.16	164.55	157.75	185.75	203.07	150	170	165	205
80	0.14	209.97	229.05	251.97	27.97	210	230	255	280
90	0.154	272.55	295.04	328.78	385.55	225	300	330	310
100	0.13	342.35	374.95	414.42	483.18	350	375	415	455
110	0.124	475.34	487.04	517.8	580.95	430	470	620	585
120	0.12	515.39	505.92	529.92	708.88	520	570	630	710

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Para una velocidad de diseño de 80 Km/h y para un peralte de 8 y 10 % el Radio mínimo Recomendado es de 230 y 210 metros respectivamente.

4.1.8. Distancia de Visibilidad de Parada.

Es la mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia (d_1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia (d_2) de frenaje del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, pág. 181)

$$d=d_1 +d_2 \quad \text{Ec. 5}$$

$$d_1 = 0,7 V_c \quad \text{Ec. 6}$$

$$d_2 =V_c^2/ 254f \quad \text{Ec. 7}$$

$$f =1.15 /V_c^{0.3} \quad \text{Ec. 8}$$

Dónde:

d_1 = distancia recorrida tiempo de percepción en metros.

d_2 = distancia de freno sobre la calzada en metros.

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

V_c = Velocidad de circulación en km/h

PARA NUESTRO PROYECTO TENEMOS:

$$d_1 = 0,7 (71\text{km/h}) = 49.70 \text{ m}$$

$$d_2 = (71 \text{ Km/h})^2/ 254(4.13) = 4.81\text{m}$$

$$f = 1.15 /(71 \text{ Km/h})^{0.3} = 4.13$$

$$d=d_1 +d_2 = 49.70 + 4.81 = 54.51 \text{ m} = 55 \text{ m}$$

Tabla 22

Distancia de Visibilidad mínima para la parada de un vehículo (con correcciones por efecto de la gradiente longitudinal)

Velocidad de Diseño - Vd (kph)	Velocidad de Circulación		GRADIENTE "G" %							
		Coefficiente de fricción longitudinal	-12	-9	-6	-3	3	6	9	12
20	20	0.468	13.75	13.7	13.6	13.27	14.34	14.13	14.06	14.02
25	24	0.443	16.47	16.4	16.26	15.78	17.33	17.02	16.91	16.85
30	28	0.423	19.18	19.08	18.89	18.25	20.35	19.93	19.77	19.69
35	33	0.403	22.55	22.42	22.15	21.27	24.18	23.59	23.37	23.26
40	37	0.389	25.23	25.07	24.73	23.63	27.28	26.54	26.27	26.13
45	42	0.375		28.36	27.98	26.52	31.22	30.26	29.91	
50	46	0.365		30.98	30.47	28.78	34.42	33.25	32.83	
60	55	0.345		36.82	35.09	33.71	41.75	40.07	39.47	
70	63	0.332			40	37.89	48.44	46.22		
80	71	0.32			40.99	41.9	55.28	52.45		
90	79	0.31			45.81	45.73	62.28	58.76		
100	86	0.302			50.54	48.93	68.54			
110	92	0.296				51.57	74			
120	100	0.286				56.14	84.24			

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Según la tabla del MOP 2003 las distancias mínimas de parada de acuerdo a nuestra velocidad de diseño de 80 Km/h van desde 40.99 metros para gradientes negativas y de 52.45 metros para gradientes positivas.

4.1.9. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, p. 193)

Tabla 23
Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.

Vd (km/h)	Velocidades De Los Vehículos, km/h		Distancia Mínima De Rebasamiento, Metros	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
90	73	89	631	640
110	87	103	764	830*
120	94	110	831	830
NOTAS:				
"*" Valor Utilizado Con Margen De Seguridad Por Sobrepasar La Velocidad De Rebasamiento Los 100 kph				
() Valores Utilizados Para Los Caminos Vecinales				

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Para obtener la Distancia de Visibilidad para el rebasamiento procedemos a interpolar los datos ya que no existe en el cuadro del MOP, 2003 datos para una velocidad de 80 km/h

70 Km/h	—————>	490 m
90 Km/h	—————>	640 m

Por lo tanto:

ΔV	Δm
20 Km/h	150 m
10 Km/h	X

X = 75 metros

Por lo tanto, como resultado de la interpolación para una velocidad de 80 Km/h tenemos una Distancia de Visibilidad para el rebasamiento de 565 metros.

4.1.10. Ancho de Sección Transversal de Vía a adoptarse

El ancho de la sección transversal de la vía depende exclusivamente de su volumen de tráfico.

4.1.10.1. Ancho de la Calzada

Para determinar la anchura de la vía utilizamos algunos factores como el T.P.D.A, las medidas del vehículo con el cual se diseño y la topografía del sector; para lo cual la MOP 2003 establece la siguiente tabla en el que nos proporciona el ancho de la calzada en relación al T.P.D.A.

Tabla 24

Anchos de la 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: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

Tomando en cuenta el T.P.D.A que obtuvimos mayor a 8000 vehículos utilizamos un ancho de calzada de 7.30 metros divididos en dos carriles.

4.1.10.2. Parterre

Debido a que se trata de una ampliación y que en algunas secciones de la vía no se puede empatar con la vía existente, con respecto al diseño vertical; por lo tanto, procedemos a realizar un parterre intermedio el cual estará compuesto por árboles, césped y un drenaje longitudinal el cual captará la escorrentía acumulada por la vía y el parterre.

4.1.10.3. Espaldones

Tomando en cuenta que es un camino de bastante tránsito, y que los vehículos dañados o que requieren parar, necesitan de un espacio físico en el cual puedan estacionarse sin ser un peligro y sin obstaculizar el tráfico procedemos a diseñar los espaldones para lo cual debemos regirnos en las medidas de la vía existente en la cual tenemos 1.50 metros para el espaldón interior y 2.00 metros para el espaldón exterior.

4.1.10.4. Cunetas

Debido a que se esta ampliación se rige en su gran mayoría al diseño de la vía existente tomamos las mismas medidas para la cuneta la cual es de 1.10 metros.

4.1.10.5. Gradiente de la Vía

Tomamos la misma gradiente de la vía existente por lo tanto la gradiente de nuestro nuevo diseño será del 2%.

Tabla 25

Resumen de medidas de la sección transversal de la vía.

PARAMETROS	ANCHOS (m)
Parterre central	5.40
Ancho de calzada	2 x 7.30
Ancho de espaldones externos	2 x 2.00
Ancho de espaldones internos	2 x 1.50
Ancho de cunetas	2 x 1.10
Ancho de berma corte	2.00
Berma (protección de cuneta)	1.00
Ancho Total	32.20

Elaborado por: El autor

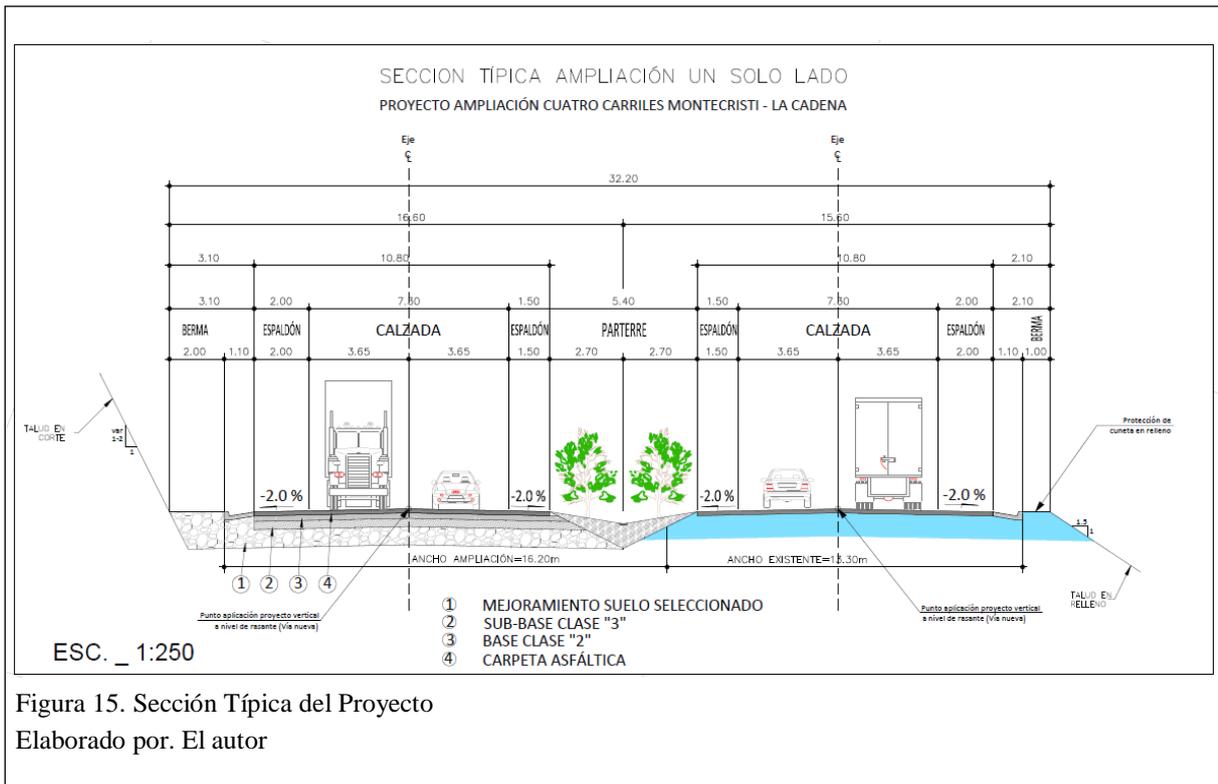


Figura 15. Sección Típica del Proyecto

Elaborado por. El autor

4.1.11. Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa). (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, pág. 36)

4.1.12. Curvas Circulares

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, pág. 37)

4.1.12.1. Elementos de una curva circular simple

P.C.: Punto de inicio de la curva

P.I. : Punto de Intersección de 2 Tangentes

P.T. : Punto de tangencia

E : Distancia a externa (m)

M : Distancia de la ordenada medía (m)

R : Longitud del radio de la curva (m)

T : Longitud de la sub-tangente (m)

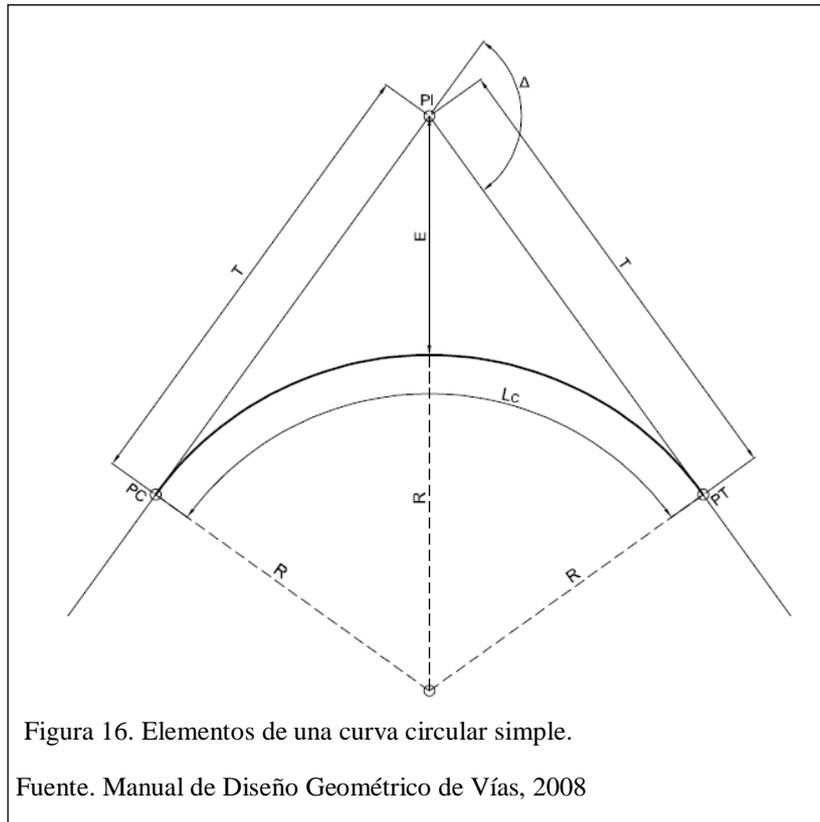
L : Longitud de la curva (m)

L.C: Longitud de la cuerda (m)

Δ : Ángulo de deflexión ($^{\circ}$)

p : Peralte de la curva

Sa: Sobre ancho (m)



4.1.13. Curvas Espirales

Para brindar mayor seguridad al tráfico vehicular, se diseñaron curvas de transición, que son curvas compuestas por un tramo circular y dos tramos espirales.

De esta manera y acorde a las normas, para la utilización en el diseño geométrico de curvas espirales (clotoides), se utilizó la recomendación que señala que la longitud de la espiral mínima ubicada entre TE y EC o del CE al ET se obtiene la evaluación de la siguiente fórmula dada por la ASSHTO:

$$Le = 0.072 \frac{V^3}{RXC} \quad \text{Ec. 22}$$

Donde:

L_e = Longitud mínima de espiral en metros

V = Velocidad de diseño en Km/h

R = Radio de curva circular en metros

C = Coeficiente de comodidad y seguridad

4.1.13.1. Elementos de una curva espiral

$\Theta.e.$: Deflexión de espiral:

$LT.$: Longitud total de la curva

$L.$: Longitud del TE cualquier punto de la espiral

$P.I.$: Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

$T.E.$: Punto cambio de tangente a espiral

$E.C.$: Punto cambio de espiral a circular

R : Radio de la curvatura circular

$C.E.$: Punto cambio de circular a espiral

$E.T.$: Punto cambio de espiral a tangente

X, Y : Coordenada rectangular de cualquier punto de la espiral

$U.$: Tangente larga de la espiral

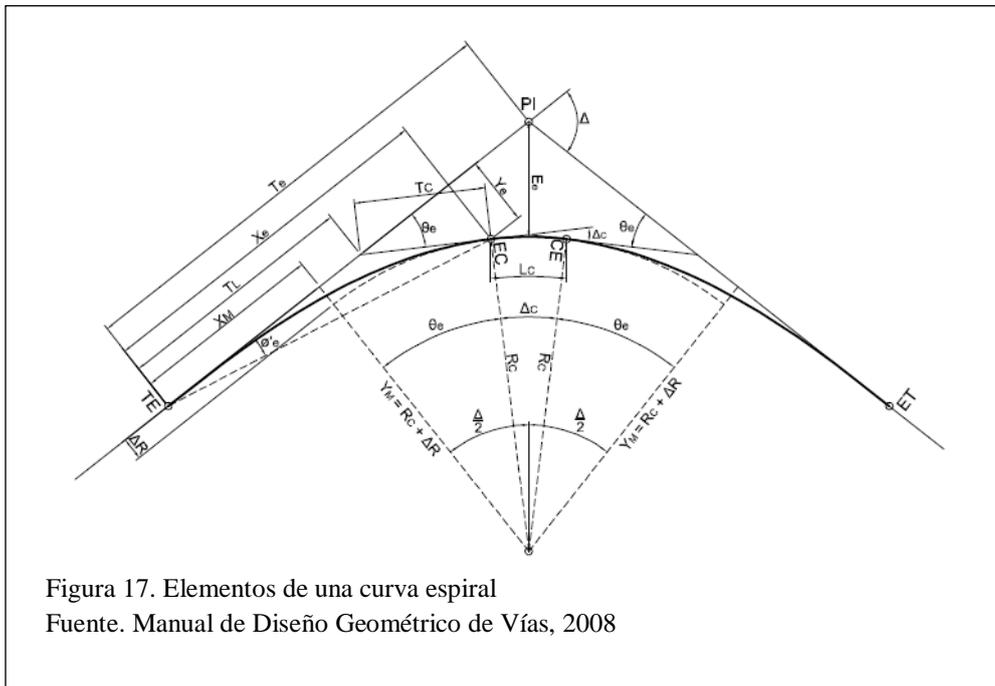
$V.$: Tangente corta de la espiral

$Ce.$: Cuerda larga de la espiral

$K.$: Abscisa de P_c desplazada desde T_e

Le.: Longitud mínima de espiral

α .: Angulo de deflexión de las tangentes principales.



4.1.14. Resultados del diseño Horizontal de nuestro Proyecto

Tabla 26

Curvas Circulares.

DATOS CURVAS CIRCULARES							
CURVA	ALFA	RADIO	TANGENTE	LONGITUD	P (%)	Sb	Vd
N° 3 Izq.	08° 29' 07.0318"	1,640	121.661	242.878	3.30	0.00	100
N° 4 Izq.	00° 12' 49.0346"	19,990	37.265	74.530	S.N	0.00	

Elaborado por: El autor

Tabla 27

Curvas Espirales.

DATOS CURVAS ESPIRALES													
CURVA	ALFA	ALFA c	THETA e	RADIO	Le	Lc	Te	LT	Xc	Yc	e (%)	Sb	Vd
N° 1 Der.	26° 55' 7.4706"	15° 00' 47.2512"	05° 57' 10.1097"	385	80	100.881	132.293	260.881	79.914	2.768	7.80	0.00	80
N° 2 Izq.	65° 40' 4.2238"	52° 04' 20.0324"	06° 47' 52.0957"	295	70	268.105	225.792	408.105	69.902	2.766	9.10	0.34	

Elaborado por: El autor

4.2. Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical de una vía es la proyección del eje de esta sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo se muestra la longitud real de la vía a lo largo del eje. El eje en este alineamiento se llama Rasante o Sub-rasante dependiendo del nivel que se tenga en cuenta en el diseño. (Ospina, 2002, p. 398)

4.2.1. Gradiente máxima

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, p. 205).

El MOP establece el siguiente cuadro donde nos da los valores recomendables para el diseño de las gradientes.

Tabla 28
Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

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

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

El presente estudio al ser un RI o RII con un T.P.D.A mayor a 8000 vehículos y tener una topografía que va entre un terreno llano a ondulado tratamos de utilizar gradientes

máximas del 3 al 4% respectivamente; debido a que nuestro proyecto vertical está gobernado por la vía existente, a la cual nosotros debemos de empatar.

4.2.2. Gradiente mínima

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, pág. 206).

En el tramo comprendido entre las abscisas 3+765 a la 3+950 tenemos una gradiente longitudinal de 0.39%, valor inferior al requerido por la Norma. Esta situación se nos presenta debido a que el proyecto vertical de la ampliación debe empatar con el proyecto vertical de la vía existente.

4.2.3. Curvas verticales convexas

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, pág. 209)

La longitud se la determina con la siguiente ecuación:

$$L = K A \quad \text{Ec. 23}$$

Dónde:

L = Longitud de curva vertical en metros

A = Diferencia Algebraica de pendientes en %

k = Coeficiente de carretera curvas convexas

En la siguiente tabla la MOP nos da los valores de K mínimos para las diferentes velocidades de diseño.

Tabla 29

Curvas Verticales convexas mínimas

Velocidades De Diseño	Distancia de visibilidad parada (s) metros	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

En el presente estudio tenemos velocidades de diseño de 80 y 100 Km/h por lo tanto utilizamos los coeficientes que correspondan para cada velocidad utilizada para obtener la longitud de curva vertical convexa; hay que tomar en cuenta que se pueden tomar estos

valores que son los mínimos o unos mayores dependiendo de la necesidad que tengamos para que se acomode a nuestra topografía la curva vertical.

4.2.4. Curvas verticales cóncavas

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, p. 212)

La longitud se la obtiene con la siguiente ecuación:

$$L = K A \quad \text{Ec. 24}$$

Dónde:

L = Longitud de curva vertical en metros

A = Diferencia Algebraica de pendientes en %

k = Coeficiente de carretera curvas convexas

En la siguiente tabla la MOP nos da los valores de K mínimos para las diferentes velocidades de diseño.

Tabla 30**Curvas Verticales cóncavas mínimas.**

Velocidades De Diseño	Distancia de visibilidad parada (s) metros	Coeficiente $k=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: MOP, Normas De Diseño Geométrico De Carreteras, 2003

En nuestro proyecto tenemos velocidades de diseño de 80 y 100 Km/h por lo tanto utilizamos los coeficientes que correspondan para cada velocidad utilizada para obtener la longitud de curva vertical cóncava; hay que tomar en cuenta que se pueden tomar estos valores que son los mínimos o unos mayores dependiendo de la necesidad que tengamos para que se acomode a nuestra topografía la curva vertical.

4.2.5. Longitud mínima de curva vertical (convexa y cóncava)

La longitud mínima de una curva vertical convexa como cóncava está dada por la siguiente ecuación:

$$L_{min} = 0.60 Vd \quad \text{Ec. 9}$$

Dónde:

L_{min} = Mínima longitud de una curva vertical medida en metros.

Vd = Velocidad de diseño para cada tramo en m/s.

4.2.6. Curvas Verticales Asimétricas.

Tienen mucha aplicación cuando se trata de ajustar el proyecto vertical a rasantes existentes, o en las rampas de intercambiadores, ya que son mucho más versátiles que las curvas simétricas. (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003, pág. 214)

4.2.7. Resultados del diseño vertical de nuestro proyecto

Tabla 31

Curvas Verticales.

DISEÑO VERTICAL MONTECRISTI						
ABSCISAS	ELEVACIÓN	GRADIENTES		CVL	ASIMÉTRICAS	
PIV	PIV	ENTRADA	SALIDA		CVL1	CVL2
0+000.000	127.492		3.100%			
0+045.000	128.887	3.100%	1.000%	100	40	60
0+295.000	131.387	1.000%	7.500%	175		
0+625.000	156.137	7.500%	2.876%	190		
0+885.000	163.616	2.876%	-0.858%	240		
1+080.000	161.942	-0.858%	0.750%	100		
1+200.000	162.842	0.750%	2.550%	100		
1+400.000	167.942	2.550%	0.650%	120	70	50
1+500.000	168.592	0.650%	-0.510%	80		
1+830.000	166.909	-0.510%	-2.600%	130	70	60
1+950.000	163.789	-2.600%	-4.200%	100		
2+130.000	156.229	-4.200%	-0.680%	200		
2+550.000	153.373	-0.680%	1.600%	200		
3+150.000	162.973	1.600%	-1.060%	220		
3+420.000	160.111	-1.060%	4.030%	220		
3+765.000	174.015	4.030%	-0.390%	270	180	90
3+950.000	173.293	-0.390%	-2.950%	180		
4+100.000	168.868	-2.950%				

Elaborado por: El autor

ANEXO 6 Planos Diseño Vial Planta y Perfil (HORIZONTAL/VERTICAL).

4.3. Determinación de Volúmenes de Corte y Relleno

Todos los métodos de cubicación suponen que el terreno mantiene su configuración entre las secciones extremas consideradas, o que las variaciones que presenta son moderadas y se producen de manera uniforme, de allí que, en general, las secciones no deben distar más de 20 metros. (NEVI12, 2013, pág. 331)

La fórmula siguiente nos da la NEVI – 12 y es para elementos iguales de semejante grupo como corte - corte o terraplén – terraplén, esta fórmula utilizamos en nuestro proyecto tanto para corte como para relleno; tomando en cuenta que para relleno debemos de multiplicar por un factor de esponjamiento de 1.20 para tierra común.

$$V = \frac{S1+S2}{2} * d \quad \text{Ec. 26}$$

Dónde:

V = Volumen de corte o de relleno en (m³)

S1 y S2 = Superficies comprendidas entre línea de terreno y línea de proyecto en (m²)

d = Distancia entre secciones consideradas en (m)

4.4. Curva de masas

La curva 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)

El cálculo de volúmenes se hizo cada 20 en rectas y cada 10 metros en curvas, a continuación, se presenta los resultados de corte, relleno y la curva de masas.

Tabla 32

Movimiento de Tierras.

VIA MONTECRISTI - LA CADENA								
KM 0+000 AL 4+1000								
Abscisado	Dist	Areas Parciales		Volúmenes Parciales		Volúmenes Acumulados		Curva de Masas
		corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
m	m	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
0+000.000	0.000	0.000	15.947	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+020.000	20.000	0.000	18.099	0.000	408.552	0.000	408.552	-408.552
0+040.000	20.000	0.000	53.146	0.000	854.940	0.000	1,263.492	-1,263.492
0+060.000	20.000	0.000	25.039	0.000	938.220	0.000	2,201.712	-2,201.712
0+080.000	20.000	0.000	31.163	0.000	674.424	0.000	2,876.136	-2,876.136
0+100.000	20.000	0.000	33.389	0.000	774.624	0.000	3,650.760	-3,650.760
0+120.000	20.000	0.000	33.877	0.000	807.192	0.000	4,457.952	-4,457.952
0+140.000	20.000	0.000	42.495	0.000	916.464	0.000	5,374.416	-5,374.416
0+160.000	20.000	0.000	39.348	0.000	982.116	0.000	6,356.532	-6,356.532
0+180.000	20.000	0.000	34.857	0.000	890.460	0.000	7,246.992	-7,246.992
0+200.000	20.000	0.000	28.216	0.000	756.876	0.000	8,003.868	-8,003.868
0+220.000	20.000	0.000	34.088	0.000	747.648	0.000	8,751.516	-8,751.516
0+230.000	10.000	0.000	43.961	0.000	468.294	0.000	9,219.810	-9,219.810
0+240.000	10.000	0.000	52.460	0.000	578.526	0.000	9,798.336	-9,798.336
0+250.000	10.000	0.000	61.356	0.000	682.896	0.000	10,481.232	-10,481.232

Elaborado por: El autor

Tabla 33

Movimiento de Tierras.

VIA MONTECRISTI - LA CADENA								
KM0+000 AL 4+1000								
Abscisado	Dist	Areas Parciales		Volumenes Parciales		Volumenes Acumulados		Curva de Masas
		corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
m	m	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
0+260.000	10.000	0.000	65.309	0.000	759.990	0.000	11,241.222	-11,241.222
0+270.000	10.000	0.000	62.175	0.000	764.904	0.000	12,006.126	-12,006.126
0+280.000	10.000	0.000	59.703	0.000	731.268	0.000	12,737.394	-12,737.394
0+290.000	10.000	0.000	59.888	0.000	717.546	0.000	13,454.940	-13,454.940
0+300.000	10.000	0.000	59.176	0.000	714.384	0.000	14,169.324	-14,169.324
0+310.000	10.000	0.000	89.717	0.000	893.358	0.000	15,062.682	-15,062.682
0+320.000	10.000	0.000	61.292	0.000	906.054	0.000	15,968.736	-15,968.736
0+330.000	10.000	0.011	63.760	0.055	750.312	0.055	16,719.048	-16,718.993
0+340.000	10.000	0.000	57.543	0.055	727.818	0.110	17,446.866	-17,446.756
0+350.000	10.000	0.000	47.352	0.000	629.370	0.110	18,076.236	-18,076.126
0+360.000	10.000	0.000	41.076	0.000	530.568	0.110	18,606.804	-18,606.694
0+370.000	10.000	0.000	34.821	0.000	455.382	0.110	19,062.186	-19,062.076
0+380.000	10.000	0.000	22.307	0.000	342.768	0.110	19,404.954	-19,404.844
0+390.000	10.000	0.000	18.180	0.000	242.922	0.110	19,647.876	-19,647.766
0+400.000	10.000	0.000	15.420	0.000	201.600	0.110	19,849.476	-19,849.366
0+410.000	10.000	0.000	14.320	0.000	178.440	0.110	20,027.916	-20,027.806
0+420.000	10.000	0.000	11.370	0.000	154.140	0.110	20,182.056	-20,181.946
0+430.000	10.000	0.000	10.314	0.000	130.104	0.110	20,312.160	-20,312.050
0+440.000	10.000	0.000	9.702	0.000	120.096	0.110	20,432.256	-20,432.146
0+450.000	10.000	0.000	8.328	0.000	108.180	0.110	20,540.436	-20,540.326
0+460.000	10.000	7.081	1.660	35.405	59.928	35.515	20,600.364	-20,564.849
0+470.000	10.000	15.691	0.374	113.860	12.204	149.375	20,612.568	-20,463.193
0+480.000	10.000	20.956	0.029	183.235	2.418	332.610	20,614.986	-20,282.376
0+500.000	20.000	31.569	0.000	525.250	0.348	857.860	20,615.334	-19,757.474
0+520.000	20.000	51.280	0.000	828.490	0.000	1,686.350	20,615.334	-18,928.984
0+540.000	20.000	84.174	0.000	1,354.540	0.000	3,040.890	20,615.334	-17,574.444
0+560.000	20.000	114.445	0.000	1,986.190	0.000	5,027.080	20,615.334	-15,588.254
0+570.000	10.000	126.415	0.000	1,204.300	0.000	6,231.380	20,615.334	-14,383.954
0+580.000	10.000	139.500	0.000	1,329.575	0.000	7,560.955	20,615.334	-13,054.379
0+590.000	10.000	135.975	0.000	1,377.375	0.000	8,938.330	20,615.334	-11,677.004
0+600.000	10.000	134.093	0.000	1,350.340	0.000	10,288.670	20,615.334	-10,326.664
0+610.000	10.000	124.262	0.832	1,291.775	4.992	11,580.445	20,620.326	-9,039.881
0+620.000	10.000	116.033	1.330	1,201.475	12.972	12,781.920	20,633.298	-7,851.378
0+630.000	10.000	101.895	1.878	1,089.640	19.248	13,871.560	20,652.546	-6,780.986
0+640.000	10.000	87.312	1.640	946.035	21.108	14,817.595	20,673.654	-5,856.059
0+650.000	10.000	68.616	2.318	779.640	23.748	15,597.235	20,697.402	-5,100.167
0+660.000	10.000	46.445	3.493	575.305	34.866	16,172.540	20,732.268	-4,559.728
0+670.000	10.000	28.260	4.517	373.525	48.060	16,546.065	20,780.328	-4,234.263
0+680.000	10.000	13.275	6.135	207.675	63.912	16,753.740	20,844.240	-4,090.500
0+690.000	10.000	1.942	9.051	76.085	91.116	16,829.825	20,935.356	-4,105.531
0+700.000	10.000	0.000	14.805	9.710	143.136	16,839.535	21,078.492	-4,238.957
0+710.000	10.000	0.000	20.934	0.000	214.434	16,839.535	21,292.926	-4,453.391
0+720.000	10.000	0.000	25.036	0.000	275.820	16,839.535	21,568.746	-4,729.211
0+730.000	10.000	0.000	29.229	0.000	325.590	16,839.535	21,894.336	-5,054.801
0+740.000	10.000	0.000	31.829	0.000	366.348	16,839.535	22,260.684	-5,421.149
0+750.000	10.000	0.000	29.074	0.000	365.418	16,839.535	22,626.102	-5,786.567
0+760.000	10.000	0.000	40.472	0.000	417.276	16,839.535	23,043.378	-6,203.843
0+770.000	10.000	0.000	33.020	0.000	440.952	16,839.535	23,484.330	-6,644.795
0+780.000	10.000	0.000	31.119	0.000	384.834	16,839.535	23,869.164	-7,029.629
0+790.000	10.000	0.000	30.908	0.000	372.162	16,839.535	24,241.326	-7,401.791
0+800.000	10.000	0.000	26.865	0.000	346.638	16,839.535	24,587.964	-7,748.429
0+810.000	10.000	0.000	24.513	0.000	308.268	16,839.535	24,896.232	-8,056.697
0+820.000	10.000	1.132	15.547	5.660	240.360	16,845.195	25,136.592	-8,291.397
0+830.000	10.000	0.000	24.052	5.660	237.594	16,850.855	25,374.186	-8,523.331
0+840.000	10.000	0.000	25.240	0.000	295.752	16,850.855	25,669.938	-8,819.083
0+850.000	10.000	0.000	26.586	0.000	310.956	16,850.855	25,980.894	-9,130.039
0+860.000	10.000	0.000	26.110	0.000	316.176	16,850.855	26,297.070	-9,446.215
0+870.000	10.000	0.000	26.889	0.000	317.994	16,850.855	26,615.064	-9,764.209
0+880.000	10.000	0.000	22.087	0.000	293.856	16,850.855	26,908.920	-10,058.065

Elaborado por: El autor

Tabla 34

Movimiento de Tierras.

VIA MONTECRISTI - LA CADENA								
KM 0+000 AL 4+1000								
Abscisado	Dist	Areas Parciales		Volumenes Parciales		Volumenes Acumulados		Curva de Masas
		corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
m	m	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
0+890.000	10.000	0.333	20.780	1.665	257.202	16,852.520	27,166.122	-10,313.602
0+900.000	10.000	2.367	17.098	13.500	227.268	16,866.020	27,393.390	-10,527.370
0+910.000	10.000	2.315	13.079	23.410	181.062	16,889.430	27,574.452	-10,685.022
0+920.000	10.000	1.620	10.644	19.675	142.338	16,909.105	27,716.790	-10,807.685
0+930.000	10.000	3.122	7.588	23.710	109.392	16,932.815	27,826.182	-10,893.367
0+940.000	10.000	2.204	6.628	26.630	85.296	16,959.445	27,911.478	-10,952.033
0+950.000	10.000	0.440	5.997	13.220	75.750	16,972.665	27,987.228	-11,014.563
0+960.000	10.000	2.245	4.166	13.425	60.978	16,986.090	28,048.206	-11,062.116
0+980.000	20.000	5.799	2.665	80.440	81.972	17,066.530	28,130.178	-11,063.648
1+000.000	20.000	8.565	1.331	143.640	47.952	17,210.170	28,178.130	-10,967.960
1+020.000	20.000	13.876	0.704	224.410	24.420	17,434.580	28,202.550	-10,767.970
1+040.000	20.000	11.509	0.546	253.850	15.000	17,688.430	28,217.550	-10,529.120
1+060.000	20.000	7.031	0.905	185.400	17.412	17,873.830	28,234.962	-10,361.132
1+080.000	20.000	1.749	2.931	87.800	46.032	17,961.630	28,280.994	-10,319.364
1+100.000	20.000	0.000	13.413	17.490	196.128	17,979.120	28,477.122	-10,498.002
1+120.000	20.000	0.000	28.623	0.000	504.432	17,979.120	28,981.554	-15,552.434
1+140.000	20.000	0.000	48.958	0.000	930.972	17,979.120	29,912.526	-11,933.406
1+160.000	20.000	0.000	31.386	0.000	964.128	17,979.120	30,876.654	-12,897.534
1+180.000	20.000	0.000	34.177	0.000	786.756	17,979.120	31,663.410	-13,684.290
1+200.000	20.000	0.000	21.926	0.000	673.236	17,979.120	32,336.646	-14,357.526
1+220.000	20.000	0.000	13.421	0.000	424.164	17,979.120	32,760.810	-14,781.690
1+240.000	20.000	0.000	9.985	0.000	280.872	17,979.120	33,041.682	-15,062.562
1+260.000	20.000	0.000	8.460	0.000	221.340	17,979.120	33,263.022	-15,283.902
1+280.000	20.000	0.000	5.716	0.000	170.112	17,979.120	33,433.134	-15,454.014
1+290.000	10.000	0.009	3.742	0.045	56.748	17,979.165	33,489.882	-15,510.717
1+300.000	10.000	0.052	3.114	0.305	41.136	17,979.470	33,531.018	-15,551.548
1+310.000	10.000	0.464	2.778	2.580	35.352	17,982.050	33,566.370	-15,584.320
1+320.000	10.000	0.413	1.395	4.385	25.038	17,986.435	33,591.408	-15,604.973
1+330.000	10.000	2.951	2.853	16.820	25.488	18,003.255	33,616.896	-15,613.641
1+340.000	10.000	4.315	0.951	36.330	22.824	18,039.585	33,639.720	-15,600.135
1+350.000	10.000	2.951	2.834	36.330	22.710	18,075.915	33,662.430	-15,586.515
1+360.000	10.000	10.506	2.300	67.285	30.804	18,143.200	33,693.234	-15,550.034
1+370.000	10.000	20.174	2.149	153.400	26.694	18,296.600	33,719.928	-15,423.328
1+380.000	10.000	24.962	1.397	225.680	21.276	18,522.280	33,741.204	-15,218.924
1+390.000	10.000	29.481	1.573	272.215	17.820	18,794.495	33,759.024	-14,964.529
1+400.000	10.000	30.022	1.525	297.515	18.588	19,092.010	33,777.612	-14,685.602
1+410.000	10.000	33.018	0.846	315.200	14.226	19,407.210	33,791.838	-14,384.628
1+420.000	10.000	34.189	1.032	336.035	11.268	19,743.245	33,803.106	-14,059.861
1+430.000	10.000	33.079	1.076	336.340	12.648	20,079.585	33,815.754	-13,736.169
1+440.000	10.000	33.157	1.275	331.180	14.106	20,410.765	33,829.860	-13,419.095
1+450.000	10.000	35.526	1.485	343.415	16.560	20,754.180	33,846.420	-13,092.240
1+460.000	10.000	36.879	1.151	362.025	15.816	21,116.205	33,862.236	-12,746.031
1+470.000	10.000	33.309	1.272	350.940	14.538	21,467.145	33,876.774	-12,409.629
1+480.000	10.000	28.063	1.327	306.860	15.594	21,774.005	33,892.368	-12,118.363
1+490.000	10.000	18.509	2.215	232.860	21.252	22,006.865	33,913.620	-11,906.755
1+500.000	10.000	13.685	3.569	160.970	34.704	22,167.835	33,948.324	-11,780.489
1+510.000	10.000	9.369	4.640	115.270	49.254	22,283.105	33,997.578	-11,714.473
1+520.000	10.000	1.093	8.245	52.310	77.310	22,335.415	34,074.888	-11,739.473
1+540.000	20.000	0.000	17.189	10.930	305.208	22,346.345	34,380.096	-12,033.751
1+560.000	20.000	0.000	16.645	0.000	406.008	22,346.345	34,786.104	-12,439.759
1+580.000	20.000	0.000	12.707	0.000	352.224	22,346.345	35,138.328	-12,791.983
1+600.000	20.000	0.000	10.323	0.000	276.360	22,346.345	35,414.688	-13,068.343
1+620.000	20.000	0.000	12.269	0.000	271.104	22,346.345	35,685.792	-13,339.447
1+640.000	20.000	0.000	11.807	0.000	288.912	22,346.345	35,974.704	-13,628.359
1+660.000	20.000	0.692	4.561	6.920	196.416	22,353.265	36,171.120	-13,817.855
1+680.000	20.000	2.204	2.290	28.960	82.212	22,382.225	36,253.332	-13,871.107
1+700.000	20.000	2.263	1.467	44.670	45.084	22,426.895	36,298.416	-13,871.521
1+720.000	20.000	6.095	0.000	83.580	17.604	22,510.475	36,316.020	-13,805.545
1+740.000	20.000	10.616	0.266	167.110	3.192	22,677.585	36,319.212	-13,641.627

Elaborado por: El autor

Tabla 35

Movimiento de Tierras

VIA MONTECRISTI - LA CADENA KM 0+000 AL 4+1000								
Abscisado	Dist	Areas Parciales		Volumenes Parciales		Volumenes Acumulados		Curva de Masas
		corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
m	m	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1+760.000	20.000	16.844	0.834	274.600	13.200	22,952.185	36,332.412	-13,380.227
1+780.000	20.000	17.819	1.712	346.630	30.552	23,298.815	36,362.964	-13,064.149
1+800.000	20.000	16.968	2.946	347.870	55.896	23,646.685	36,418.860	-12,772.175
1+820.000	20.000	15.847	3.939	328.150	82.620	23,974.835	36,501.480	-12,526.645
1+840.000	20.000	14.462	4.107	303.090	96.552	24,277.925	36,598.032	-12,320.107
1+860.000	20.000	15.198	4.237	296.600	100.128	24,574.525	36,698.160	-12,123.635
1+880.000	20.000	11.238	3.817	264.360	96.648	24,838.885	36,794.808	-11,955.923
1+900.000	20.000	5.320	2.928	165.580	80.940	25,004.465	36,875.748	-11,871.283
1+920.000	20.000	1.643	3.643	69.630	78.852	25,074.095	36,954.600	-11,880.505
1+940.000	20.000	0.000	9.355	16.430	155.976	25,090.525	37,110.576	-12,020.051
1+960.000	20.000	0.000	18.803	0.000	337.896	25,090.525	37,448.472	-12,357.947
1+980.000	20.000	0.000	24.175	0.000	515.736	25,090.525	37,964.208	-12,873.683
2+000.000	20.000	0.000	27.781	0.000	623.472	25,090.525	38,587.680	-13,497.155
2+020.000	20.000	0.000	28.719	0.000	678.000	25,090.525	39,265.680	-14,175.155
2+040.000	20.000	0.000	27.567	0.000	675.432	25,090.525	39,941.112	-14,850.587
2+060.000	20.000	0.000	27.457	0.000	660.288	25,090.525	40,601.400	-15,510.875
2+080.000	20.000	0.000	26.470	0.000	647.124	25,090.525	41,248.524	-16,157.999
2+100.000	20.000	0.000	25.394	0.000	622.368	25,090.525	41,870.892	-16,780.367
2+120.000	20.000	0.000	23.854	0.000	590.976	25,090.525	42,461.868	-17,371.343
2+140.000	20.000	0.000	21.568	0.000	545.064	25,090.525	43,006.932	-17,916.407
2+160.000	20.000	0.000	20.949	0.000	510.204	25,090.525	43,517.136	-18,426.611
2+180.000	20.000	0.000	22.114	0.000	516.756	25,090.525	44,033.892	-18,943.367
2+200.000	20.000	0.000	21.525	0.000	523.668	25,090.525	44,557.560	-19,467.035
2+220.000	20.000	0.000	17.857	0.000	472.584	25,090.525	45,030.144	-19,939.619
2+240.000	20.000	0.000	22.202	0.000	480.708	25,090.525	45,510.852	-20,420.327
2+260.000	20.000	0.000	26.073	0.000	579.300	25,090.525	46,090.152	-20,999.627
2+280.000	20.000	0.000	22.443	0.000	582.192	25,090.525	46,672.344	-21,581.819
2+300.000	20.000	0.000	20.945	0.000	520.656	25,090.525	47,193.000	-22,102.475
2+320.000	20.000	0.000	19.067	0.000	480.144	25,090.525	47,673.144	-22,582.619
2+340.000	20.000	0.000	17.116	0.000	434.196	25,090.525	48,107.340	-23,016.815
2+360.000	20.000	0.000	15.204	0.000	387.840	25,090.525	48,495.180	-23,404.655
2+380.000	20.000	0.000	13.593	0.000	345.564	25,090.525	48,840.744	-23,750.219
2+400.000	20.000	0.000	11.131	0.000	296.688	25,090.525	49,137.432	-24,046.907
2+420.000	20.000	0.000	11.130	0.000	267.132	25,090.525	49,404.564	-24,314.039
2+440.000	20.000	0.000	9.518	0.000	247.776	25,090.525	49,652.340	-24,561.815
2+460.000	20.000	0.000	10.576	0.000	241.128	25,090.525	49,893.468	-24,802.943
2+480.000	20.000	0.000	11.004	0.000	258.960	25,090.525	50,152.428	-25,061.903
2+500.000	20.000	0.000	17.406	0.000	340.920	25,090.525	50,493.348	-25,402.823
2+520.000	20.000	0.000	12.143	0.000	354.588	25,090.525	50,847.936	-25,757.411
2+540.000	20.000	0.000	9.118	0.000	255.132	25,090.525	51,103.068	-26,012.543
2+560.000	20.000	0.000	7.010	0.000	193.536	25,090.525	51,296.604	-26,206.079
2+580.000	20.000	0.000	6.510	0.000	162.240	25,090.525	51,458.844	-26,368.319
2+600.000	20.000	0.000	7.896	0.000	172.872	25,090.525	51,631.716	-26,541.191
2+620.000	20.000	0.000	6.404	0.000	171.600	25,090.525	51,803.316	-26,712.791
2+640.000	20.000	0.000	10.377	0.000	201.372	25,090.525	52,004.688	-26,914.163
2+660.000	20.000	0.000	9.149	0.000	234.312	25,090.525	52,239.000	-27,148.475
2+680.000	20.000	0.000	10.740	0.000	238.668	25,090.525	52,477.668	-27,387.143
2+700.000	20.000	0.000	7.714	0.000	221.448	25,090.525	52,699.116	-27,608.591
2+720.000	20.000	0.000	3.726	0.000	137.280	25,090.525	52,836.396	-27,745.871
2+740.000	20.000	1.212	2.015	12.120	68.892	25,102.645	52,905.288	-27,802.643
2+760.000	20.000	8.300	0.462	95.120	29.724	25,197.765	52,935.012	-27,737.247
2+780.000	20.000	13.300	0.013	216.000	5.700	25,413.765	52,940.712	-27,526.947
2+800.000	20.000	13.519	0.000	268.190	0.156	25,681.955	52,940.868	-27,258.913
2+820.000	20.000	8.643	0.256	221.620	3.072	25,903.575	52,943.940	-27,040.365
2+840.000	20.000	7.254	0.575	158.970	9.972	26,062.545	52,953.912	-26,891.367
2+860.000	20.000	6.092	1.237	133.460	21.744	26,196.005	52,975.656	-26,779.651
2+880.000	20.000	2.629	2.260	87.210	41.964	26,283.215	53,017.620	-26,734.405
2+900.000	20.000	0.000	4.926	26.290	86.232	26,309.505	53,103.852	-26,794.347
2+920.000	20.000	0.000	9.446	0.000	172.464	26,309.505	53,276.316	-26,966.811
2+940.000	20.000	0.000	15.874	0.000	303.840	26,309.505	53,580.156	-27,270.651

Elaborado por: El autor

Tabla 36

Movimiento de Tierras

VIA MONTECRISTI- LA CADENA KM0+000 AL 4+1000								
Abscisado	Dist	Areas Parciales		Volumenes Parciales		Volumenes Acumulados		Curva de Masas
		corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
m	m	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
2+960.000	20.000	0.000	15.475	0.000	376.188	26,309.505	53,956.344	-27,646.839
2+980.000	20.000	0.000	36.658	0.000	625.596	26,309.505	54,581.940	-28,272.435
3+000.000	20.000	0.000	25.613	0.000	747.252	26,309.505	55,329.192	-29,019.687
3+020.000	20.000	0.000	22.634	0.000	578.964	26,309.505	55,908.156	-29,598.651
3+040.000	20.000	0.000	2.681	0.000	303.780	26,309.505	56,211.936	-29,902.431
3+060.000	20.000	3.120	0.000	31.200	32.172	26,340.705	56,244.108	-29,903.403
3+080.000	20.000	3.269	0.000	63.890	0.000	26,404.595	56,244.108	-29,839.513
3+100.000	20.000	1.979	0.157	52.480	1.884	26,457.075	56,245.992	-29,788.917
3+120.000	20.000	3.732	0.614	57.110	9.252	26,514.185	56,255.244	-29,741.059
3+140.000	20.000	3.207	0.850	69.390	17.568	26,583.575	56,272.812	-29,689.237
3+160.000	20.000	1.380	1.490	45.870	28.080	26,629.445	56,300.892	-29,671.447
3+180.000	20.000	0.000	2.472	13.800	47.544	26,643.245	56,348.436	-29,705.191
3+200.000	20.000	0.000	14.023	0.000	197.940	26,643.245	56,546.376	-29,903.131
3+220.000	20.000	0.000	29.170	0.000	518.316	26,643.245	57,064.692	-30,421.447
3+240.000	20.000	0.000	34.210	0.000	760.560	26,643.245	57,825.252	-31,182.007
3+260.000	20.000	0.000	32.976	0.000	806.232	26,643.245	58,631.484	-31,988.239
3+270.000	10.000	0.000	30.899	0.000	383.250	26,643.245	59,014.734	-32,371.489
3+280.000	10.000	0.000	28.594	0.000	356.958	26,643.245	59,371.692	-32,728.447
3+290.000	10.000	0.000	26.429	0.000	330.138	26,643.245	59,701.830	-33,058.585
3+300.000	10.000	0.000	23.993	0.000	302.532	26,643.245	60,004.362	-33,361.117
3+310.000	10.000	0.000	22.409	0.000	278.412	26,643.245	60,282.774	-33,639.529
3+320.000	10.000	0.000	20.789	0.000	259.188	26,643.245	60,541.962	-33,898.717
3+330.000	10.000	0.000	19.022	0.000	238.866	26,643.245	60,780.828	-34,137.583
3+340.000	10.000	0.000	16.406	0.000	212.568	26,643.245	60,993.396	-34,350.151
3+360.000	20.000	0.089	11.635	0.890	336.492	26,644.135	61,329.888	-34,685.753
3+380.000	20.000	0.000	16.465	0.890	337.200	26,645.025	61,667.088	-35,022.063
3+400.000	20.000	0.000	22.763	0.000	470.736	26,645.025	62,137.824	-35,492.799
3+420.000	20.000	0.000	29.152	0.000	622.980	26,645.025	62,760.804	-36,115.779
3+440.000	20.000	0.000	36.289	0.000	785.292	26,645.025	63,546.096	-36,901.071
3+460.000	20.000	0.000	39.393	0.000	908.184	26,645.025	64,454.280	-37,809.255
3+480.000	20.000	0.000	39.370	0.000	945.156	26,645.025	65,399.436	-38,754.411
3+500.000	20.000	0.000	39.322	0.000	944.304	26,645.025	66,343.740	-39,698.715
3+520.000	20.000	0.000	40.427	0.000	956.988	26,645.025	67,300.728	-40,655.703
3+540.000	20.000	0.000	38.375	0.000	945.624	26,645.025	68,246.352	-41,601.327
3+560.000	20.000	0.000	33.894	0.000	867.228	26,645.025	69,113.580	-42,468.555
3+580.000	20.000	0.000	26.939	0.000	729.996	26,645.025	69,843.576	-43,198.551
3+600.000	20.000	0.000	20.048	0.000	563.844	26,645.025	70,407.420	-43,762.395
3+620.000	20.000	0.000	18.351	0.000	460.788	26,645.025	70,868.208	-44,223.183
3+640.000	20.000	0.000	9.736	0.000	337.044	26,645.025	71,205.252	-44,560.227
3+660.000	20.000	3.479	0.443	34.790	122.148	26,679.815	71,327.400	-44,647.585
3+680.000	20.000	11.228	0.078	147.070	6.252	26,826.885	71,333.652	-44,506.767
3+700.000	20.000	18.948	0.000	301.760	0.936	27,128.645	71,334.588	-44,205.943
3+720.000	20.000	31.220	0.000	501.680	0.000	27,630.325	71,334.588	-43,704.263
3+740.000	20.000	47.957	0.031	791.770	0.372	28,422.095	71,334.960	-42,912.865
3+760.000	20.000	55.581	0.028	1,035.380	0.708	29,457.475	71,335.668	-41,878.193
3+780.000	20.000	61.264	0.000	1,168.450	0.336	30,625.925	71,336.004	-40,710.079
3+800.000	20.000	53.747	0.039	1,150.110	0.468	31,776.035	71,336.472	-39,560.437
3+820.000	20.000	33.965	0.076	877.120	1.380	32,653.155	71,337.852	-38,684.697
3+840.000	20.000	17.335	0.118	513.000	2.328	33,166.155	71,340.180	-38,174.025
3+860.000	20.000	2.231	1.593	195.660	20.532	33,361.815	71,360.712	-37,998.897
3+880.000	20.000	0.000	13.338	22.310	179.172	33,384.125	71,539.884	-38,155.759
3+900.000	20.000	0.000	20.219	0.000	402.684	33,384.125	71,942.568	-38,558.443
3+920.000	20.000	0.000	53.273	0.000	881.904	33,384.125	72,824.472	-39,440.347
3+940.000	20.000	0.000	25.030	0.000	939.636	33,384.125	73,764.108	-40,379.983
3+960.000	20.000	0.000	21.565	0.000	559.140	33,384.125	74,323.248	-40,939.123
3+980.000	20.000	0.000	15.412	0.000	443.724	33,384.125	74,766.972	-41,382.847
4+000.000	20.000	0.000	13.439	0.000	346.212	33,384.125	75,113.184	-41,729.059
4+020.000	20.000	0.000	10.015	0.000	281.448	33,384.125	75,394.632	-42,010.507
4+040.000	20.000	0.000	8.584	0.000	223.188	33,384.125	75,617.820	-42,233.695

Elaborado por: El autor

Tabla 37**Movimiento de Tierras**

VIA MONTECRISTI - LA CADENA KM0+000 AL 4+1000								
Abscisado	Dist	Areas Parciales		Volumenes Parciales		Volumenes Acumulados		Curva de Masas
		corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	
m	m	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
4+060.000	20.000	0.000	12.265	0.000	250.188	33,384.125	75,868.008	-42,483.883
4+080.000	20.000	0.000	15.602	0.000	334.404	33,384.125	76,202.412	-42,818.287
4+100.000	20.000	0.000	18.026	0.000	403.536	33,384.125	76,605.948	-43,221.823

Elaborado por: El autor

Tabla 38**Resumen de movimiento de tierras.**

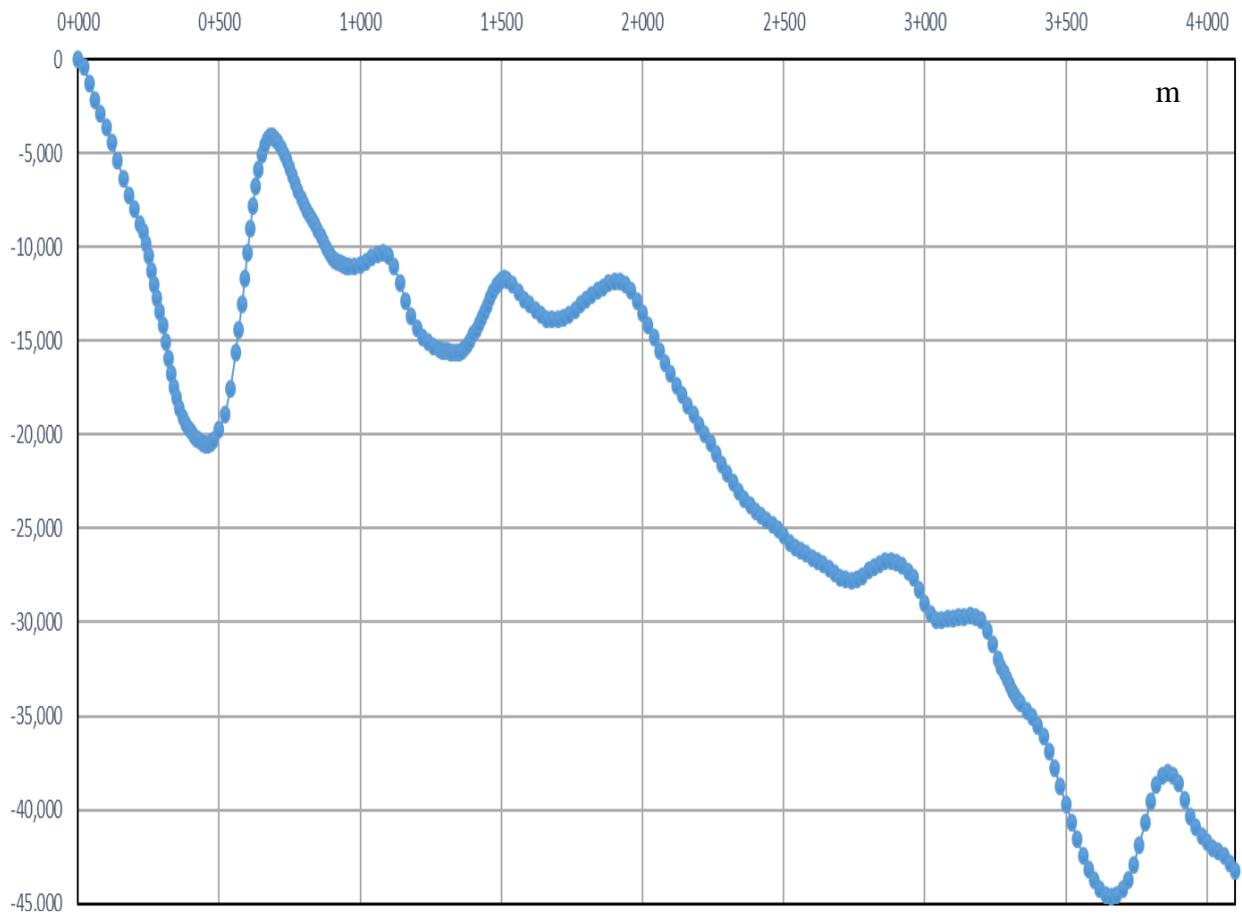
RESUMEN POR KM MOVIMIENTO DE TIERRAS				
CANTIDADES ACUMULADAS CADA KM 1.000	ABSCISAS		VOLUMENES	
	INICIO	FIN	CORTE	RELLENO
-	0+000.000	1+000.000	17,210.170	28,178.130
1.000	1+000.000	2+000.000	7,880.355	10,409.550
1.000	2+000.000	3+000.000	1,218.980	16,741.512
1.000	3+000.000	4+000.000	7,074.620	19,783.992
1.000	4+000.000	5+000.000	0.000	1,492.764
TOTAL			33,384.125	76,605.948

Elaborado por: El autor

ANEXO 7 Secciones Transversales del Diseño Vial

Con los resultados obtenidos en el estudio observamos que necesitamos material para importar; por lo tanto, el material que obtenemos en el corte lo utilizaremos en la parte que necesitemos realizar los rellenos; además como podemos observar en la tabla 34 los valores de relleno son más grandes que los de corte, por lo tanto, las posibles minas que se utilizaría serían las canteras Uruzca, Gramanotal y el Sombrero las cuales son cercanas al proyecto.

CURVA DE MASAS - AMPLIACIÓN A CUATROS CARRILES VIA MONTECRISTI - LA CADENA



m3

Figura 18. Relleno y corte
Elaborado por. El autor

CAPÍTULO V

5. Estudio Geológico y Geotectónico de la vía Montecristi – la Cadena – Diseño de la Estructura del pavimento

En el presente estudio se procedió a realizar la descripción geológica de la Vía Montecristi – La cadena en función del Mapa Geológico de la Margen Costera Ecuatoriana del Instituto Nacional de Investigación Minero Metalúrgico (INIGEMM) Escala 1:500000, el tramo de la vía corresponde desde la abscisa 0+000.000 a la 4+100.000; además la descripción geotectónica se la realizo en base a los estudios CBR (*California Bearing Ratio*), en laboratorio con muestras de suelo obtenidas en campo a través de calicatas.

5.1. Análisis geológico de la zona en estudio

5.1.1. Ubicación del Proyecto y descripción del estado de la vía

El sitio del proyecto se encuentra en la Provincia de Manabí, Cantón Montecristi, Parroquia Montecristi.

Tabla 39

Coordenadas De Inicio y Fin Del Proyecto

	Abscisa	Norte	Este	Cota
INICIO PROYECTO	0+000.000	9883466.14	538464.41	126.281
FIN PROY	4+100.000	9881117.11	541443.47	167.570

Elaborado por: El autor

La Vía Montecristi – La Cadena tiene una longitud de 4.1 Km se desarrolla en un tipo de terreno llano y ondulado, en esta vía se procedió a realizar un estudio de ampliación debido a que en ella transitan una gran cantidad de vehículos dando un T.P.D.A mayor a 8000 vehículos, por lo cual tenemos que ampliar a cuatro carriles conservando los dos

carriles que posee en la actualidad, teniendo que adosar los dos carriles nuevos al diseño anterior; con esto obtuvimos dos calzadas de 7.30 metros de ancho con espaldones internos de 1.50 m y externos de 2.00 m.

5.1.2. Secuencia estratigráfica del sitio de estudio

El estudio geológico y el tectónico del sitio del proyecto fue realizado en base al Mapa Geológico de la Margen Costera Ecuatoriana del Instituto Nacional de Investigación Minero Metalúrgico (INIGEMM) Escala 1:500000

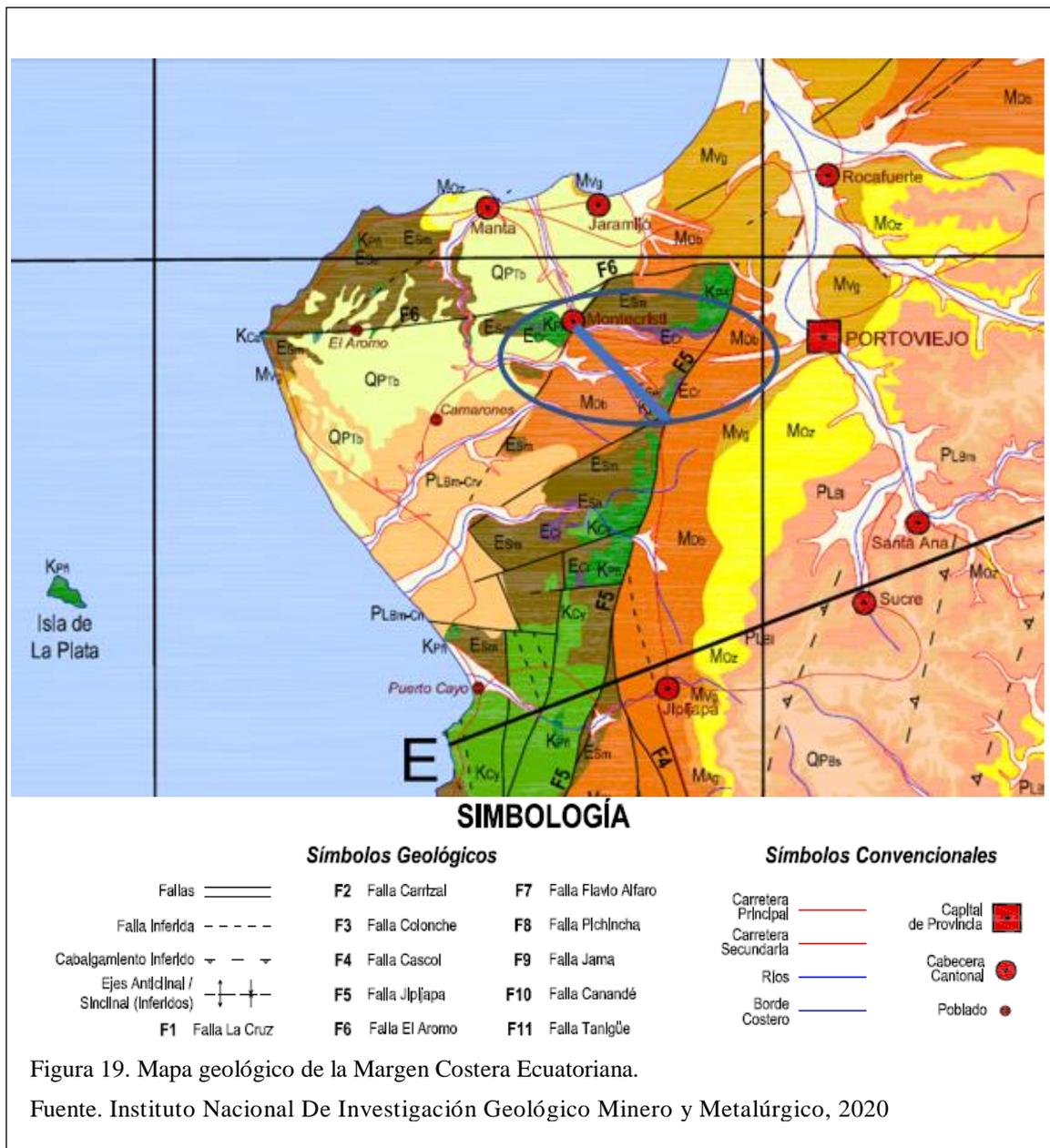


Figura 19. Mapa geológico de la Margen Costera Ecuatoriana.

Fuente. Instituto Nacional De Investigación Geológico Minero y Metalúrgico, 2020

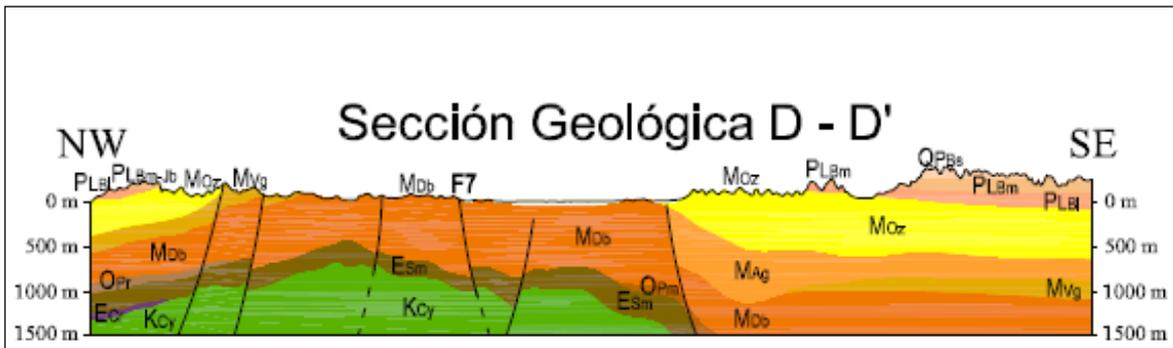


Figura 21. Perfil Geográfico de la Zona del Proyecto.

Fuente. Instituto Nacional De Investigación Geológico Minero y Metalúrgico, 2020

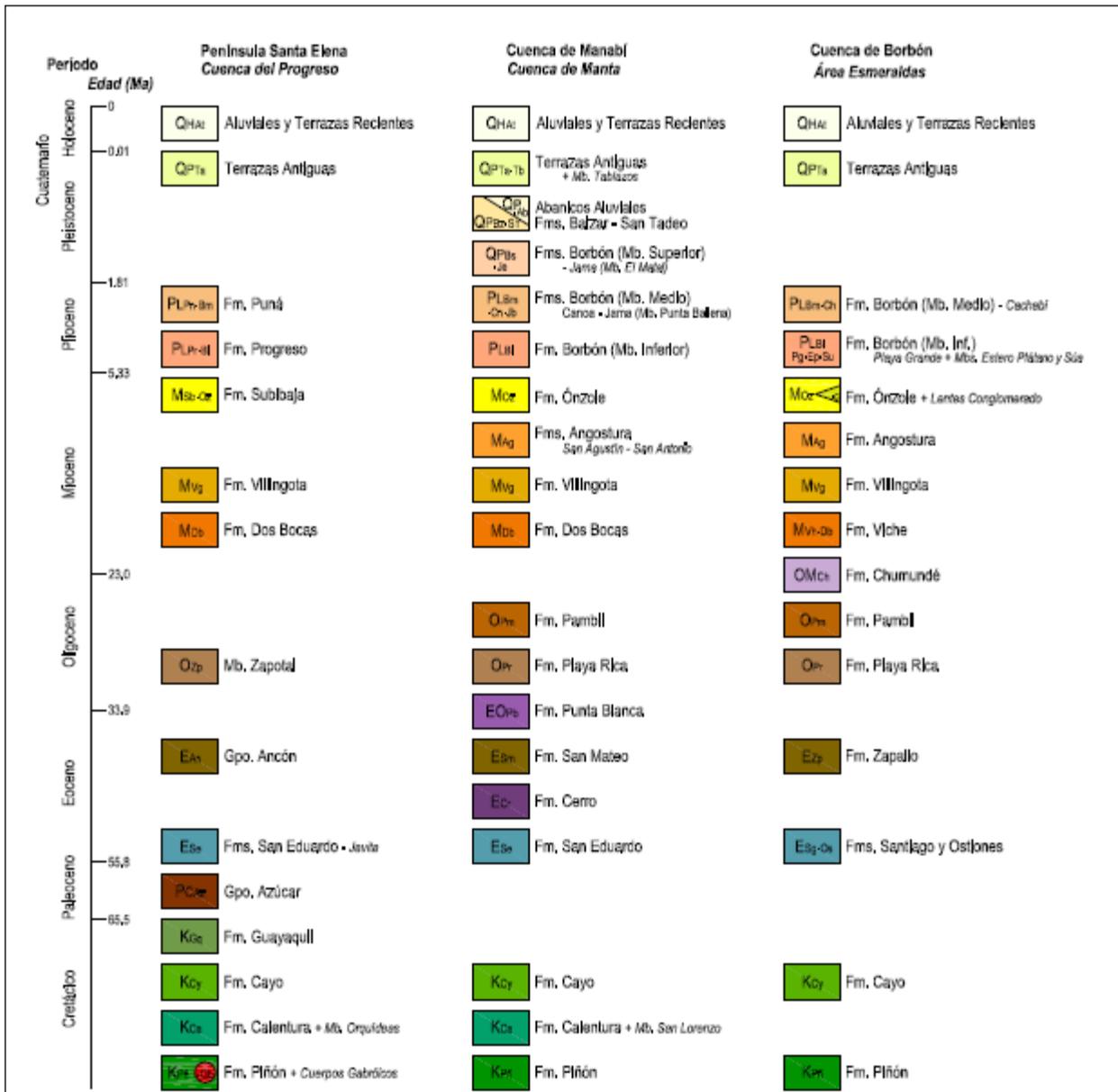


Figura 20. Leyenda Estratigráfica

Fuente. Instituto Nacional De Investigación Geológico Minero y Metalúrgico, 2020

La cuenca de Manabí está influenciada por estructuras regionales especialmente en la zona de la cordillera costera como son la anticlinal de Tosagua y el levantamiento jipijapa; en la parte superior de la estructura se desarrolla la formación dos Bocas y los flancos están formados por rocas sedimentarias del Mio-Plioceno (Gráfico 19), esta estructura tectónica delinea parte de las cuencas de Manta y Manabí. (Reyes, P., & Michaud, F., 2012) El levantamiento Jipijapa está ubicado al sur de la Península de Manta y al este de la falla de Jipijapa está ubicado al sur de la Península de Manta y al este de la falla de Jipijapa, ubicado entre las ciudades de Manglar Alto y Puerto Cayo, está formado por rocas del basamento Cretácico parcialmente cubiertas por rocas del basamento cretácico parcialmente cubiertas por rocas del Eoceno (Reyes, P., & Michaud, F., 2012).

La estratigrafía varía de norte a sur y algunas formaciones desaparecen y otras disminuyen en grosor, sin embargo, la columna sedimentaria predominante comprende areniscas, limolitas y lutitas (Reyes, P., & Michaud, F., 2012).

Los rangos de edad de los estratos expuestos en esta cuenca van del cretácico (Formación Piñon) al Mioceno / Plioceno (Formación Borbón) (Gráfico 21), generalmente cubierta por los depósitos Cuaternarios de la Formación Tablazo; a esta cuenca se la divide en dos áreas: el área norte que comprende a Flavio Alfaro hasta Quinindé y el área sur que va desde Jipijapa hasta Pedro Carbo (Reyes, P., & Michaud, F., 2012); siendo el área sur donde se ubica la zona de estudio.

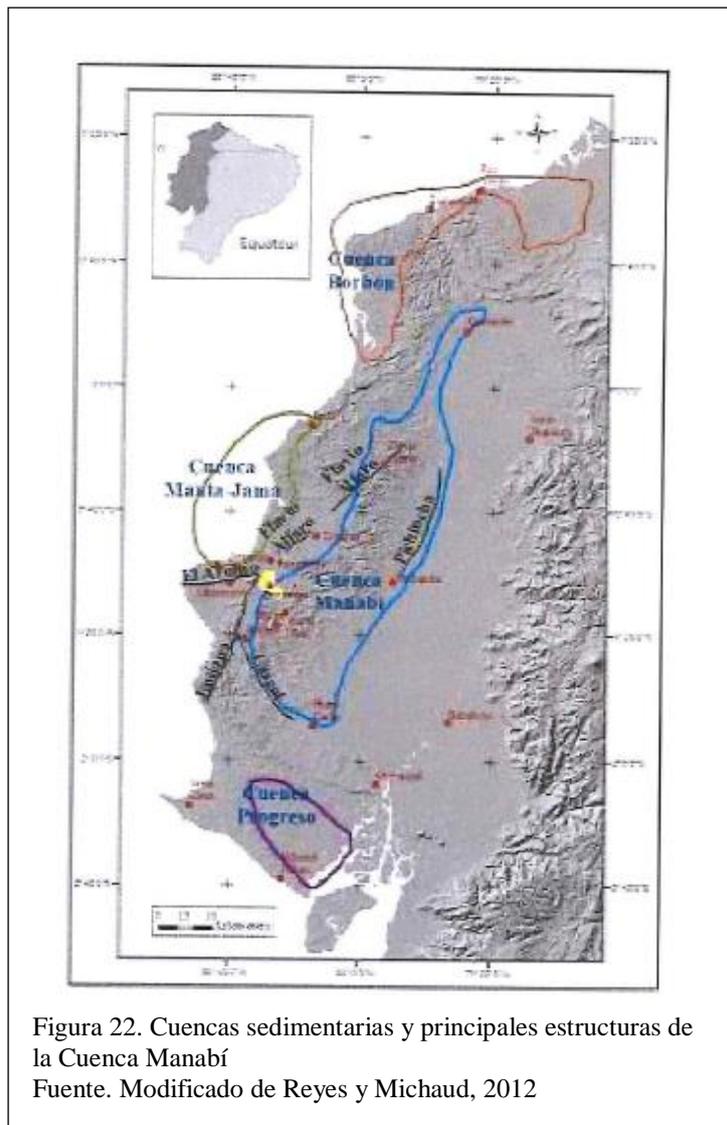


Figura 22. Cuencas sedimentarias y principales estructuras de la Cuenca Manabí
 Fuente. Modificado de Reyes y Michaud, 2012

A continuación, se describe la secuencia estratigráfica de la cuenca de Manabí en la Costa.

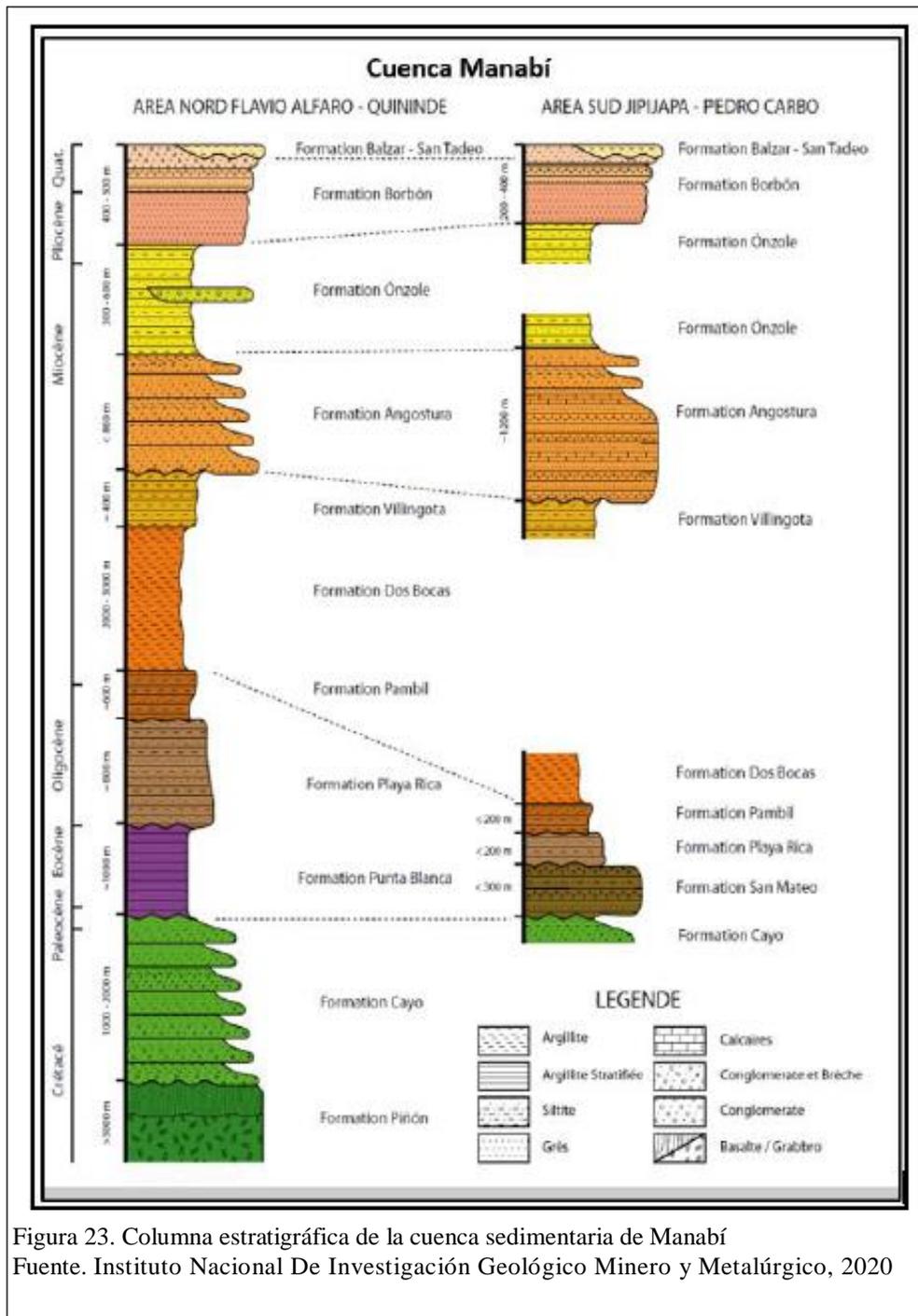


Figura 23. Columna estratigráfica de la cuenca sedimentaria de Manabí
Fuente. Instituto Nacional De Investigación Geológico Minero y Metalúrgico, 2020

Formación Piñón Son rocas de origen oceánico que han sido consideradas como el basamento de la corteza de la Costa del Ecuador que comprende rocas básicas (basaltos, diabasas y gabros) y presentan también pequeños afloramientos de plutones ultrabásicos y ácidos, denominándolo como “Complejo Ígneo Básico” (Goznes y Rose, 1973). Afloran en la

Cordillera Chongón Colonche, algunas regiones de la Cordillera de la Costa y en la zona aflora a 5 km al oeste de Portoviejo en la cantera San Agustín y se encuentran en contacto con la Formación Dos Bocas; las lavas se presentan masivas y en estructura de almohadillas (pillowlavas). Esta formación es de edad Cretácico Superior (Reyes, P., & Michaud, F., 2012)

Formación Cayo La Formación Cayo comprende rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias que suprayacen en aparente concordancia al complejo ígneo Piñón con una potencia de hasta 3 km que aflora en la cordillera Chongón Colonche, al oeste de la falla Jipijapa; y además, en la parte superior del Cerro Montecristi (Reyes, P., & Michaud, F., 2012). Esta formación es de una edad que varía del Senoniense al Maestrichtiense (Bristow y Hoffstetter, 1977)

Formación Ostiones La Formación Ostiones sobreyace a la Piñón directa y discordantemente, y hacia el sur de la cordillera Chongón Colonche, equivalente a la formación San Eduardo (Reyes, P., & Michaud, F., 2012) y constituida por calizas particularmente silicificadas y fuertemente plegadas de edad Eoceno Inferior a Medio (Bristow y Hoffstetter, 1977).

Formación San Mateo La Formación San Mateo sobreyace las Calizas San Eduardo en la parte sur de la cuenca Manabí (Portoviejo a Manta) y consiste de areniscas de grano fino a medio, sobre un conglomerado basal; vetillas de lignito aparecen en ciertos sectores de la secuencia que alcanza los 800 metros de espesor y es de una edad del Eoceno Medio Tardío a Superior (Baldock, 1982).

En el sector norte de Jama, la Formación Punta Blanca descansa al parecer concordantemente sobre calizas de la Formación San Eduardo y consiste de arcillas interstratificadas con tobas y aglomerados, alcanzando un espesor de unos 1000 m. Esta formación aflora al noreste del cerro Montecristi, en la llanura costera; posiblemente en un

contacto fallado con la Fm. Piñón y Fm. Tablazo. Esta formación es de edad Mioceno Medio (Baldock, 1982).

Formaciones Playa Rica – Pambil La Formación Playa Rica está compuesta de rocas volcánico-clásticas que están constituidas por areniscas grises y verdosas intercaladas con limolitas y lutitas laminadas de hasta 800 metros de espesor (Olsson, 1942) esta descansa discordantemente sobre la Formación Zapallo y pasa hacia la Formación Pambil que consiste de lutitas limosas masivas, de 750 metros de espesor (Baldock, 1982). La Formación Playa Rica es de edad del Oligoceno Inferior y Medio (Bristow y Hoffstetter, 1977), mientras que la Formación Pambil puede variar del Oligoceno Superior al inicio del Mioceno Inferior (Bristow y Hoffstetter, 1977).

Formación Dos Bocas La Formación Dos Bocas comprende la mayoría de la Grupo Tosagua; descansa gradacionalmente sobre las Arenas Zapotal alrededor de la margen de la cuenca Progreso pero puede ser parcialmente equivalente en el centro mientras que en la cuenca Manabí sobreyace discordantemente a la Formación San Mateo. La Dos Bocas consiste principalmente de lutitas de color chocolate, localmente con otras litologías (limolitas, areniscas, bentonita) y alcanza un espesor máximo de 1.000 metros en la Cuenca Manabí (Baldock, 1982). Además presenta concreciones calcáreas y acumulaciones locales de óxido de hierro y azufre sedimentario (Reyes, P., & Michaud, F., 2012). La edad varía entre Mioceno Inferior a Medio (Bristow y Hoffstetter, 1977). En la franja de análisis se descubre la siguiente litología en el centro Oeste por el sector de Picoaza y vía Manta; seguramente en el segundo ramal de la falla calceta separa la formación Dos Bocas de la formación Villingota.

Formación Villingota La Formación Villingota sobreyace transicionalmente a las lutitas chocolate de la formación Dos Bocas, esta consiste de limolitas y lutitas azuladas laminadas diatomáceas con fósiles de color blanco a beige y café claro con intercalaciones de

niveles o lentes de areniscas finas de color blanco, además de presentar vetillas de yeso (Reyes, P., & Michaud, F., 2012). Por otra parte el espesor varía entre 250 – 650 metros (Baldock, 1982). La Formación Villingota es de edad Mioceno Inferior a Medio (Bristow y Hoffstetter, 1977). En el área de estudio esta formación aflora extensamente en el sector Las 4 Esquinas, Andrés de vera, zona alta de la ciudadela Briones y vía a Zapallo; en este último se observa claramente las lutitas azuladas las mismas que se encuentran bien fracturadas, meteorizadas y con una estratificación promedio de N5E/04SE, adicionalmente existen microfallas Cuaternarias. Lutitas falladas y fracturadas de la Formación Villingota. Sector vía a Zapallo (Portoviejo). (DIGECONSA, 2019)

Formación Angostura La Formación Angostura se deposita discordantemente sobre las formaciones pelíticas Dos Bocas y Villingota; esta comprende una secuencia clástica, conglomerados basales de origen continental que están sobreyacidos por areniscas calcáreas de grano grueso a fino. El espesor varía entre 0 y 600 metros y es de edad Mioceno Medio (Bristow y Hoffstetter, 1977). Esta formación aflora al este de la falla Jama, en el flanco norte de la Cordillera Chongón-Colonche y al Este de la falla Jipijapa. (Reyes, P., & Michaud, F., 2012)

Formación Onzole Ésta Formación se deposita transicionalmente (aunque localmente y cerca a ciertas fallas pueden observarse discordancias) sobre la Formación Angostura; ésta última ausente en la zona de estudio, por ello la Onzole sobreyace a la Formación Villingota aparentemente concordante (Reyes, P., & Michaud, F., 2012). La Onzole comprende lutitas a limolitas lodolíticas azuladas intercaladas con tobas volcánicas blancas y listones de areniscas (Reyes, 2013). La edad varía desde el Mioceno Medio, por lo menos hasta Mioceno Superior (Bristow y Hoffstetter, 1977). La formación Onzole es considerada el equivalente lateral de la Formación Subibaja en la península de Santa Elena. (Bristow y Hoffstetter, 1977).

Formación Borbón La Formación Borbón comprende básicamente areniscas calcáreas azul grisáceas, con un conglomerado basal; esta formación está constituida por tres miembros: clástico inferior, volcanoclástico medio y volcánico superior. Los tres miembros pueden encontrarse en concordancia únicamente a lo largo de una meseta estratificada plana localizada entre las poblaciones de Portoviejo y Pichincha en la cuenca de Manabí con un espesor de hasta 600 metros (Reyes, P., & Michaud, F., 2012). Tiene una edad del Mioceno Superior al Plioceno (Bristow y Hoffstetter, 1977).

Formación Balzar – San Tadeo La Formación Balzar – San Tadeo se desarrolla al este de la falla Pichincha y tiene un espesor de hasta 80 metros, está formada por series de lodolitas masivas de color café amarillento y poco consolidadas (Reyes, P., & Michaud, F., 2012). Por otra parte, entre las poblaciones de Maicito y El Carmen se puede ver a esta formación que yace en discordancia sobre el miembro superior de la Formación Borbón (Reyes, P., & Michaud, F., 2012) La edad comprende desde los finales del Mioceno al Pleistoceno (pero principalmente Plioceno) (Baldock, 1982).

Formación Canoa La Formación Canoa consiste de limos arenosos compactos de origen marino, que descansan sobre la Formación Punta Blanca y bajo la Formación Tablazo (Baldock, 1982). Esta formación tiene unos 100 metros de espesor y su edad va desde el Plioceno Medio hasta el Pleistoceno (Baldock, 1982).

Formación Tablazo La Formación Tablazo comprende una serie de terrazas marinas del Pleistoceno, de material arenáceo bioclástico y se halla bien desarrollada en la zona de Manta; en algunos casos está sobreyacida por sedimentos del Cuaternario reciente de tipo marino y/o continental (Baldock, 1982).

5.1.3. Geología Estructural Regional

Las fallas más significativas que están presentes en en la cuenca de Manabí son: Flavio Alfaro, Calceta, Pichincha, Cascol, Jipijapa, y el Aromo; estas se describen a continuación.

La falla Flavio Alfaro está localizada cerca al pueblo del mismo nombre, se considera como el límite Este del sistema de fallas Jama en dirección NE-SO con una longitud aproximada de 50 km y un movimiento transcurrente dextral inverso (Reyes, P., & Michaud, F., 2012). Esta falla tiene una longitud del mismo orden de importancia que la falla de Jipijapa que la prolonga hacia el SO, pero que se encuentra interrumpida convencionalmente a la altura de los afloramientos cuaternarios correspondientes a los valles aluviales de Río Chico y Portoviejo, bajo los cuales supuestamente se encuentra oculta y por lo tanto considerada incógnita en el referido tramo por carencia de estudios neo tectónicos, en caso de no presentar una traza inferida (Reyes, P., & Michaud, F., 2012).

La falla Calceta tiene un movimiento que se asemeja al de la falla Flavio Alfaro, transcurrente dextral con componente inversa. El segmento Junín – Flavio Alfaro limita al Oeste a la cuenca de Manabí con una dirección NE-SO; al sur de este segmento de falla se observa ramificaciones más jóvenes que cruzan los valles del río Chico y Portoviejo (Singer, 2017).

La falla Pichincha se encuentra al este de la planicie costera y es el límite de la cuenca sedimentaria de Manabí y Guayas; se extiende 140 km hacia el norte del poblado de Pichincha en sentido NNE-SSO. La falla separa la formación Borbón de las formaciones Balzar – San Tadeo y es de tipo inversa levantando el bloque hacia el Este (Singer, 2017).

La falla Cascol ubicada al norte de la cordillera Chongón – Colonche se extiende desde el sur de la ciudad de Jipijapa hasta el pueblo Pedro Carbo en dirección NO-SE con una longitud promedio de 70 km, conecta a las rocas sedimentarias del Mioceno del borde sur de la cuenca de Manabí y es de tipo inverso dextral (Singer, 2017).

La falla Jipijapa, anteriormente conocida como falla Portoviejo se encuentra al SO de la cuenca, cerca de la ciudad del mismo nombre, en dirección NE-SO con una longitud promedio de 85 km. El control inverso dextral de la falla levanta el basamento del Cretácico contra las rocas sedimentarias del Mioceno (Singer, 2017).

La falla El Aromo se encuentra cerca de la ciudad del mismo nombre y controla la evolución de la Península de Manta; tiene 45 km de largo en dirección E-O y es de tipo inversa sinistral. Esta falla afecta a rocas del Eoceno y sedimentos marinos Cuaternarios, además desplaza los sedimentos cuaternarios y eleva el basamento hacia el sur (Singer, 2017).

La cuenca de Manabí se encuentra en el flanco oriental de la Cordillera Costera entre la Cordillera de Chongón – Colonche al sur y el alto de Esmeraldas al norte; Geográficamente se ubica desde la ciudad de Pedro Carbo al sur hasta la ciudad de Quinde al Norte. Por otro lado esta cuenca presenta una forma alargada en dirección NNE-SSO, limitada al oeste por las fallas Cascol, Jipijapa y Flavio Alfaro, y al este por la falla de Pichincha (Reyes, P., & Michaud, F., 2012).

5.1.4. Riesgo Sísmico en la zona de estudio

5.1.4.1. Principales sismos históricos

En el área donde se va a realizar el estudio la información sobre sismos pasados es muy escasa debido a que los asentamientos humanos en el sector son recientes y porque los documentos donde estaba escrito la historia del lugar se destruyeron por diferentes motivos.

El primer evento histórico que se reporta, corresponde a un sismo ocurrido tierra adentro en la zona central del litoral ecuatoriano. En 1898 un temblor ocasiono que en Chone se caigan 14 casas y que otras más queden totalmente destruidas; en este evento hubo dos personas muertas según los reportes. (ESPOL, 2009)

El segundo evento sísmico que se tiene información es el ocurrido en 1956 con daños materiales similares al evento sísmico de Chone.

La Universidad de Yachay compartió en su sitio web una infografía de los terremotos históricos sucedidos en el perfil costanero de Manabí; según los datos de esta institución, ocurrieron cinco terremotos con magnitud de 7 grados o más; estos eventos ocurrieron alrededor de los 250 km del sitio del proyecto, desde los años de 1900.

En el año 1906 tuvo lugar un terremoto de magnitud 8.3, acontecido en la zona de interface de subducción a 90 km este evento produjo un tsunami que causó entre 500 a 1500 muertes.

Despues de los años mencionados ocurrieron en: 1942 (7.8 grados), 1958 (7.7 grados), 1979 (8.2 grados), 1998 (7.1 grados); los epicentros de estos eventos tuvieron sus epicentros dentro de la zona de ruptura del mega evento de 1906.

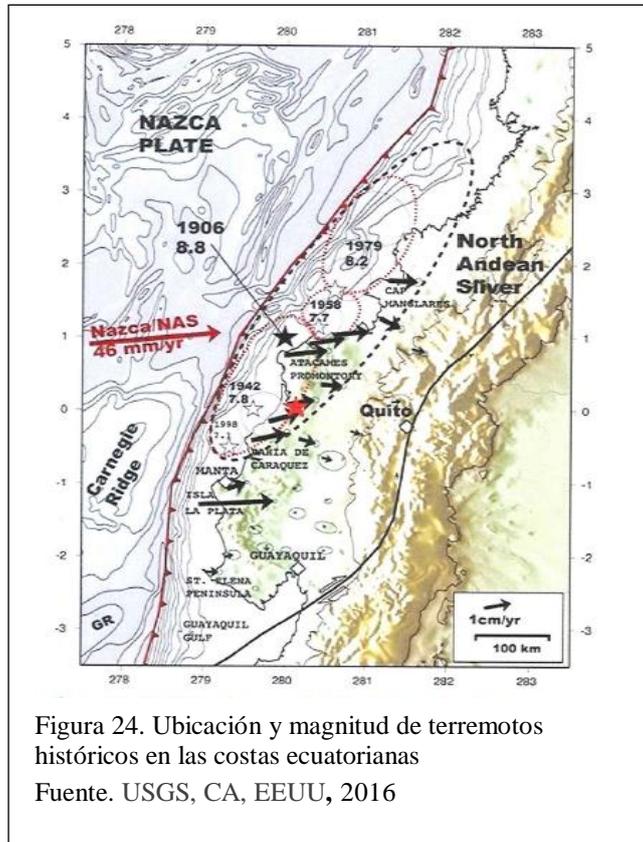


Figura 24. Ubicación y magnitud de terremotos históricos en las costas ecuatorianas
 Fuente. USGS, CA, EEUU, 2016

Una de las conclusiones del presente estudio histórico, es que existe una tendencia de los eventos sísmicos del pasado relacionados con el último terremoto de 7.8 grados que sacudió el perfil costanero manabita, el pasado 16 de abril de 2016 este evento también se encuentra dentro de la elipse; de hecho, este se encuentra aproximadamente en el extremo sur de la zona de ruptura del evento de 1906.

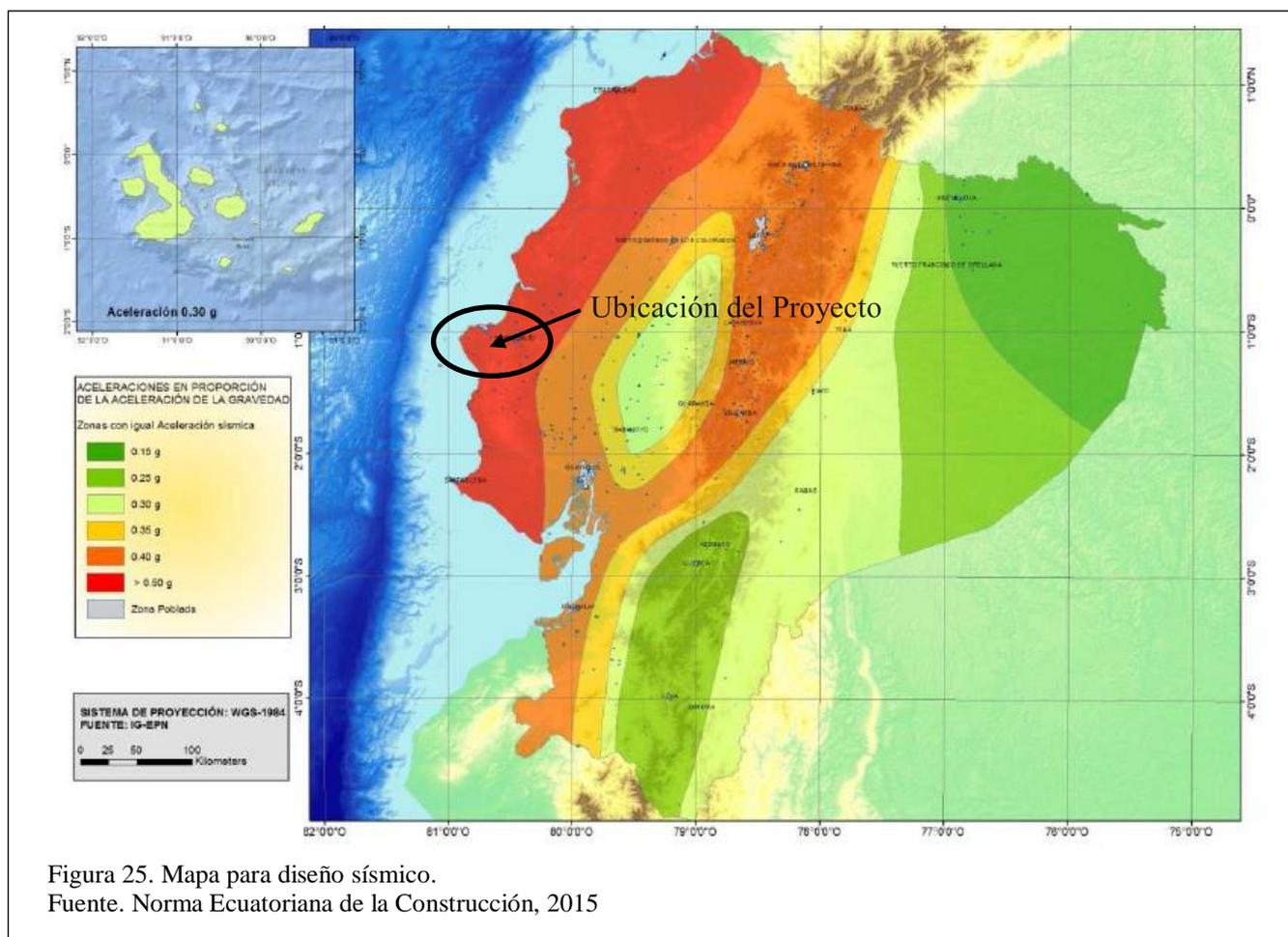


Tabla 40

Coordenadas De Inicio y Fin Del Proyecto

Valores Del Factor Z En Función De La Zona Sísmica						
Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	>=0.50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015

Tabla 41

Valor de “Z” Según zona el Sector del Proyecto

Población	Parroquia	Cantón	Provincia	Z
Montecristi	Montecristi	Montecristi	Manabí	0.5

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015

Manabí y por ende la zona del proyecto se encuentran ubicados en la Zona Sísmica VI a la cual corresponde un valor del factor $Z \geq 0.50$; por lo tanto, podemos decir que este valor corresponde a una amenaza sísmica Muy Alta.

5.1.5. Riesgo Volcánico

La zona del proyecto tiene una probabilidad baja de tener movimientos geodinámicos producidos por volcanes existentes cercanos esto se debe a la inexistencia de volcanes cercanos al lugar del proyecto esto corroboramos con la siguiente gráfica

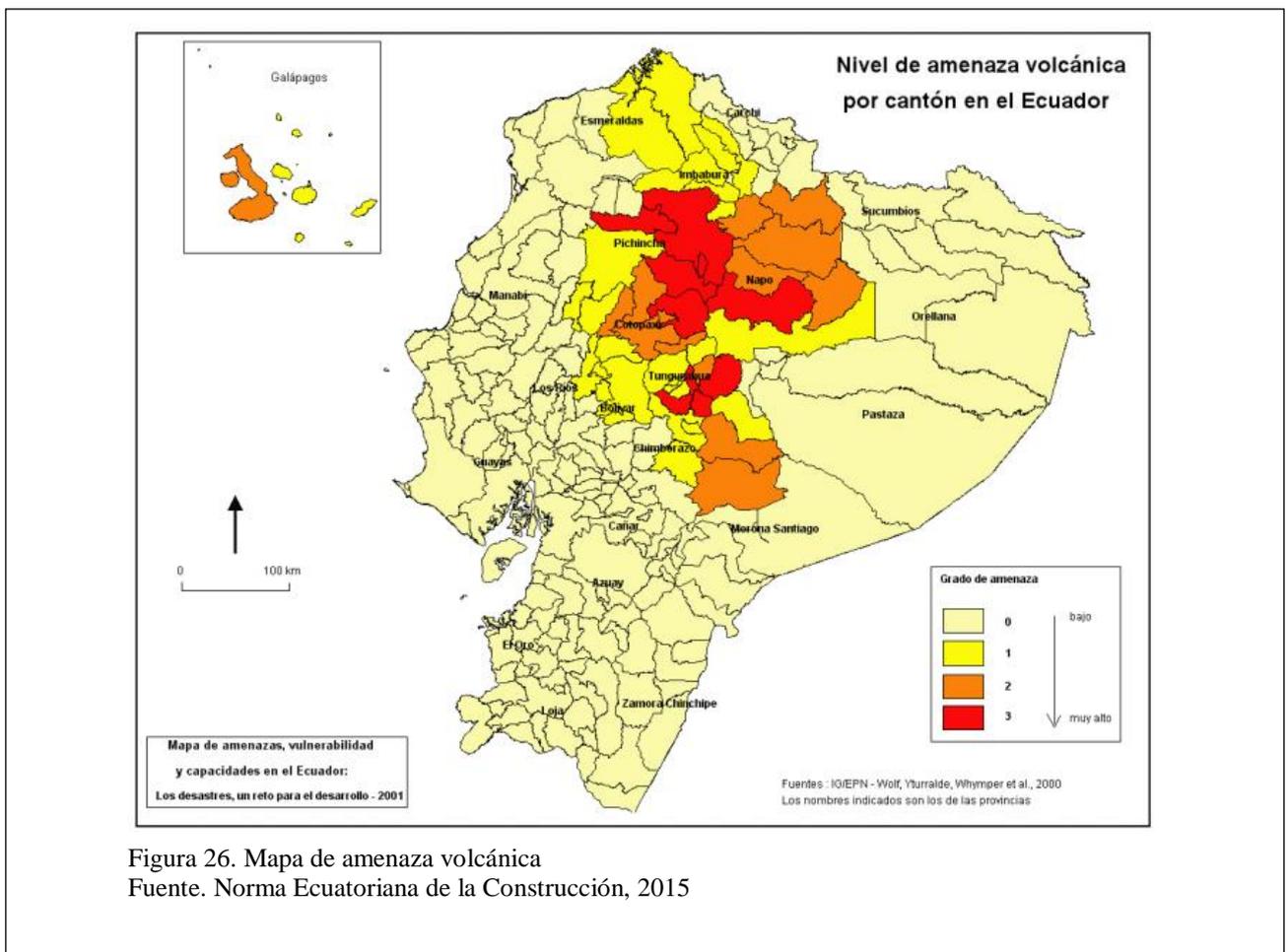


Figura 26. Mapa de amenaza volcánica
Fuente. Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015

5.1.6. Riesgo de Inundaciones

El Riesgo a que en nuestro proyecto se produzcan inundaciones es alto esto lo podemos corroborar en la siguiente gráfica donde nos indica que en la zona tenemos un grado de amenaza 2 este es un grado alto debido a que se trata de una zona costera y la topografía de esta zona es relativamente plana por lo que existe un drenaje bajo susceptible a inundaciones.

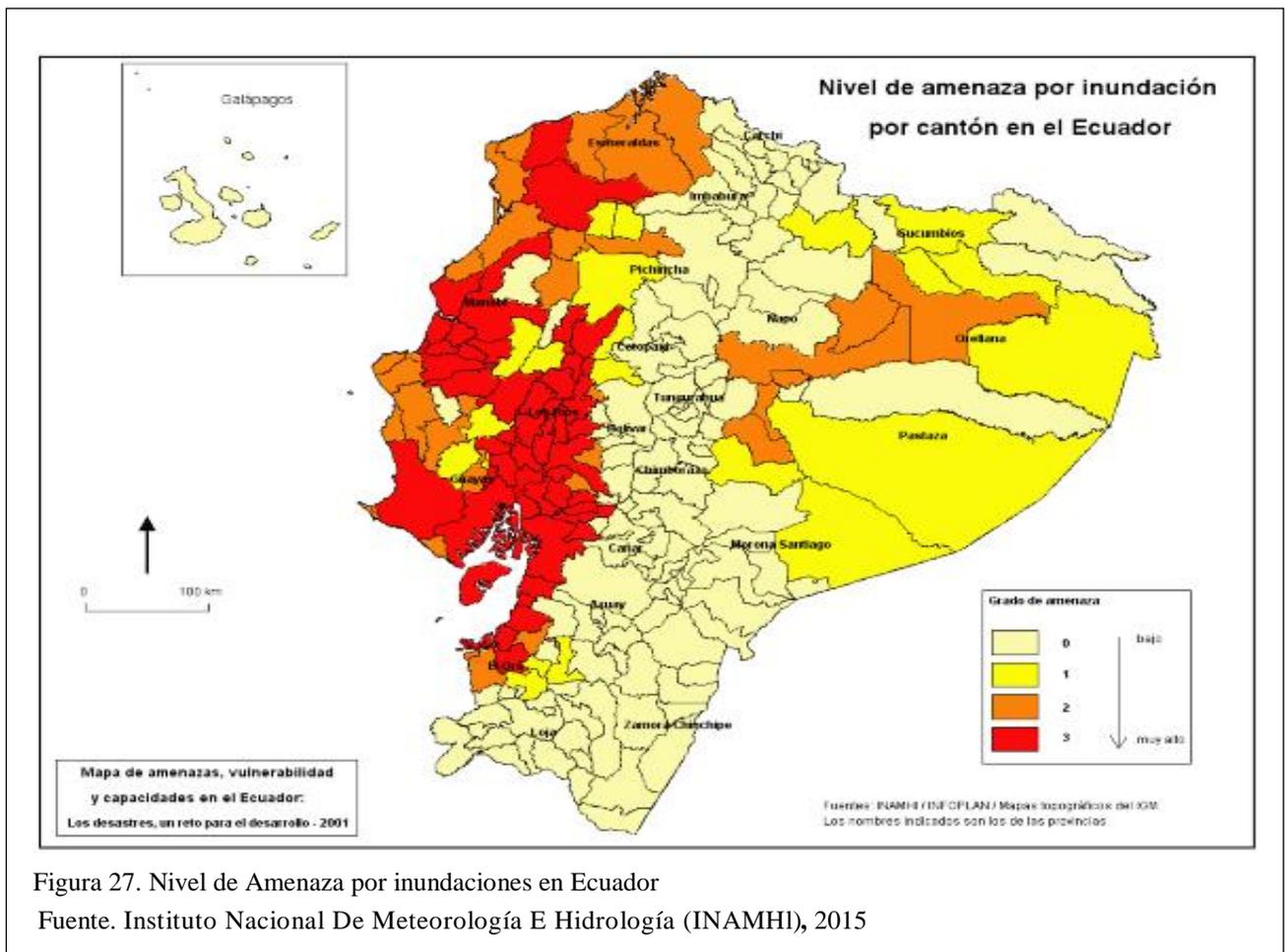


Figura 27. Nivel de Amenaza por inundaciones en Ecuador
Fuente. Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología (INAMHI), 2015

En el proyecto no tenemos afectaciones por deslizamientos debido a que casi no existen taludes de gran tamaño en la zona del proyecto.

5.2. Análisis Geotectónico de la Subrasante

La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES PERU, 2014, pág. 33). La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES PERU, 2014, pág. 38)

5.2.1. Trabajos de Campo – Exploración y Muestreos del Suelo

Personal técnico calificado se trasladó al lugar donde se ubica el proyecto para la ejecución de los trabajos de campo correspondientes, para lo cual se siguieron las normas AASHTO, NEC (Geotecnia y Cimentaciones), Especificaciones MTOP y normas INEC.

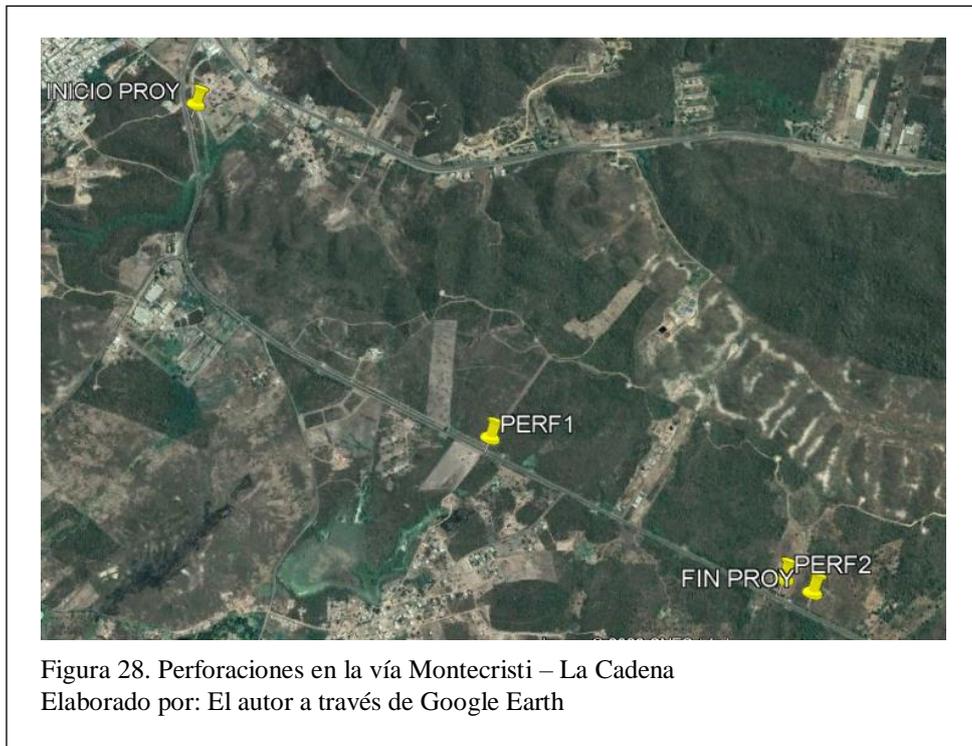
Los sondeos exploratorios en el presente estudio corresponden a dos perforaciones cuya profundidad de análisis y coordenadas se detalla en el siguiente cuadro, medidos desde la cota actual del terreno, se efectuaron a diferentes profundidades toma de muestras alteradas con ensayos de penetración estándar SPT, según la norma ASTM-D-1586.

Tabla 42

Profundidad y Coordenadas de las perforaciones

			Coordenadas		
No	Descripción	Prof (m)	Norte	Este	Observaciones
1	PERF1	6	9881844	539928	
2	PERF2	6	9881221	541230	

Elaborado por: El autor



A las muestras obtenidas se les realizó los siguientes índices de laboratorio, detallados en el siguiente cuadro.

Tabla 43

Tipos de ensayo de laboratorio

ENSAYOS DE LABORATORIO	NORMA
Clasificación de suelos	ASTM-D-2487
Límites de Atterberg	ASTM-D-4318
Ensayo de compresión simple	ASTM-D-1587
Contenido de Humedad	ASTM-2216 Y 2974
Material menor que tamiz N 200	ASTM-D-1140

Elaborado por: El autor

Los resultados de las perforaciones son las siguientes:

5.2.2. Nomenclatura de los ensayos de laboratorio

- Contenido de humedad W%

Este método de ensayo describe la determinación del contenido de agua mediante su masa seca, en laboratorio, de un suelo, roca y materiales similares, donde la reducción de la masa por secado es debido a la pérdida de agua. (Norma ASTM D 2216, 2017)

- Límite líquido LL%

El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en un límite arbitrariamente definido entre los estados líquidos y plásticos. Este contenido de agua es definido como el contenido de agua en el cual una porción pequeña de suelo colocada en una copa estándar y cortada por un surco de dimensiones estándar fluirán juntos en la base del surco por una distancia de 13 mm cuando se somete a 25 golpes a la copa cayendo 10 mm en un aparato estándar de límite líquido operado a una razón de 2 golpes por segundo. (ASTM D4318-84, 2009)

- Límite Plástico LP%

El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en el límite entre los estados plástico y quebradizo. El contenido de agua en el cual un suelo no puede ser más deformado al enrollarlo en 3.2 mm en diámetro de hebra sin desmenuzarlo. (ASTM D4318-84, 2009)

- Índice plástico IP%

El índice de plasticidad de un suelo es el tamaño del intervalo de contenido de agua, expresado como un porcentaje de la masa seca de suelo, dentro del cual el material está en un estado plástico. Este índice corresponde a la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo. (NORMA INV 126 -07, 2007)

- Tamiz # 4 - # 200

La norma determina cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo además describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta la malla de 74mm (No 200) (ASTM D-422-63, 2009)

- Proctor Modificado

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 o 6 pulgadas de diámetro con un pisón de 44.5 N que cae de una altura de 18 pulgadas produciendo energía de compactación de 56 000lb-pie/pie³ (2700kN-m/m³). (ASTM D 1557, 2006)

- CBR

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (*California Bearing Ratio*). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado. (ASTM D - 1883, 2006)

- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Esta práctica describe un sistema para clasificación mineral y orgánica-mineral de suelos para propósitos de ingeniería basados en determinación de laboratorio de características como tamaño de las partículas, límite líquido e índice plástico y será usado cuando se requiera una clasificación precisa. (ASTM D 2487 - 03, 2006)

- Clasificación de Suelos (AASHTO)

De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8. En este sistema de clasificación los suelos inorgánicos se clasifican en siete grupos que van del A-1 al A-7. Estos a su vez se dividen en un total de doce subgrupos. Los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como A-8. (ASTM D 3282, 2006)

5.2.2.1. Perforación 1

- En el sondeo no se encontró nivel freático al momento de la perforación.
- Se encontró un primer estrato Arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL), color café, consistencia muy firme la cual tiene un espesor de 3 metros y los valores encontrados son:

Tabla 44

Valores encontrados de la arcilla inorgánica con baja plasticidad

VALOR OBTENIDO	W%	LL%	IP%	#4	#200	N
MENOR	11.68	25.77	6.63	99.85	84.23	25
MAYOR	21.56	40.96	15.85	100	91.91	33

Elaborado por: El autor

- Finalmente se encontró un estrato de Arcillas inorgánicas de alta plasticidad (CH), color café, consistencia Dura, la cual tiene un espesor de 3 metros y los valores encontrados son:

Tabla 45 Valores encontrados de la arcilla inorgánica con alta plasticidad

VALOR OBTENIDO	W%	LL%	IP%	#4	#200	N
MENOR	24.62	83.92	49.97	100	93	48
MAYOR	25.87	85.85	52.63	100	96.95	103

Elaborado por: El autor

- Fin de la Perforación

5.2.2.2. Perforación 2

- En el sondeo no se encontró nivel freático al momento de la perforación.
- Se encontró un primer estrato de limos inorgánicos de alta plasticidad (MH), color café, consistencia muy firme, la cual tiene un espesor de 2 metros y los valores encontrados son:

Tabla 46

Valores encontrados de Limos inorgánicos con alta plasticidad

VALOR OBTENIDO	W%	LL%	IP%	#4	#200	N
MENOR	26.34	67.17	30.85	99.73	71.94	20
MAYOR	27.21	76.94	38.69	99.76	80.69	31

Elaborado por: El autor

- Finalmente se encontró un estrato de Arcillas inorgánicas de alta plasticidad (CH), color café, consistencia Dura, la cual tiene un espesor de 4 metros y los valores encontrados son:

Tabla 47

Valores encontrados de Arcillas inorgánicas con alta plasticidad

VALOR OBTENIDO	W%	LL%	IP%	#4	#200	N
MENOR	21.69	67.8	39.37	99.11	69.32	50
MAYOR	26.45	71.68	42.2	99.81	84.18	101

Elaborado por: El autor

- Fin de la Perforación

ANEXO 8 Perfil estratigráfico de perforaciones

Además de los sondeos se procedió a realizar la toma de calicatas para tener una mejor descripción del suelo estas muestras se las tomo mediante lo establecido por SOWER Y SOWER en el libro de Braja M Das, que nos dice que para obtener los CBR se establece una distancia entre muestreos entre 250 a 500 metros, para lo cual en nuestro proyecto tomamos muestras cada 500 metros.

5.2.3. Ensayo C.B.R y resultados de los estudios del subsuelo

El valor del CBR del material de sub-rasante es importante cuantificarlo, ya que este es el cimiento sobre el que descansa la estructura de pavimento, el cual una vez conocido nos permite diseñar los elementos estructurales del pavimento como lo son: Sub-base, base y carpeta de rodadura, cuyos espesores estarán en función de los ejes repetitivos equivalentes a la carga del diseño que se tenía previsto. (Arias, Luis Alberto Casprowitz, 2010, p. 117)

El ensayo C.B.R se lo clasifica a través de la siguiente tabla en la cual tenemos valores que van desde 0 a 100% en la cual los valores menores nos dan una capacidad de soporte mala y a su vez los valores altos nos dan una capacidad de soporte buena.

Tabla 48

Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R

CBR %	Clasificación
0-5	Subrasante Muy Mala
5-10	Subrasante Mala
10-20	Subrasante Regular A Buena
20-30	Subrasante Muy Buena
30-50	Sub Base Buena
50-80	Base Buena
80-100	Base Muy Buena

Fuente: ASTM D05 American Society of Testing Materials, 1883

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos C.B.R tenemos unos valores de subsuelo que están en la gran mayoría en el rango de 0 a 5 % esto quiere decir que disponemos de una subrasante muy mala.

En la siguiente tabla presentamos un resumen de los valores de los ensayos C.B.R de la vía Montecristi – La Cadena.

Tabla 49
Coordenadas de los Ensayos C.B.R

Descripción	Norte	Este	Nomenclatura
CALICATA 1	9883492	538456	CA-1
CALICATA 2	9883031	538539	CA-2
CALICATA 3	9882584	538647	CA-3
CALICATA 4	9882305	539053	CA-4
CALICATA 5	9882082	539498	CA-5
CALICATA 6	9881859	539946	CA-6
CALICATA 7	9881641	540379	CA-7
CALICATA 8	9881411	540839	CA-8
CALICATA 9	9881200	541262	CA-9

Elaborado por: El autor

Tabla 50
Resumen de los Ensayos C.B.R Vía Montecristi - La Cadena

ENSAYO	ABSCISAS								
	0+000	0+500	1+000	1+500	2+000	2+500	3+000	3+500	4+000
C.B.R 95% (Proctor Modificado)	2.30	1.91	2.76	6.40	2.60	1.63	2.95	1.88	2.74

Elaborado por: El autor

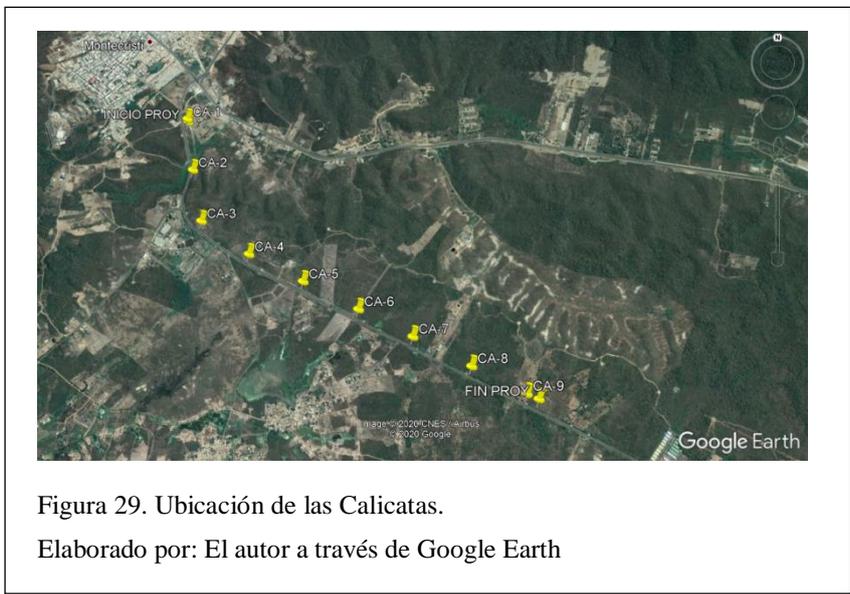


Figura 29. Ubicación de las Calicatas.
Elaborado por: El autor a través de Google Earth

ANEXO 9 Ensayos C.B.R

Tabla 51

Clasificación Aashto y Sucs del subsuelo del proyecto

Abscisas	Coordenadas		Granulometría % Pasa					% Humedad	Límites de Atterberg %			clasificación		Lado
	Norte	Este	4"	3"	10	40	200		LL	LP	IP	Aashto	Sucs	
0+000	9883492	538456	100	100	83.60	76.50	67.50	20.90	61.10	25.80	35.30	A-7-6	CH	Izquierdo
0+500	9883031	538539	100	100	82.60	70.80	55.90	23.76	63.70	41.40	22.30	A-7-5	MH	Izquierdo
0+1000	9882584	538647	100	100	84.40	76.50	63.30	25.85	62.00	36.70	25.30	A-7-5	MH	Izquierdo
0+1500	9882305	539053	100	100	31.60	24.30	17.90	28.20	60.90	39.30	21.60	A-2-7	GM	Izquierdo
0+2000	9882082	539498	100	100	59.50	53.60	45.00	27.97	75.60	31.80	43.80	A-7-5	GC	Izquierdo
0+2500	9881859	539946	100	100	83.50	77.40	64.00	23.22	64.50	31.20	33.30	A-7-5	CH	Izquierdo
0+3000	9881641	540379	100	100	85.70	80.60	68.70	26.34	65.60	33.60	32.00	A-7-5	MH	Izquierdo
0+3500	9881411	540839	100	100	85.50	75.26	65.45	25.32	65.40	33.20	30.30	A-7-5	MH	Izquierdo
0+4000	9881200	541262	100	100	73.70	67.10	58.50	25.28	54.60	30.20	24.50	A-7-5	MH	Izquierdo

Elaborado por: El autor

De acuerdo a los estudios del subsuelo, según la clasificación AASHTO tenemos suelos A-7-5, A-7-6, A-2-7 Y según la clasificación SUCS tenemos suelos CH que son arcillas de alta plasticidad, GM gravas limosas, GC gravas arcillosas y en su gran mayoría suelos MH limos de alta plasticidad por lo tanto considerando estos resultados concluimos que tenemos suelos limosos y arcillosos de alta plasticidad y grados de expansión marginales y altos (tabla 48); la capacidad portante de la subrasante en promedio es baja 2.8%, por lo tanto se debe considerar la colocación de una capa de mejoramiento con un $CBR \geq 20$ en tal forma de lograr llegar a un CBR al menos del 10% que será el valor adoptado para el diseño.

Tabla 52

Grado de expansión del suelo

Grado de expansión	LL %	IP %
Elevado	> 60	> 35
Marginal	50-60	25-35
Bajo	< 50	< 25

Elaborado por: El autor

5.2.4. Espesor de capa de mejoramiento granular

El espesor de la capa de mejoramiento granular tiene dos funciones: La primera es mejorar la capacidad portante del suelo de subrasante hasta llegar a un CBR al menos de 10% y la otra, contrarrestar los efectos de presión de expansión de suelos.

Para contrarrestar estos grados altos de expansión en los diseños se toma en cuenta una capa de mejoramiento de al menos 1.2 m; si este tipo de suelos se presentan en los rellenos, la corona del mismo debe ser terminada con el espesor de mejoramiento indicado; si es en corte, se debe reemplazar el suelo con el mismo espesor, con material de mejoramiento.

5.2.5. Módulo Resiliente de diseño (Mr)

La carpeta asfáltica se decía en un inicio que se trataba de un material plástico porque se exhibían deformaciones que eran permanentes con la carga que se aplicaba, después se indicó que estas deformaciones disminuían conforme se aumentaba el número de repeticiones o períodos de carga, hasta que posteriormente las deformaciones permanentes se desvanecían, Por lo que el material actúa elásticamente por completo, debido a esto las propiedades elásticas de los materiales están estrechamente relacionadas con la carga repetitiva.

**5.2.5.1. Criterios del cuerpo de ingenieros del Ejército de
USA para determinar el módulo equivalente**

A través de las siguientes relaciones podemos deducir aproximadamente los módulos resilientes de la subrasante a partir del ensayo CBR.

$$Esr = 2555 \times CBR^{0.64} \text{ (psi)}$$

$$Emej = Esr(1 + 0.002 \times Hmej) \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Ec. 27

Donde:

Esr = Módulo resiliente de la subrasante

Emej = Módulo resiliente de la capa de mejoramiento

Hmej = Espesor de mejoramiento en mm

Tabla 53

Módulo de resiliencia con capa de mejoramiento

Abscisas	CBR	MODULO RESILIENTE (MR)	ESPESOR MEJORAMIENTO (mm)	MODULO MEJORAMIENTO (psi)	MODULO PROMEDIO MEJORAMIENTO (psi)
		MR (psi) = 2555*CBR^0.64			
0+000	2.30	4354	1200	14804	16434
0+500	1.91	3866	1200	13144	
0+1000	2.76	4893	1200	16636	
0+1500	6.40	8382	1200	28499	
0+2000	2.60	4709	1200	16012	
0+2500	1.63	3493	1200	11876	
0+3000	2.95	5106	1200	17360	
0+3500	1.88	3827	1200	13012	
0+4000	2.74	4870	1200	16559	

Elaborado por: El autor

Tabla 54**CBR de diseño con capa de mejoramiento**

Abcisas	CBR MEJORAMIENTO	CBR PROMEDIO MEJORAMIENTO
0+000	15.57	18.326
0+500	12.93	
0+1000	18.68	
0+1500	43.31	
0+2000	17.60	
0+2500	11.03	
0+3000	19.96	
0+3500	12.72	
0+4000	18.54	

Elaborado por: El autor

5.2.6. Especificaciones de los materiales de préstamo importado

El material de préstamo importado será previamente aprobado por el fiscalizador y no podrá contener material vegetal, troncos, escombros y no deben presentar expansividades mayores al 4%, índice de plasticidad < 15%. (DIGECONSA, 2019)

La colocación del material de préstamo importado se lo hará en capas aproximadamente horizontales y su espesor será determinado por la fiscalización de acuerdo al equipo de compactación que disponga el contratista de la obra. (DIGECONSA, 2019)

Cada capa será humedecida para lograr el contenido de humedad óptimo, y luego emparejada conformada y compactada, antes de la colocación de la capa siguiente. (DIGECONSA, 2019)

5.2.7. Análisis y calificación de fuentes de materiales

Para la construcción del proyecto de ampliación a 4 carriles de la vía Montecristi – La Cadena se necesitaron volúmenes importantes de materiales para la etapa de construcción, con la finalidad de optimizar recursos utilizando materiales que cumplan con las Especificaciones Técnicas, se ha tomado en cuenta tres canteras en la cual se procede a realizar toma de muestras de las tres canteras que sean cercanas al proyecto; y se procederá a calificar la mina más cercana al proyecto y que cumpla con los diferentes ensayos que tiene dispuesto el MTOP.

Tabla 55

Ubicación de las canteras cercanas al proyecto

Canteras cercanas al Proyecto				
		Coordenadas		
#	Nombre	Norte	Este	Distancia
1	Cantera Uruzca	9883086.24	548308.05	13 Km
2	Cantera Gramanotal	9837559.68	549861.50	54 Km
3	Cantera el Sombrero	9837575.37	549871.93	50 Km

Elaborado por: El autor

De las tres canteras que se va a realizar el muestreo se calificara a una o dos, tomando en cuenta los resultados de los ensayos y de la distancia hacia el centro de gravedad del proyecto; los ensayos que se va a realizar en cada una de las canteras se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 56

Tipos de Ensayo de Laboratorio

ENSAYOS	NORMA
Granulometría	AASHTO T11-T27
Limite Líquido	AASHTO T89-02
Índice de Plasticidad	AASHTO T90
CBR	AASHTO T193
Proctor	ASTM D698
Abrasión	AASHTO T96
Sulfatos de Sodio	AASHTO T104
Gravedad Específica	AASHTO T84-T85
Equivalente de Arena	AASHTO T176

Elaborado por: El autor

5.2.7.1. Cantera Uruzca

Esta cantera se ubica en el cantón Montecristi, parroquia Aníbal San Andrés es la más próxima al centro de gravedad del proyecto ya que se encuentra a 13 Km.

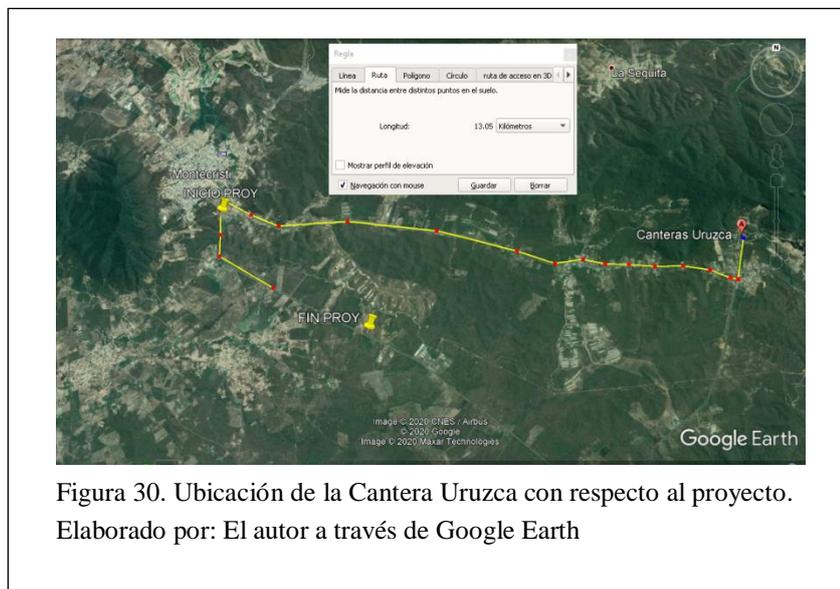


Figura 30. Ubicación de la Cantera Uruzca con respecto al proyecto.
Elaborado por: El autor a través de Google Earth

Tabla 57**Resultados ensayo del material de mejoramiento**

ENSAYOS	RESULTADO OBTENIDO	RESULTADO ADMITIDO SEGÚN NORMA PARA MEJORAMIENTO	OBSERVACIÓN
GRANULOMETRIA		BUENA	CUMPLE
LIMITE LIQUIDO	33.11	MAX 35%	CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD	10.34	< 9	NO CUMPLE
CBR	59	= > 20%	CUMPLE
PROCTOR	2017		

Elaborado por: El autor

Tabla 58**Resultados ensayo del material subbase clase 3**

ENSAYOS	RESULTADO OBTENIDO	RESULTADO ADMITIDO SEGÚN NORMA PARA SUB BASE CLASE 1	OBSERVACIÓN
GRANULOMETRIA		BUENA	CUMPLE
LIMITE LIQUIDO	22.90	MAX 25%	CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD	4.80	< 6	CUMPLE
CBR	71.90	= > 30%	CUMPLE
ABRASIÓN	28%	MAX 50%	CUMPLE
SULFATO DE SODIO	3.58	12%	CUMPLE
GRAVEDAD ESPECÍFICA			
PROCTOR	1993		
EQUIVALENTE DE ARENA		MIN 20%	

Elaborado por: El autor

Tabla 59

Resultados ensayo del material base clase 1-A

ENSAYOS	RESULTADO OBTENIDO	RESULTADO ADMITIDO SEGÚN NORMA PARA BASE CLASE 1 TA	OBSERVACIÓN
GRANULOMETRIA		BUENA	CUMPLE
LIMITE LIQUIDO	22.60	MAX 25%	CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD	2.70	< 6	CUMPLE
CBR	88%	= > 80%	CUMPLE
ABRASIÓN	28%	MAX 40%	CUMPLE
SULFATO DE SODIO	3.58	12%	CUMPLE
PROCTOR	2.068		
EQUIVALENTE DE ARENA	51	MIN 25%	CUMPLE

Elaborado por: El autor

El material de la cantera URUZCA cumple con las con las especificaciones del MTOP.

5.2.7.2. Cantera Gramanotal

Esta cantera se encuentra ubicada en la Parroquia Cascol del Cantón Paján, a una distancia de 54 Km del centro de gravedad del proyecto.



Tabla 60**Resultados ensayo del material de mejoramiento**

ENSAYOS	RESULTADO OBTENIDO	RESULTADO ADMITIDO SEGÚN NORMA PARA MEJORAMIENTO	OBSERVACIÓN
GRANULOMETRIA		BUENA	CUMPLE
LIMITE LIQUIDO	36.75	MAX 35%	NO CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD	13.9	< 9	NO CUMPLE
CBR	38.2	= > 20%	CUMPLE
PROCTOR	1850		

Elaborado por: El autor

Tabla 61**Resultados ensayo del material subbase clase 1**

ENSAYOS	RESULTADO OBTENIDO	RESULTADO ADMITIDO SEGÚN NORMA PARA SUB BASE CLASE 1	OBSERVACIÓN
GRANULOMETRIA		BUENA	CUMPLE
LIMITE LIQUIDO	36.05	MAX 25%	NO CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD	10.46	< 6	NO CUMPLE
CBR		= > 30%	
ABRASIÓN	56%	MAX 50%	NO CUMPLE
SULFATO DE SODIO		12%	
GRAVEDAD ESPECÍFICA			
PROCTOR	1998		
EQUIVALENTE DE ARENA		MIN 20%	

Elaborado por: El autor

Tabla 62

Resultados ensayo del material subbase clase 2

ENSAYOS	RESULTADO OBTENIDO	RESULTADO ADMITIDO SEGÚN NORMA PARA BASE CLASE 2	OBSERVACIÓN
GRANULOMETRIA		BUENA	CUMPLE
LIMITE LIQUIDO	38.60	MAX 25%	NO CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD	15.99	< 6	NO CUMPLE
CBR		= > 30%	
ABRASIÓN	56%	MAX 50%	NO CUMPLE
SULFATO DE SODIO		12%	
GRAVEDAD ESPECÍFICA			
PROCTOR	2021		
EQUIVALENTE DE ARENA		MIN 20%	

Elaborado por: El autor

El material de la cantera GRAMALOTAL no cumple con las especificaciones del MTOP, se debería someterse a procesos de mezcla con agregados que contribuyan a la mejora de sus propiedades para cada uno de los materiales que se requiera calificar.

5.2.7.3. Cantera el Sombrero

Esta cantera se encuentra ubicada en las afueras del poblado Paniagua en la Parroquia El Anegado del Cantón Jipijapa, a una distancia de 50 Km del centro de gravedad del proyecto.

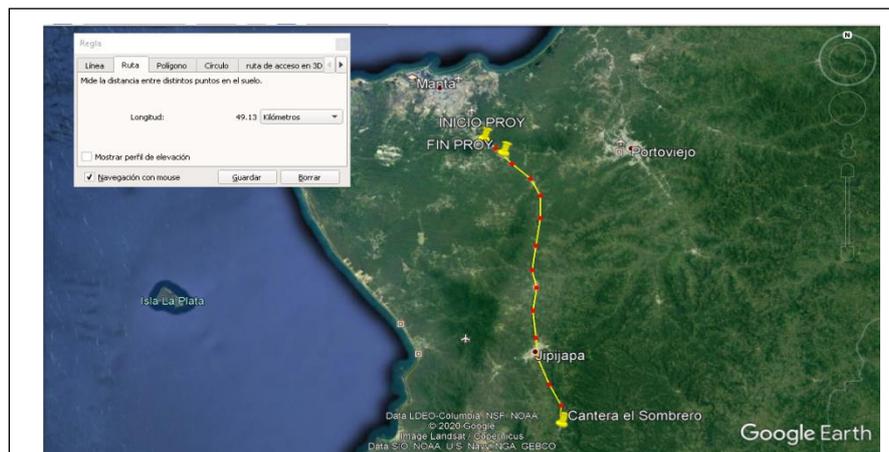


Figura 32. Ubicación de la Cantera el Sombrero con respecto al proyecto.

Elaborado por: El autor a través de Google Earth

Tabla 63**Resultados ensayo del material de mejoramiento**

ENSAYOS	RESULTADO OBTENIDO	RESULTADO ADMITIDO SEGÚN NORMA PARA MEJORAMIENTO	OBSERVACIÓN
GRANULOMETRIA		BUENA	CUMPLE
LIMITE LIQUIDO	38.2	MAX 35%	NO CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD	16	< 9	NO CUMPLE
CBR	31.5	= > 20%	CUMPLE
PROCTOR	1778		

Elaborado por: El autor

El material de la cantera EL SOMBRERO no cumple con las especificaciones del MTOP, se debería someterse a procesos de mezcla con agregados que contribuyan a la mejora de sus propiedades para cada uno de los materiales que se requiera calificar.

De los ensayos realizados a las tres canteras se presenta un resumen en la siguiente tabla de los materiales que se pueden extraer de dichas canteras o a su vez como se puede utilizar estos materiales.

Tabla 64**Materiales que se pueden extraer de las Canteras**

Cantera	Observaciones	Materiales	Recomendaciones
Uruzca	Cumple	Mejoramiento, Subbase clase 3 y Base clase 1	
Gramanotal	No Cumple	Mejoramiento, Subbase clase 1 y 2	Se debe realizar procesos complementarios de adición y mezcla de materiales que contribuyan a mejorar y calificar los materiales para las necesidades del proyecto.
Sombrero	No Cumple	Mejoramiento	

Elaborado por: El autor

La Cantera Uruzca cumple con todos los permisos, calidad de los materiales y con los volúmenes que necesita el proyecto; Las Canteras Gramanotal y el Sombrero no tienen materiales que cumplan sin ser sometidos a adiciones y mezclas para su mejoramiento además estas no cumplen con los permisos de regularización de las autoridades pertinentes.

Por lo tanto, la extracción de los materiales de mejoramiento Subbase clase 3 y Base clase 1 se harán de la Cantera Uruzca ya que es la única que cumple con los ensayos que exige el MTOP, la subbase clase 1 y 2 se la obtendrá de la mina Gramanotal tomando en cuenta que para utilizar estos materiales se tendrá que realizar una adición y mezcla con otros agregados pétreos, para que mejore las características de estos, y de esta manera califiquen para ser usados en nuestro proyecto; hay que tomar en cuenta que la distancia hacia el centro de gravedad del proyecto es de 54 Km por lo tanto el valor del transporte será un factor importante en el valor final del proyecto.

ANEXO 10 Ensayos de Laboratorio de las Canteras

5.3. Estructura del Pavimento

El diseño de la estructura del pavimento se lo realizara a través de la Norma AASHTO - 93, la misma que emplea una ecuación a través de la cual se obtiene el número estructural; este es esencial para encontrar los espesores de cada una de las capas que conforman el pavimento desde la subbase, base y la capa asfáltica; esta ecuación además toma en cuenta las cargas que producen los vehículos que circulan por esta vía, la desviación estándar, la confiabilidad y el índice de serviciabilidad, a continuación se presenta la ecuación dada por la AASHTO – 93.

$$Log_{10}W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{Log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * log_{10}Mr - 8.07$$

Ec. 28

Dónde:

- Z_R = Desviación estándar normal para un nivel de confiabilidad R
- MR = Módulo de resiliencia de la subrasante
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado
- S_o = Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento.
- SN = Número estructural
- W_{18} = Número de ejes equivalente o ESAL's.

5.3.1. TPDA de diseño y carga vehicular

El TPDA es el número total de vehículos que circularán en la vía durante todo su periodo de diseño (20 años), este se obtiene con las recomendaciones que da el MOP 2003 en el capítulo 3 de tráfico, en el cual nos da los valores porcentuales correspondientes a cada tipo de vehículo los cuales han sido utilizados para obtener la carga vehicular que es el total de ejes equivalentes (ESALS's); estos valores han sido determinados en el capítulo 3 del presente trabajo de titulación para 10 y 20 años y los resultados los resumimos en la siguiente tabla.

Tabla 65

TPDA y ejes equivalentes de diseño

Años	TPDA Vehículos	Ejes Equivalentes
2029 (10 años)	16677	8791352
2039 (20 años)	23143	20509454

Elaborado por: El autor

5.3.2. Desviación estándar (Zr)

La Desviación Estándar se la obtiene a través del nivel de confiabilidad que se define 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. (GERARDO ENRIQUE ARIAS BRACHO, 2016)

Tabla 66

Niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO

NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS PARA DIFERENTES CARRETERAS		
CLASIFICACIÓN	Nivel de Confiabilidad	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales y 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: Montejo, 2001

Tomando en cuenta que por el TPDA obtenido mayor a 8000 vehículos se la clasifico en RI o RII podemos decir que nuestra vía se clasifica dentro de las Arterias Principales con un nivel de Confiabilidad para la zona Urbana que va entre 80 a 99 para nuestro caso se tomara un valor de 95 para obtener la desviación estándar a través del siguiente cuadro.

Tabla 67

Desviaciones Estándar Normales para varios 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: Huang, 2004

La Desviación estándar para un nivel de confiabilidad del 95% es de -1.645.

5.3.3. Serviciabilidad

Es la condición de un pavimento en el que ofrece al conductor un manejo seguro y confortable en un determinado momento; existe el índice de serviciabilidad inicial y el final que varían entre 0 a 5.

Tabla 68

Índice de serviciabilidad en función de la calidad de la vía

Indice De serviciabilidad (p)	Calificación
0 - 1	Muy mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

Fuente: AASHTO, 1993

5.3.3.1. Nivel de Servicio Inicial (PSI inicial)

Es el valor de servicio de un pavimento recién construido o rehabilitado, los valores usuales son 4.2 para pavimentos flexibles y 4.5 para pavimento rígido. (GUTIÉRREZ, 2014)

Para nuestro proyecto utilizamos el valor de 4.2 como Nivel de Servicio Inicial.

5.3.3.2. Nivel de Servicio Final (PSI final)

Es el valor mínimo del índice de servicio que puede ser aceptado para un pavimento dado los valores usuales están entre 1.5 para vías de muy baja importancia y de 2.5 a 3.0 para vías arterias (GUTIÉRREZ, 2014)

Para nuestro proyecto utilizamos el valor de 2.5 como Nivel de Servicio Final

5.3.3.3. Diferencia entre Nivel de Servicio Inicial y el Nivel de Servicio Final

Es la pérdida de la serviciabilidad de la vía a través de la disminución de la calidad de la capa de rodadura a lo largo del tiempo, para el cálculo de la diferencia de la Diferencia entre el Nivel de Servicio Inicial y el final utilizamos la siguiente fórmula.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Ec. 29

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

5.3.3.4. Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento (So)

El Error estándar (So) a elegir debe ser representativo de las condiciones que existen localmente. Estos valores deben ser ajustados en función de la experiencia.

Tabla 69
Error estándar (So)

Valores de Diseño por el AASHTO 93	
0.30 - 0.40	Pavimentos rígidos
0.40 - 0.50	Pavimentos flexibles

Fuente: Guide For Design Of Pavement Structures AASHTO 1993, Pg. 84

Para nuestro Proyecto utilizamos un valor de 0.49 para pavimentos flexibles.

5.3.3.5. Módulo de resiliencia de la Subrasante

La condición para el Modulo de Resiliencia adoptado es que se debe colocar los espesores de cada capa de mejoramiento de acuerdo a lo indicado en la tabla 49 del numeral 5.2.5.1 del presente estudio, para lograr un CBR de 10 como mínimo; Por lo tanto, el Módulo de resiliencia promedio de la subrasante con la capa de mejoramiento es de 16434 psi.

5.3.3.6. Número estructural

El diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa a analizar. (GUTIÉRREZ, 2014, p. 22), los resultados que nos presenta este software para 10 y 20 años los comparamos con la siguiente ecuación los cuales tienen que ser iguales o un poco mayores pero nunca inferiores.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Ec. 30

Donde:

a = Coeficiente Estructural

D = Espesor en centímetros

m = Coeficiente de Drenaje

5.3.4. Obtención del Numero estructural para las diferentes capas de la estructura del pavimento

Tabla 70

Número Estructural de la Subrasante Para 10 Años

10 AÑOS								
Número Estructural	W18-ESAL	Mr.	Indice de Seviciabilidad		Confiabilidad	Zr	So	CBR
			Inicial	Final				
4.004	8791352.000	16434.41	4.20	2.50	95%	-1.645	0.49	18.326

Elaborado por: El autor

Tabla 71

Número Estructural de la Subrasante Para 20 Años

20 AÑOS								
Número Estructural	W18-ESAL	Mr.	Indice de Seviciabilidad		Confiabilidad	Zr	So	CBR
			Inicial	Final				
4.559	20509.454	16434.41	4.20	2.50	95%	-1.645	0.49	18.326

Elaborado por: El autor

Tabla 72

Número Estructural de la Subbase Para 10 Años

10 AÑOS								
Número Estructural	W18-ESAL	Mr.	Indice de Seviciabilidad		Confiabilidad	Zr	So	CBR
			Inicial	Final				
2.874	8791352.000	39418.25	4.20	2.50	95%	-1.645	0.49	71.900

Elaborado por: El autor

Tabla 73

Número Estructural de la Subbase Para 20 Años

20 AÑOS								
Número Estructural	W18-ESAL	Mr.	Indice de Seviciabilidad		Confiabilidad	Zr	So	CBR
			Inicial	Final				
3.306	20509.454	39418.25	4.20	2.50	95%	-1.645	0.49	71.900

Elaborado por: El autor

Tabla 74**Número Estructural de la Base Para 10 Años**

10 AÑOS								
Número	W18-ESAL	Mr.	Indice de Seviciabilidad		Confiabilidad	Zr	So	CBR
Estructural			Inicial	Final				
2.734	8791352.000	44860.06	4.20	2.50	95%	-1.645	0.49	88.000

Elaborado por: El autor

Tabla 75**Número Estructural de la Base Para 20 Años**

20 AÑOS								
Número	W18-ESAL	Mr.	Indice de Seviciabilidad		Confiabilidad	Zr	So	CBR
Estructural			Inicial	Final				
3.146	20509.454	44860.06	4.20	2.50	95%	-1.645	0.49	88.000

Elaborado por: El autor

Tabla 76**Número Estructural de la Capa de Rodadura Para 10 Años**

10 AÑOS								
Número	W18-ESAL	Mr.	Indice de Seviciabilidad		Confiabilidad	Zr	So	CBR
Estructural			Inicial	Final				
1.070	8791352.000	430000.85	4.20	2.50	95%	-1.645	0.49	3007.790

Elaborado por: El autor

Tabla 77**Número Estructural de la Capa de Rodadura Para 20 Años**

20 AÑOS								
Número	W18-ESAL	Mr.	Indice de Seviciabilidad		Confiabilidad	Zr	So	CBR
Estructural			Inicial	Final				
1.269	20509.454	430000.85	4.20	2.50	95%	-1.645	0.49	3007.790

Elaborado por: El autor

5.3.5. Obtención de los Coeficientes estructurales de la Subbase, Base y la Capa de Rodadura

Tabla 78

Coeficientes estructurales

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm ⁻¹)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	a1	0.170	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a1	0.125	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a1	0.130	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	0.25 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a1	0.15 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.052	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.054	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	a2a	0.115	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a2b	0.070	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a2c	0.080	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.047	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.050	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS , 2013

- Carpeta Asfáltica (a1) = 0.17
- Base (a2) = 0.052 porque nuestro material de Base tiene un CBR de 88%
- Subbase (a3) = 0.050 debido a que el material de la Subbase tiene un CBR de 71.90%

5.3.6. Obtención de los Coeficientes de Drenaje

El valor de este coeficiente depende de dos parámetros: la capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del año. Dicho porcentaje depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje, la AASHTO define cinco capacidades de drenaje. (GUTIÉRREZ, 2014, pág. 20)

Tabla 79

Capacidades de drenaje

Calidad De Drenaje	Tiempo de eliminación del agua en
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Malo	El Agua no Drena

Fuente: Guide For Design Of Pavement Structures AASHTO 1993, Pg. 112

Para el presente proyecto optamos por una calidad de drenaje BUENO y REGULAR con un tiempo de eliminación del agua de 1 día a 1 semana.

Para obtener los coeficientes de drenaje de la Estructura del Pavimento procedemos a dividir la precipitación máxima de la estación Pluviografica M005 – Portoviejo para la sumatoria total de las precipitaciones mensuales de un año.

La Estación Pluviografica M005 – Portoviejo se ubica en las siguientes coordenadas:

NORTE: 9884982.17

ESTE: 559523.22



Figura 33. Estación Pluviográfica M005 - Portoviejo.

Elaborado por: El autor a través de Google Earth

La estación Pluviográfica M005- Portoviejo se ubica a una distancia de unos 20 km desde el punto más cercano de la vía lo cual es un referente muy importante para obtener las precipitaciones mensuales del anuario meteorológico # 53 – 2003.

Tabla 80

Precipitaciones medias mensuales de la estación M-005

Mes	Precipitación en mm
Enero	131.5
Febrero	102.5
Marzo	245.7
Abril	158.3
Mayo	13.3
Junio	0.4
Julio	0.0
Agosto	0.3
Septiembre	0.3
Octubre	10.0
Noviembre	0.0
Diciembre	1.3
Total:	663.6

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología INAMHI, 2013

Con los datos obtenidos de la estación meteorológica procedemos a obtener el porcentaje de saturación, con la siguiente ecuación:

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

Ec. 31

$$m_2 = \frac{245.7}{663.6} * 100 = 37.025\%$$

Con estos resultados decimos que la estructura del pavimento tiene un 37% de saturación con este dato obtenemos el coeficiente de drenaje a través del siguiente cuadro

Tabla 81

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
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

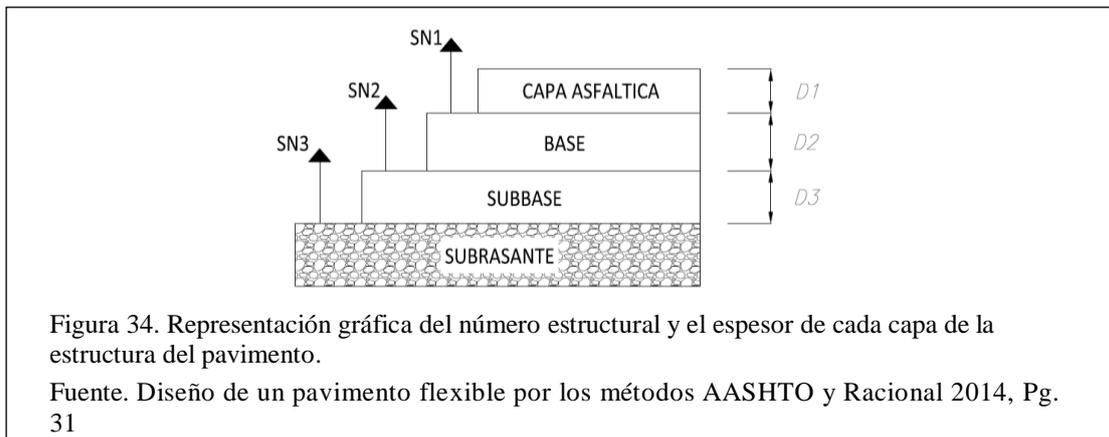
Fuente: Guide For Design Of Pavement Structures AASHTO 1993, Pg. 112

Los coeficientes de la capacidad de drenaje para la base es $m_2 = 1.0$ y para la subbase es $m_3 = 0.8$; Con los datos obtenidos procedemos a encontrar el número estructural del pavimento con la ecuación 30 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).

5.3.7. Determinación de los espesores de la estructura del pavimento

Para determinar los espesores del pavimento flexible el libro de “DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS MÉTODOS AASTHO Y RACIONAL” nos indica las siguientes formulas:



$$D1^x \geq \frac{SN1}{a1} \quad \text{Ec. 32}$$

$$D2^x \geq \frac{SN2 - SN1^x}{a2 * m2} \quad \text{Ec. 33}$$

$$D3^x \geq \frac{SN3 - (SN1^x + SN2^x)}{a3 * m3} \quad \text{Ec. 34}$$

^x Indica el valor realmente usado, el cual debe ser igual o mayor que el requerido según el algoritmo.

$$SN1^x = D1 * a1 \quad \text{Ec. 35}$$

$$SN2^x = D2 * a2 * m2 \quad \text{Ec. 36}$$

$$SN3^x = D3 * a3 * m3$$

Ec. 37

Donde:

a = Coeficiente Estructural

D = Espesor en centímetros

m = Coeficiente de Drenaje

Tabla 82

Datos para la obtención de los espesores de capa

#	10 AÑOS			20 AÑOS		
	NUMERO ESTRUCTURAL (SN)	COEFICIENTE DE CAPA (a)	COEFICIENTE DE DRENAJE	NUMERO ESTRUCTURAL (SN)	COEFICIENTE DE CAPA (a)	COEFICIENTE DE DRENAJE
1	1.070	0.170	1.000	1.269	0.170	1.000
2	2.734	0.052	1.000	3.146	0.052	1.000
3	2.874	0.050	0.800	3.306	0.050	0.800

Elaborado por: El autor

Tabla 83

Espesores de capa y números estructurales

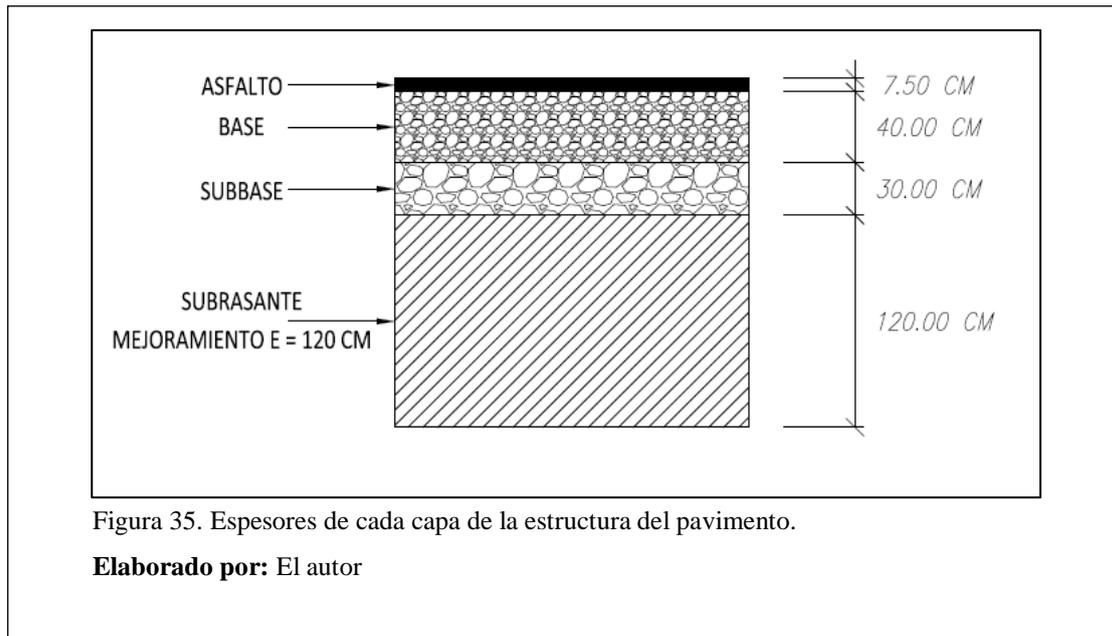
#	10 AÑOS			20 AÑOS		
	D en cm	D adopt en cm	SN*	D en cm	D adopt en cm	SN*
1	6.29	7.50	1.275	7.46	7.50	1.275
2	28.06	35.00	1.820	35.98	40.00	2.080
3	5.52	25.00	1.000	1.23	30.00	1.200
TOTAL:			4.095	TOTAL:		4.555

Elaborado por: El autor

Adoptamos los valores de espesor de capa para 20 años, ya que este dato corresponde al tráfico proyectado tomado en cuenta para este cálculo; adicionalmente con los espesores escogidos podemos verificar que la sumatoria del número estructural de cada capa es semejante al de la subrasante lo cual nos indica que nuestros espesores son los necesarios para que soporte la carga vehicular.

- Carpeta Asfáltica 7.5 cm - 3 pulgadas.
- Base Asfáltica 40 cm – 16 pulgadas.

- Subbase 30 cm – 12 pulgadas.



5.3.8. Determinación de los volúmenes de capa de la estructura del pavimento

Una vez determinado los grosores de la estructura del pavimento, procedemos a sacar el área de la vía para multiplicarla por cada uno de los espesores de capa y así determinar el volumen necesario de material.

Tabla 84
Volúmenes de obra necesarios para cada capa

		UNIDAD
ÁREA DE LA VÍA:	46325.321	m ²
VOLUMEN ASFALTO:	3474.4	m ³
VOLUMEN BASE:	18530.13	m ³
VOLUMEN SUBBASE:	13897.6	m ³
VOLUMEN MEJORAMIENTO:	55590.39	m ³

Elaborado por: El autor

CAPÍTULO VI

6. Diseño Hidráulico

Las obras de drenaje vial son elementos estructurales cuya finalidad es evacuar el agua acumulada por efectos de precipitaciones y de escorrentía. Las estructuras de drenaje vial pueden ser de control y protección. Las estructuras de drenaje vial trabajan directamente sobre la carretera dividiéndose estas en obras de drenaje de arte menor y obras de drenaje de arte mayor. Entendiéndose por obras de drenaje de arte menor el drenaje longitudinal (cunetas, cunetas de coronación, subdrenaje) y al drenaje transversal (alcantarillas). Y por obras de drenaje de arte mayor los puentes en general. (Byron Patricio Rodríguez Merchán, 2013)

6.1 Alcance

En el presente Diseño Hidráulico de las estructuras de drenaje vial se tomará en cuenta el agua producto de la escorrentía sobre la vía y de las cuencas que aportan a la misma; así mismo se realizaran todas las obras que tengan que ver con la prevención de la erosión de los suelos y posible colapso de las estructuras de drenaje tanto a la entrada como a la salida.

6.2 Información Básica

Para el diseño hidrológico como hidráulico se requiere de la información básica como topografía, clima, edafología y toda la que permita entender de mejor manera el proceso del escurrimiento en el sitio de estudio, de manera que los valores de caudales que se obtengan para el dimensionamiento de las estructuras de drenaje sean lo más representativas de la realidad.

6.2.1. Cartografía y Topografía

La información cartográfica y topográfica usada para el proyecto es la existente en el Instituto Geográfico Militar (IGM). Las cartas usadas fueron la NV-A2 Montecristi, NIV-B1 Portoviejo, MIV-A4 Membrillar, MIV-B3 Santa Ana. Adicionalmente, se ha trabajado con la información resultante del levantamiento topográfico, así como la existente en el geoportal del IGM, del Sistema Nacional de Información, así como del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP).

6.2.2. Tipos y uso de suelo de las cuencas de drenaje

De manera general las características físicas de los suelos de la zona de influencia a las vías de rehabilitar son de textura variable, distribución irregular de materia orgánica, son suelos franco arenosos, limosos y/o arcillo limosos, profundos en las zonas altas e inundables en las zonas bajas hacia la costa del pacífico, y corresponde al orden entisoles.

Orden Entisoles.- Este orden de suelos presenta características con poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos, predominando el material mineral primario no consolidado.

En la Provincia de Manabí, existe un total de superficie aproximado de 1.923.000, una gran extensión de terreno que corresponde a 512.000 del total de la Provincia está ocupado por pastos cultivados que sirven para la alimentación del ganado bovino; al bosque natural le corresponde alrededor de 311.000 hectáreas, en el territorio también se encuentra la arboricultura tropical en un área de 163.000 hectáreas, las mismas que existen diferentes especies forestales, además se determina que hay 137.000 hectáreas donde el 50% se halla combinado entre los cultivos de ciclo corto y el otro 50% con pastos cultivados.

La vegetación arbustiva cubre una importante área con 101.500 hectáreas que corresponde del total del uso del suelo de la Provincia, respecto a las áreas ocupadas por los

cultivos del ciclo corto (arroz, maíz, maní, yuca, etc.) es de 79.000 hectáreas, el uso del suelo ocupado por el 50% de frutales y el 50% de pastos cultivados es de 72.500, el 70% de pastos cultivados con el 30% arboricultura tropical cubre 68.000 hectáreas, con el 70% de frutales y el 30% de bosque intervenido se determina un área de 57.500 hectáreas, el 70% de arboricultura tropical combinado con el 30% de pasto cultivado tiene una cobertura de 55000 el 70% de pasto cultivado y con un 30% de bosque intervenido para sembrar cultivos perennes como el café, cacao, cítricos especialmente la naranja y mandarina, tiene un área de 43.000 hectáreas. Se destaca en la Provincia de Manabí el espacio total que ocupan los cuerpos de agua artificiales, con un área total de 2000 hectáreas, destacándose la presa Poza Honda y la Esperanza. (Ministerio de agricultura y Ganadería, 2020)



6.2.3. Hidrografía

Hidrográficamente podemos decir que en nuestro proyecto no cruza ningún curso de agua natural ni artificial.

6.2.4. Información Hidrometeorológica

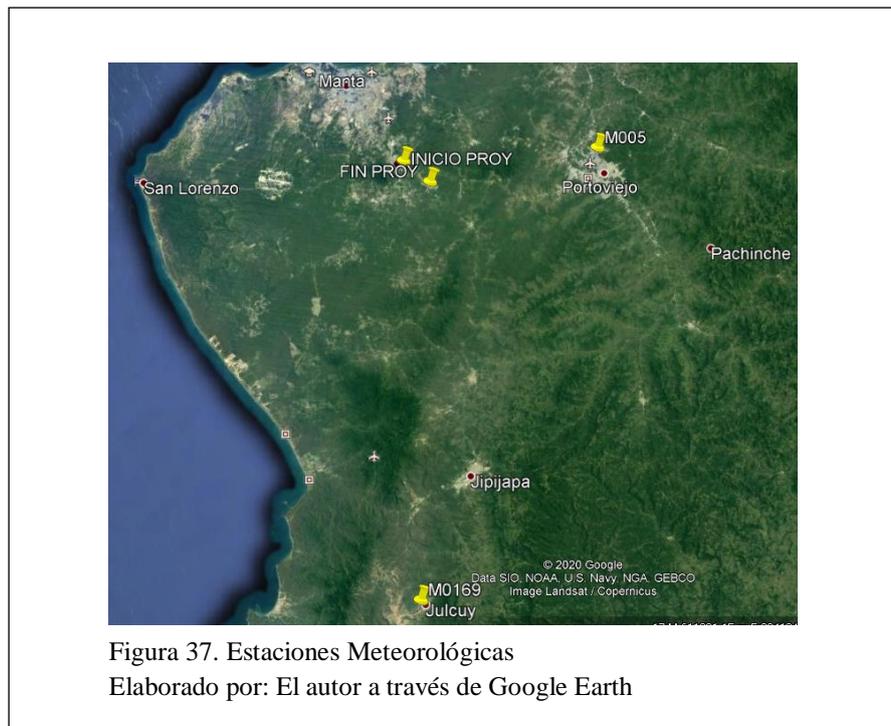
Es de relevante importancia para un estudio hidrológico contar con la información hidrometeorológica, siendo las variables precipitación y escurrimiento superficial las de

mayor jerarquía para el presente estudio por su proximidad se ha considerado inicialmente la información de las siguientes estaciones climatológicas:

Tabla 85
Estaciones meteorológicas utilizadas

Código	Estación	Años	X	Y	Serie de Datos
M005	PORTOVIEJO	48	559523.2238	9884982.173	1964 - 2011
M0169	JULCUY	28	540911.1801	9836411.775	1982 - 2011

Elaborado por: El autor



6.3 Análisis Climatológico

El análisis climatológico en una Subzona Hidrográfica permite realizar un primer acercamiento respecto a las características generales de la misma, ya que las condiciones meteorológicas son elementos que determinan tanto aspectos biofísicos como socioeconómicos y culturales. La dinámica climática se evalúa de una manera observacional por medio del análisis de las denominadas variables climatológicas, dependiendo de los sistemas de medición determinados para cada una de las variables, y de la escala temporal (horaria, diaria, mensual, etc.), estableciendo series de registro de datos que permiten estimar los valores medios y las condiciones extremas de las mismas. La precipitación, la

evaporación, las temperaturas medias, máximas y mínimas, la humedad relativa, el brillo solar y la dirección y velocidad de los vientos son las variables de mayor representatividad, y su análisis y descripción permite generar una apropiada caracterización climática en una Subzona Hidrográfica. (TOLIMA, 2011, pág. 8)

6.3.1. Parámetros Climatológicos

El principal agente causante de los cambios atmosféricos, y, por ende, del clima, es el agua en sus diferentes fases, de ahí que la hidrología esté enlazada troncalmente con la meteorología y la climatología. (GUTIÉRREZ Carlos, 2014).

Para determinar todos los parámetros Climatológicos se escogió la estación M005 PORTOVIEJO ya que es la más cercana al proyecto.

ANEXO 11 Datos mensuales de estaciones meteorológicas seleccionadas.

6.3.1.1. Temperatura del aire

Temperatura señalada en un termómetro expuesto al aire y protegido de la radiación solar directa. Se mide en grados Celsius y décimas de grado. (INAMHI, 2015, pág. 15)

Para el presente proyecto se analizó los datos de la estación M005 PORTOVIEJO, observando que la temperatura es la más baja en los meses de julio y agosto con una temperatura media de 24.8 grados Centígrados y que las temperaturas más altas se presentan en los meses de marzo y abril con un valor entre 26.7 y 26.8 grados Centígrados; a continuación, se presentan los resultados de las Temperaturas medias mensuales.

Tabla 86

Temperaturas medias mensuales (°C)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MED	26.31	26.34	26.75	26.84	26.30	25.31	24.82	24.75	24.88	24.98	25.29	25.96	25.72
MÁX	27.70	27.40	27.60	27.80	27.40	26.90	26.80	26.40	26.60	26.90	27.00	27.40	27.80
MÍN	24.70	25.40	26.00	25.90	24.80	23.50	23.20	22.90	23.40	23.90	24.00	24.50	22.90

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015

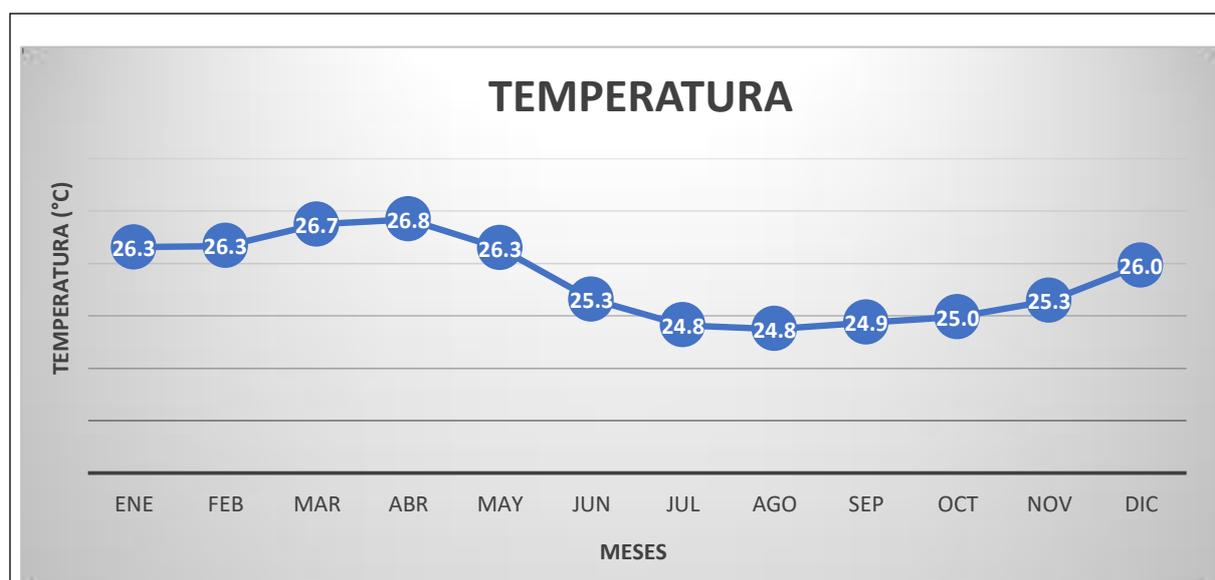


Figura 38. Temperaturas medias mensuales en °C en la estación Portoviejo.

Elaborado por: El autor a través de Google Earth

6.3.1.2. Humedad Relativa

Es un parámetro que determina el grado de saturación de la atmósfera. Está definido por la relación existente entre la tensión de vapor actual y la tensión de vapor saturante a una determinada temperatura, multiplicada por cien. Su unidad de medida es el porcentaje, mientras más alto sea el porcentaje, mayor es el grado de saturación de la atmósfera. (INAMHI, 2015, pág. 18)

Para el presente proyecto se analizó los datos de la estación M005 PORTOVIEJO, observando que el porcentaje de Humedad Relativa más baja se presenta en los meses de noviembre y diciembre con porcentajes de Humedades Relativas entre 75.4 y 75.1 respectivamente y que el porcentaje de Humedad Relativa más alto se presenta en el mes de febrero con un valor de 83.5; a continuación, se presentan los resultados de las Humedades Relativas.

Tabla 87

Humedad Relativa Mensual (%)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MED	78.17	83.50	81.71	79.67	79.21	79.46	78.21	77.35	76.25	76.70	75.38	75.08	78.37
MÁX	87.00	89.00	87.00	86.00	86.00	85.00	83.00	83.00	82.00	83.00	84.00	86.00	89.00
MÍN	72.00	73.00	76.00	69.00	68.00	71.00	69.00	68.00	68.00	70.00	71.00	69.00	68.00

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015

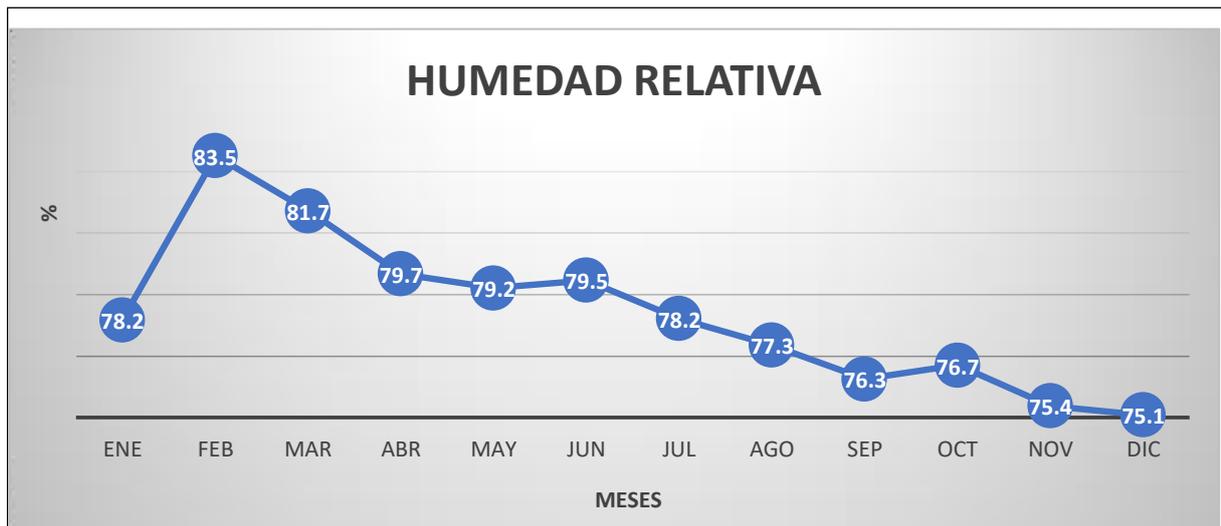


Figura 39. Humedad relativa mensual % en la estación Portoviejo.
Elaborado por: El autor

6.3.1.3. Heliofanía

La Heliofanía es el número de horas o minutos de duración del brillo solar y se la puede medir a través del heliofanógrafo.

Para el presente proyecto se analizó los datos de la estación M005 PORTOVIEJO, observando que la heliofanía más baja se presenta en el mes de abril con un valor medio de 28 horas y que la heliofanía más alta se presenta en los meses de marzo y septiembre con valores medios de 132 y 134 horas respectivamente; a continuación, se presentan los resultados de la heliofanía en el siguiente cuadro.

Tabla 88

Heliofanía (horas)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MED	83	90	132	28	122	99	109	125	134	122	118	110	1394
MÁX	119	119	179	180	155	137	149	192	200	172	166	173	1728
MÍN	30	63	76	104	65	43	66	88	77	68	53	40	1026

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015

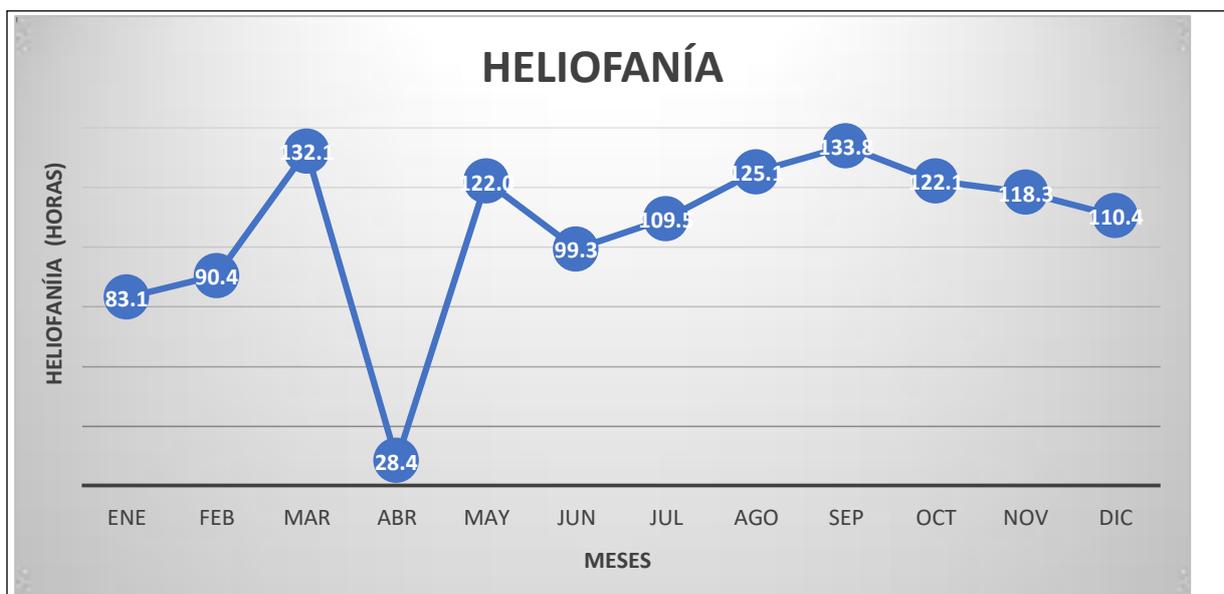


Figura 40. Heliofanía en horas en la estación Portoviejo.

Elaborado por: El autor

6.3.1.4. Velocidad del Viento

La Velocidad del viento es el movimiento del aire con respecto a la superficie terrestre en forma horizontal y la velocidad se la mide en metros por segundo.

Para el presente proyecto se analizó los datos de la estación M005 PORTOVIEJO, observando que la velocidad del viento más baja se presenta en el mes de febrero con un valor medio de 1.8m/s y que la velocidad del viento más alta se presenta en el mes de octubre con un valor medio de 4.3 m/s; a continuación, se presentan los resultados de la velocidad del viento en el siguiente cuadro.

Tabla 89

Velocidad del Viento (m/s)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MED	2.58	1.83	2.54	2.17	2.42	2.83	3.00	3.27	3.56	4.25	3.58	3.26	2.94
MÁX	4.30	3.10	13.40	4.40	4.30	4.90	5.10	5.20	5.50	17.00	5.30	5.20	17.00
MÍN	0.70	1.00	0.80	1.20	1.20	1.50	1.90	1.80	2.10	2.50	1.90	1.60	0.70

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015



Figura 41. Velocidad del Viento.

Elaborado por: El autor

6.3.1.5. Evaporación (E)

La Evaporación es la emisión de vapor de agua a la atmosfera por efecto de la temperatura, esta se la expresa en milímetros lineales.

Para el presente proyecto se analizó los datos de la estación M005 PORTOVIEJO, observando que la evaporación más baja se presenta en el mes de febrero con un valor medio de 94.1 milímetros lineales y que la evaporación más alta se presenta en el mes de octubre con un valor medio de 143.3 milímetros lineales; a continuación, se presentan los resultados de la evaporación en el siguiente cuadro.

Tabla 90

Evaporación (E)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MED	115.31	94.12	126.03	131.34	123.16	112.72	122.68	134.37	142.33	143.34	138.41	137.97	1460.60
MÁX	156.20	119.90	161.70	180.00	166.50	157.00	154.50	173.10	185.40	174.70	168.40	190.40	1872.80
MÍN	61.00	59.10	97.40	100.90	94.10	81.30	86.20	107.60	88.20	93.50	83.40	84.90	934.40

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015

6.3.1.6. Evapotranspiración Potencial (ETP)

Es la cantidad de agua que si estuviera disponible sería evapotranspirada desde una superficie dada. Se estima en mm. (GUTIÉRREZ Carlos, 2014).

Para calcular la evapotranspiración se utilizó la ecuación de J. García Benavides y J. López Díaz, que es una fórmula utilizada para los aspectos geográficas de nuestro país (trópicos entre 15° N y 15° S) (VEN TE CHOW .. H., 1994)

$$ETP = [1,21 \times 10^{\frac{7,45t}{234,7+t}} (1 - 0,01HR) + 0,21t - 2,30] \times D \quad \text{Ec. 10}$$

Dónde:

D = número de días del mes

T = temperatura media mensual, en °C

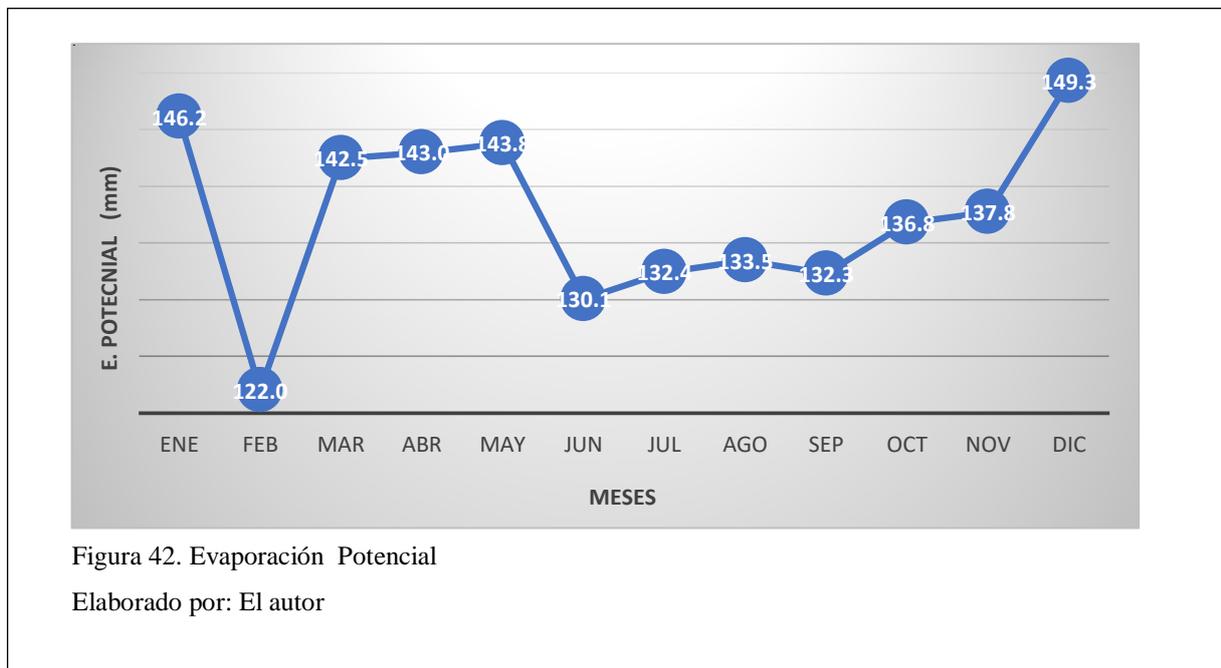
HR = humedad relativa media mensual, en %

Tabla 91
Evapotranspiración Potencial (ETP)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA	TOTAL (mm)
HUMEDAD RELATIVA (%)	78.17	83.50	81.71	79.67	79.21	79.46	78.21	77.35	76.25	76.70	75.38	75.08	78.39	
TEMPERATURA MEDIA (°C)	26.31	26.34	26.75	26.84	26.30	25.31	24.82	24.75	24.88	24.98	25.29	25.96	25.71	
NUMERO DE DIAS	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.42	
ETP J.GARCIA - J. LOPEZ	146.16	122.02	142.49	143.03	143.80	130.08	132.45	133.49	132.33	136.83	137.76	149.32	137.48	1649.76

Elaborado por: El autor

El valor total anual de la Evapotranspiración Potencial (ETP) es de 1649.76 mm



6.3.1.7. Precipitación

Se denomina como precipitación a la caída de lluvia, llovizna, nieve, hielo granulado, granizo, etc. Desde la atmosfera hacia la superficie; La precipitación se la mide en milímetros.

Un milímetro de precipitación es la altura que se tiene cuando un litro de agua cae sobre la superficie de un metro cuadrado.

Para el presente proyecto se analizó los datos de la estación M005 PORTOVIEJO, observando que la Precipitación más baja se presenta en el mes de agosto con un valor medio de 2.7 milímetros y que la Precipitación más alta se presenta en el mes de febrero con un valor medio de 133 milímetros; a continuación, se presentan los resultados de la precipitación en el siguiente cuadro.

Tabla 92

Precipitación media mensual (mm)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MED	93.00	132.99	131.96	73.42	31.86	17.19	7.34	2.73	3.73	2.96	6.59	23.84	527.61
MÁX	298.90	357.60	460.20	269.00	271.50	338.90	231.60	231.60	68.50	55.10	157.40	292.10	1789.20
MÍN	0.00	7.30	20.30	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.10

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015



Figura 43. Precipitación Mensual

Elaborado por: El autor

La precipitación media anual nos da un valor de 527.61 mm lo que nos indica que nuestro proyecto se encuentra en una zona con poca presencia de precipitaciones lo cual nos favorece en la construcción de la ampliación

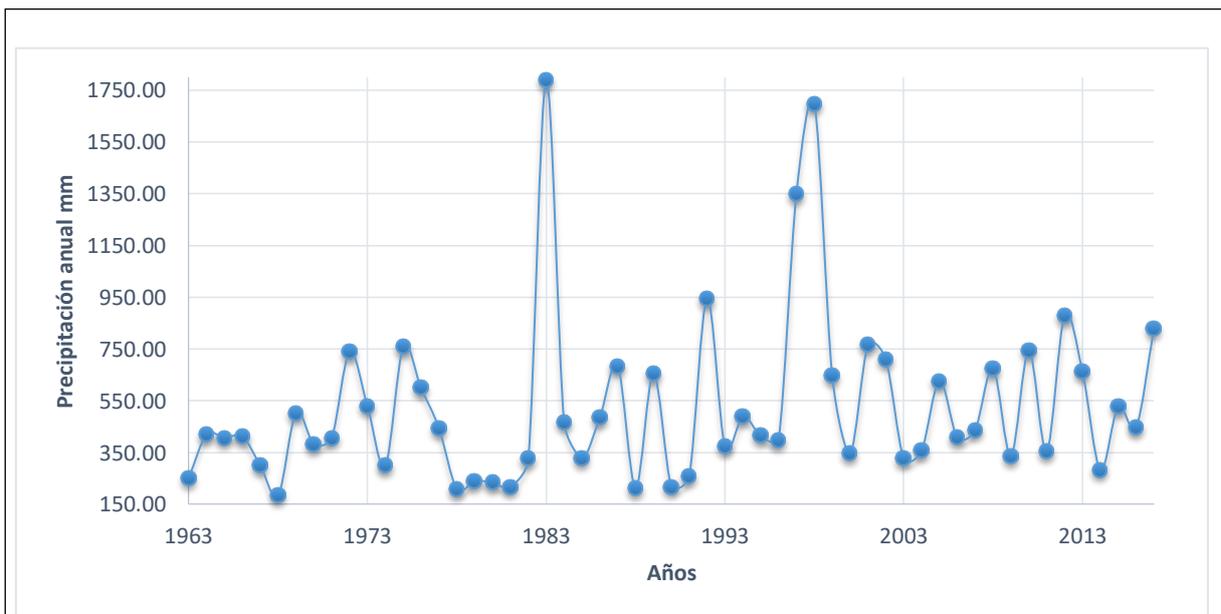


Figura 44. Precipitación Anual.

Elaborado por: El autor

Para el presente proyecto se analizó los datos de la estación M005 PORTOVIEJO, observando que la Precipitación anual más baja se presenta en el año 1968 con un valor de 184.10 milímetros y que la Precipitación más alta se presenta en el año 1983 con un valor de 1789.20 milímetros; a continuación, se presentan los resultados de la precipitación anual en el siguiente cuadro desde el año 1963 hasta el año 2017.

Tabla 93

Precipitación anual (mm)

1963	250.8	1974	299.1	1985	327.8	1996	399.5	2007	438.6
1964	420	1975	757.8	1986	485.7	1997	1350.9	2008	675.9
1965	405.9	1976	599.4	1987	685.4	1998	1699	2009	337.5
1966	413.1	1977	444.2	1988	213.9	1999	647.4	2010	745.9
1967	301.2	1978	210	1989	655.9	2000	347.4	2011	355.2
1968	184.1	1979	240.8	1990	217.4	2001	766.2	2012	878.9
1969	503.1	1980	234	1991	258.9	2002	710.4	2013	663.6
1970	382.5	1981	217	1992	945.4	2003	327.6	2014	284.1
1971	406.9	1982	326.3	1993	373.5	2004	357.8	2015	528.3
1972	739.5	1983	1789.2	1994	490.5	2005	627.7	2016	448.1
1973	529.8	1984	468.5	1995	414.2	2006	408.5	2017	828.2
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL							527.61		

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015

6.3.2. Balance Hidrológico

El conocimiento de la distribución, movimiento, cantidad, permanencia, variación y transporte del agua en los distintos lugares donde pueden concentrarse, sirve para el conocimiento de su balance, ya que éste debe estar basado en el proceso global que gobierna el ciclo hidrológico. (GUTIÉRREZ Carlos, 2014)

Para realizar el cálculo del balance hidrológico se debe tomar en cuenta dos elementos climáticos antes mencionados que son la precipitación y la evapotranspiración.

La precipitación, que constituye la fase de transferencia del agua de la atmósfera al suelo, abasteciendo de humedad al mismo; y, la otra fase opuesta que constituye el proceso conocido como evapotranspiración, que viene a ser el retorno del agua a la atmósfera como resultado de la evaporación y de la transpiración vegetal. (VEN TE CHOW .. H., 1994)

Estas dos magnitudes son similares en su evaluación de cantidad de agua por unidad de superficie, por lo cual ambas utilizan la unidad de milímetro lo que da como resultado dos magnitudes físicamente homogéneas, se las puede comparar calculando, su diferencia es decir precipitación menos evaporación potencial.

Al comparar las precipitaciones P y la evapotranspiración potencial ETP , lo cual permite distinguir situaciones diferentes en función de umbrales que son directamente significativos para un lugar o un período dado por ejemplo Si $P < Etp$, la evaporación real será igual a P ; habrá deducción sobre las reservas, ausencia de escurrimiento; mientras que Si $P > ETP$, la evaporación real será igual al Etp , habrá escurrimiento y constitución de reservas. (VEN TE CHOW .. H., 1994)

En el siguiente cuadro se presenta la diferencia entre la precipitación y la evaporación potencial lo que nos indica que es una zona seca debido a que solo tenemos en el mes de febrero un valor positivo siendo el único mes en que la precipitación tiene un valor más alto que la evaporación, mientras tanto que, en los meses de enero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre tenemos valores negativos lo que nos indica que la evaporación es mayor que la precipitación, siendo el mes de octubre el más seco de todo el año con un valor de -133.9 mm.

Tabla 94
Balance Hídrico (mm)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
PRECI (mm)	93.00	132.99	131.96	73.42	31.86	17.19	7.34	2.73	3.73	2.96	6.59	23.84	43.97
ETP (mm)	146.16	122.02	142.49	143.03	143.80	130.08	132.45	133.49	132.33	136.83	137.76	149.32	137.48
B. HÍDRIC (mm)	-53.16	10.96	-10.54	-69.60	-111.94	-112.88	-125.11	-130.76	-128.60	-133.87	-131.17	-125.48	-93.51

Elaborado por: El autor

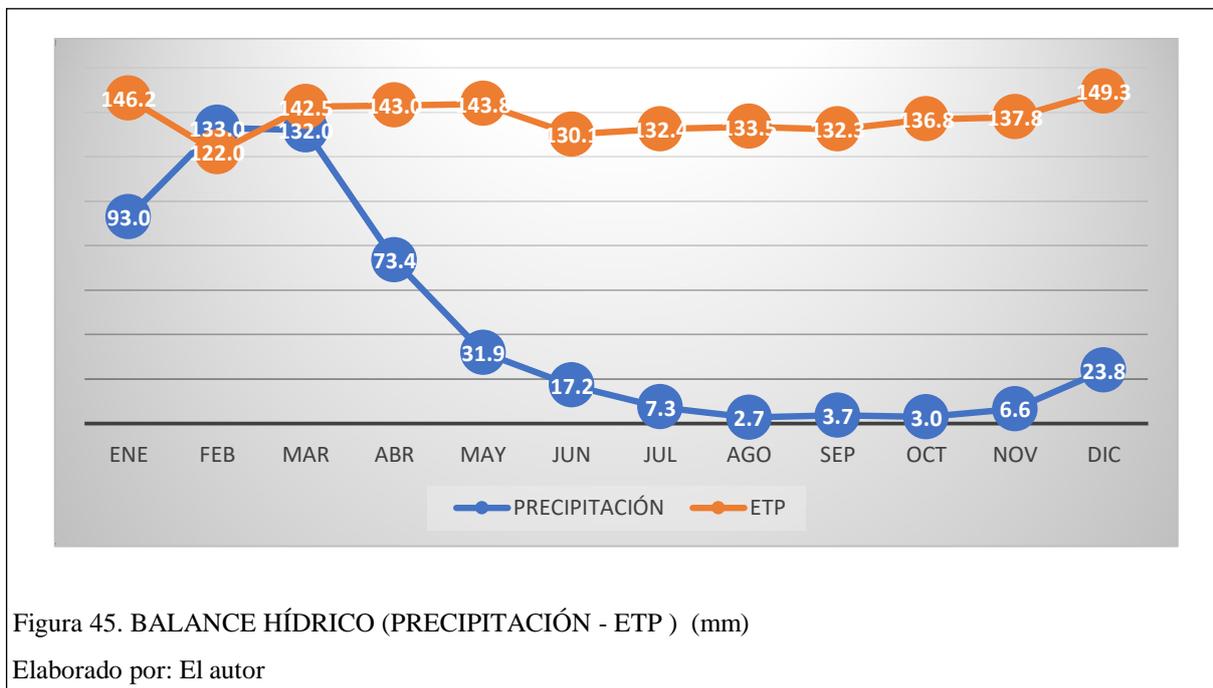


Figura 45. BALANCE HÍDRICO (PRECIPITACIÓN - ETP) (mm)

Elaborado por: El autor

6.4 Inventario de alcantarillas existentes

Del estudio topográfico realizado en la zona se identifican algunas alcantarillas las cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 95

Alcantarillas existentes en la zona del proyecto

ABSCISA	COORDENADAS		ALCANTARILLA DIAMETRO (mm)	ESVIAJE	MATERIAL	L (m)	INVERT	S%	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE							
0 + 041.26	538462,664	9883422,325	1500	0	HA	21,12	125,4	1,89	
0 + 307.53	538531,946	9883167,647	1500	0	HA	28,4	128,13	2,39	Azolvada 50 cm
0 + 762.78	538523,221	9882715,519	1500	0	HA	27,26	157,28	4,44	
1 + 140.82	538805,536	9882457,967	1500	0	HA	22,15	158,9	2,03	
1 + 570.15	539171,987	9882232,952	1500	0	HA	22,5	164,59	3,6	
2 + 211.00	539745,273	9881945,933	1500	0	HA	22,12	152,42	2,26	
2 + 500.15	540005,075	9881815,946	1500	0	HA	23,56	150,63	0,38	
2 + 644.81	540133,589	9881751,334	1500	0	HA	22,19	152,13	2,93	
2 + 975.29	540428,545	9881603,31	1500	0	HA	22,31	156,99	1,39	
3 + 407.50	540816,33	9881409,347	1500	0	HA	22,34	157,78	1,03	
3 + 918.70	541273,531	9881182,614	1500	0	HA	22,41	169,28	0,22	

Elaborado por: El autor

De las alcantarillas encontradas durante el levantamiento topográfico se puede decir que de todas las encontradas solo una se encuentra taponada por falta de mantenimiento; además se tendrá que verificar que el diámetro utilizado en estas alcantarillas sea el suficiente para evacuar toda la escorrentía producida por las precipitaciones; si el diámetro es el necesario se tendrá que prolongar las alcantarillas realizando todos los trabajos complementarios que se necesiten hacer; y si el diámetro no es el suficiente se tendrá que cambiar las alcantarillas tomando en cuenta en el presupuesto el corte de la vía existente para la ubicación de la nueva alcantarilla y todos los trabajos necesarios para la colocación.

6.5 Cálculo de los parámetros de diseño

6.5.1. Tiempo de Concentración (Tc)

Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al tiempo que tarda una partícula de agua caída en el punto de la cuenca más alejado (según el recorrido de drenaje) del desagüe en llegar a una sección determinada de dicha corriente, se mide en minutos u horas. (GUTIÉRREZ Carlos, 2014)

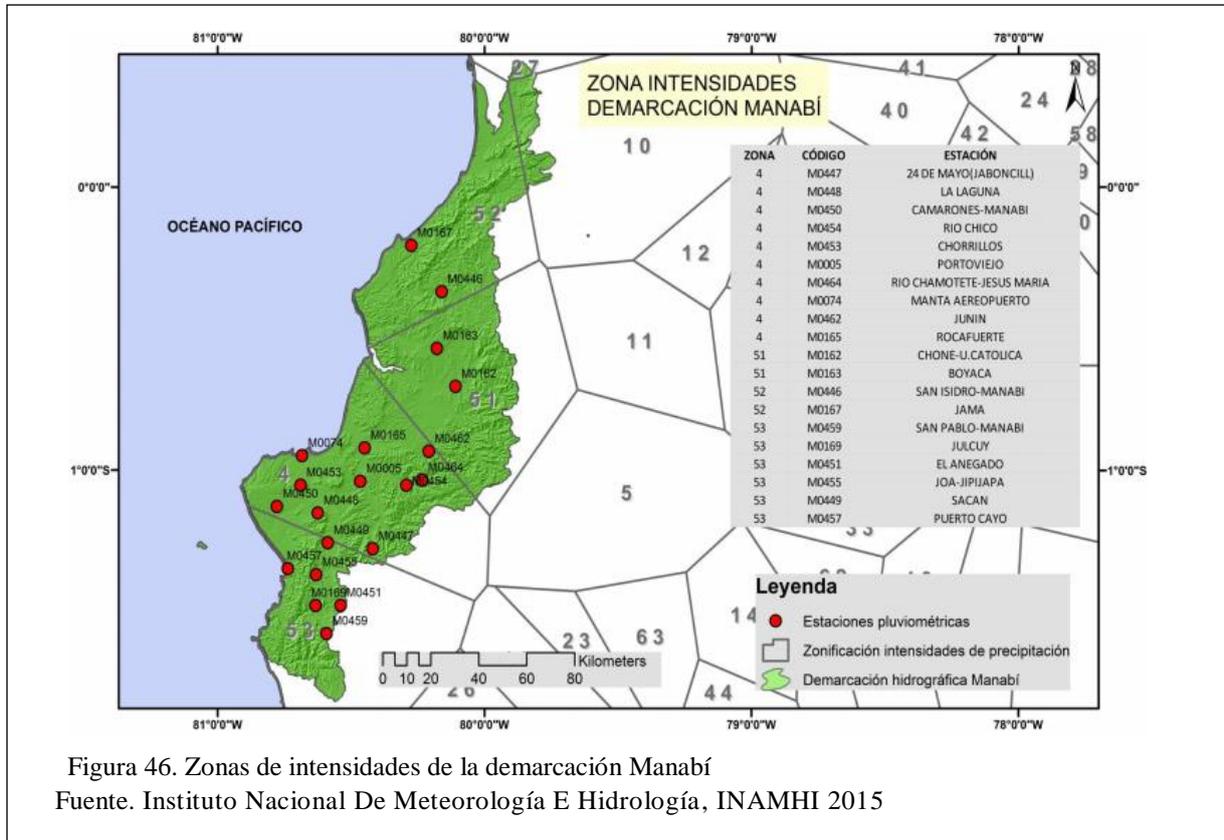
Para proyectos de drenaje pluvial que por lo general involucra pequeñas áreas aportantes, se recomiendan duraciones entre 10 y 20 minutos, por lo que se adopta en el presente caso un valor promedio de 15 minutos.

$$\mathbf{TC = 15 \text{ minutos}}$$

6.5.2. Obtención de las intensidades de lluvia (curvas I – D – F)

La precipitación varía con el tiempo para una misma tormenta, y la duración (tiempo total durante el cual cae la lluvia) varía de una tormenta a otra. Debido a esto el análisis de la lluvia puntual debe incluir tanto en la altura de precipitación como duración y las frecuencias o periodos de retorno apropiados para la obra y el sitio. (GUTIÉRREZ Carlos, 2014)

En el presente proyecto las curvas I –D –F se han elaborado en base a la precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 25 y 50 años de la estación M005 PORTOVIEJO, cuya información es altamente confiable y representativa de la zona de proyecto dada su cercanía a la vía.



Las intensidades máximas para 24 horas para los periodos de retorno de 25 y 50 años se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 96

Intensidades Máximas en 24 horas para los períodos de retorno seleccionados

Tr	Idtr
años	mm/h
25	4.84
50	5.62

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015

El presente proyecto se encuentra en la Zona 4 de Intensidades demarcación Manabí, por lo cual utilizamos la siguiente ecuación:

Tabla 97

Zonificación de Intensidades

Código	Estación	Duración	Ecuación
M - 0005	PORTOVIEJO - UTM	5min < 79.03 min	$ITR = 88.905 * Idtr * Tc^{-0.465}$
		79.03min < 1440 min	$ITR = 461.74 * Idtr * Tc^{-0.842}$

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, INAMHI 2015

Dónde:

ITR intensidad de precipitación (mm/hora)

Tc tiempo de concentración (minutos)

Idtr intensidades máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno (mm/hora).

Con la ecuación que tenemos en la tabla 89 procedemos a calcular las intensidades máximas de precipitación para los períodos de retorno de 25 y 50 años, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 98

Intensidad, Duración y Frecuencia

Tr (Años)	Intensidad En (Mm/Hora)									
	Duración En Minutos									
	5	10	15	20	30	60	120	360	720	1440
25	203.59	147.49	122.15	106.85	88.49	64.11	39.68	15.73	8.78	4.90
50	236.40	171.26	141.83	124.07	102.75	74.44	46.07	18.27	10.19	5.69

Elaborado por: El autor

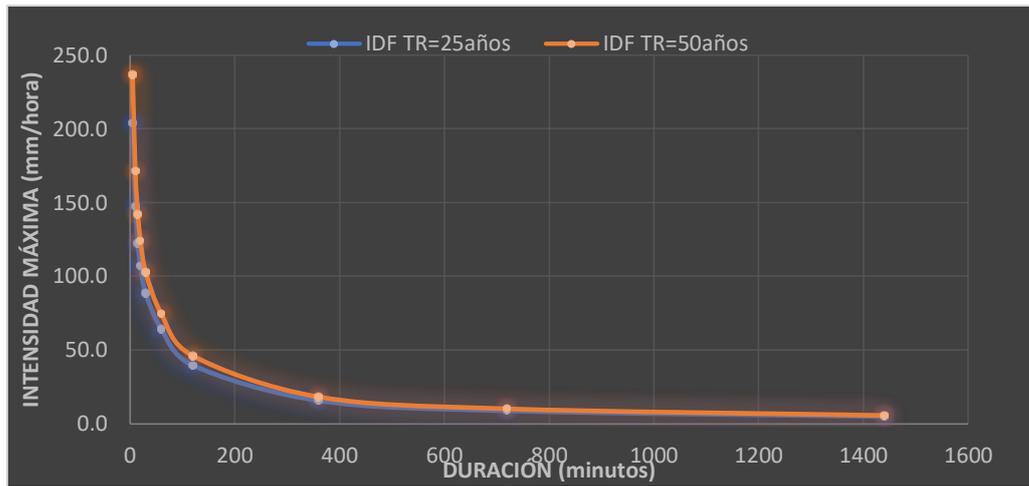


Figura 47. CURVAS IDF ESTACIÓN M005 - PORTOVIEJO
Elaborado por: El autor

6.5.3. Período de Retorno

El tiempo promedio, en años en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada T años, se le denomina Período de Retorno T. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años. (VEN TE CHOW H. A., 1994)

El período de retorno de un evento hidrológico se calcula como la inversa de la probabilidad de excedencia anual y representa el intervalo de tiempo promedio (en sentido probabilístico) dentro del cual ese evento puede ser igualado o excedido. (EMAAP, 2009, p. 69)

Para el presente proyecto se calculará la intensidad considerando que el riesgo admisible sea para un período de retorno de 25 años.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Ec. 39

Dónde:

R Riesgo de ocurrencia de fallo de la obra

T Periodo de diseño (años)

n vida útil de la estructura a diseñarse

T = 25 años

n = 25 años

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{25}\right)^{25}$$

$$R = 0.6396$$

$$R = 63.96 \%$$

6.6 Estudio de cuencas hidrográficas

Para el presente estudio se procede a determinar el caudal máximo que escurrirá por el método racional debido a que la cuenca que drena cruzando la vía proyectada no supera las 500 hectáreas.

6.6.1. Método Racional

Permite determinar el caudal máximo que escurrirá por una determinada sección, bajo el supuesto que éste acontecerá para una lluvia de intensidad máxima constante y uniforme en la cuenca correspondiente a una duración D igual al tiempo de concentración de la sección. (GUTIÉRREZ Carlos, 2014).

$$Q. \text{ Máx.} = 0.00028 \text{ CIA}$$

Ec. 40

Dónde:

Q_{max} = Caudal máximo en lt/s.

C = Coeficiente de escorrentía.

I = intensidad de lluvia de diseño de igual duración al tiempo de
Concentración y de frecuencia igual a la adoptada en mm/h.

A= área de la cuenca en m^2 .

6.6.2. Obtención del Coeficiente de Escorrentía C

La escorrentía es el agua excedente de las precipitaciones, que se mueve sobre el suelo o a través del mismo y llega a los causes superficiales, saliendo por ellos fuera de la cuenca vertiente. Las escorrentías representan una proporción de agua relativamente pequeña, en relación a las precipitaciones que recibe la cuenca.

- Coeficiente de escurrimiento de calzada: 0.70
- Coeficiente de escurrimiento de cuneta: 0.70
- Coeficiente de escurrimiento de cuenca: 0.05
- Coeficiente de escurrimiento de talud: 0.30

Tabla 99**Coefficiente de Escorrentía**

Tipo de Superficie	Coeficiente de Escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona Comercial	0.70	0.95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0.50	0.70
Zonas residenciales unifamiliares	0.30	0.50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0.40	0.60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0.60	0.75
Zonas residenciales semiurbanas	0.25	0.40
Zonas industriales espaciadas	0.50	0.80
Zonas industriales densas	0.60	0.90
Parques	0.10	0.25
Zonas deportivas	0.20	0.35
Estaciones e infraestructuras varias del ferrocarril	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30
Calles asfaltadas	0.70	0.95
Calles hormigonadas	0.70	0.95
Calles adoquinadas	0.70	0.85
Aparcamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0.05	0.10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0.10	0.15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0.15	0.20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0.13	0.17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0.18	0.22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0.25	0.35

Fuente: Andrés Martínez de Azagra Paredes, 2006

6.6.3. Determinación de Caudales

Se determinará el Caudal máximo de la cuenca, para el dimensionamiento de las obras de drenaje a través del método Racional ya que la cuenca que aporta al cauce de la quebrada s/n que cruza la vía en la abscisa 0 + 362.46 es menor a las 500 hectáreas, se utilizó los siguientes datos:

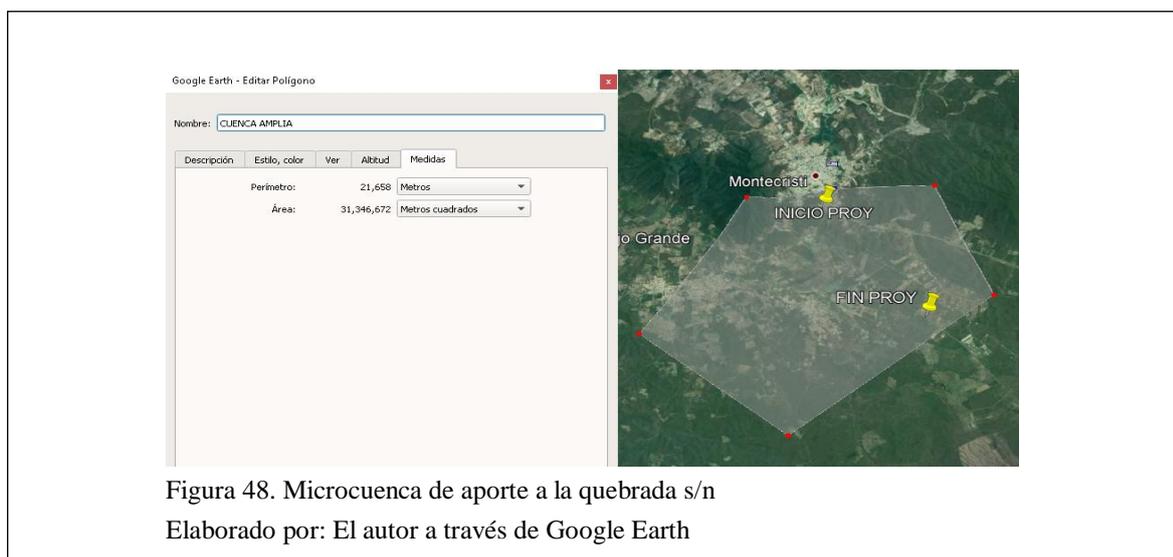
- Tiempo de Concentración TC = 15 minutos
- Coeficiente de escurrimiento de calzada: 0.70
- Coeficiente de escurrimiento de cuneta: 0.70
- TR = 25 años
- ITR = 147.49 mm/h
- Área de la Cuenca = 31346.672 m²

Con los datos que tenemos de la cuenca utilizamos la fórmula del método racional para determinar el caudal máximo de la cuenca.

$$Q. \text{ Máx.} = 0.00028 * 0.05 * 122.15 * 31346.672$$

$$Q. \text{ Máx.} = 53.61 \text{ l/s}$$

$$Q. \text{ Máx.} = 0.054 \text{ m}^3/\text{s}$$



El caudal máximo causado por la esorrentía en la vía y en las cunetas será utilizado para el dimensionamiento de las alcantarillas, para lo cual utilizamos los coeficientes de esorrentía previamente obtenidos.

- Tiempo de Concentración TC = 10 minutos para obras de drenaje.
- Coeficiente de escurrimiento de vía: 0.70
- TR = 25 años
- ITR = 147.49 mm/h

6.7 Evaluación del sistema de drenaje existente

El propósito de esta evaluación es determinar la capacidad de descarga de la alcantarilla para poder verificar si con la ampliación de la vía nos sirve o no este sistema de drenaje.

Según información de moradores del sector no se han presentado problemas en cuanto a los caudales drenados a través de la vía, ni por el agua que escurre de la cuenca hacia el cauce; por lo tanto, podemos decir que el sistema de drenaje adoptado en esta vía es el idóneo.

6.7.1. Áreas de escurrimiento de los taludes

Con las secciones calculadas en el diseño vial se procedió a realizar un resumen de los taludes con sus respectivas alturas los resultados de este resumen se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 100**Taludes que se encuentran en la vía**

	Abscisa	Cota Inferior	Cota Superior	h Talud	Talud 1	Talud 2
	0+520.000	148	157	9	5	4
	0+540.000	150	160	10	5	5
	0+560.000	151	162	11	5	6
	0+570.000	151	162	11	5	6
	0+580.000	152	162	10	5	5
	0+590.000	153	163	10	5	5
	0+600.000	154	164	10	5	5
	0+610.000	154	164	10	5	5
	0+620.000	154	164	10	5	5
	0+630.000	155	164	9	5	4
	0+640.000	155	164	9	5	4
	0+650.000	155	164	9	5	4
	0+660.000	156	162	6	5	1
	0+670.000	156	161	5	5	0
	0+680.000	156	161	5	5	0
	0+690.000	158	160	2	2	0
L TOTAL:	170 metros	Altura Promedio		8.5	4.8	3.7

Elaborado por: El autor

Tabla 101

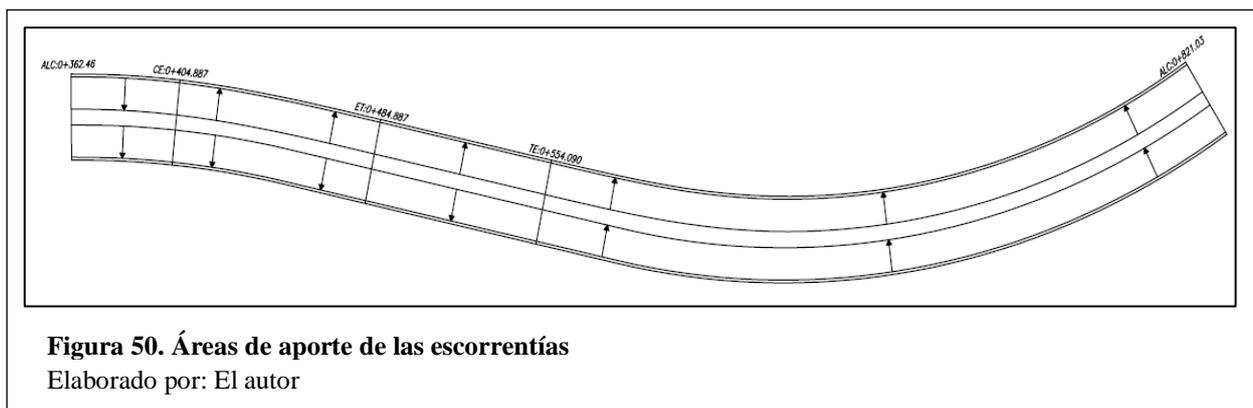
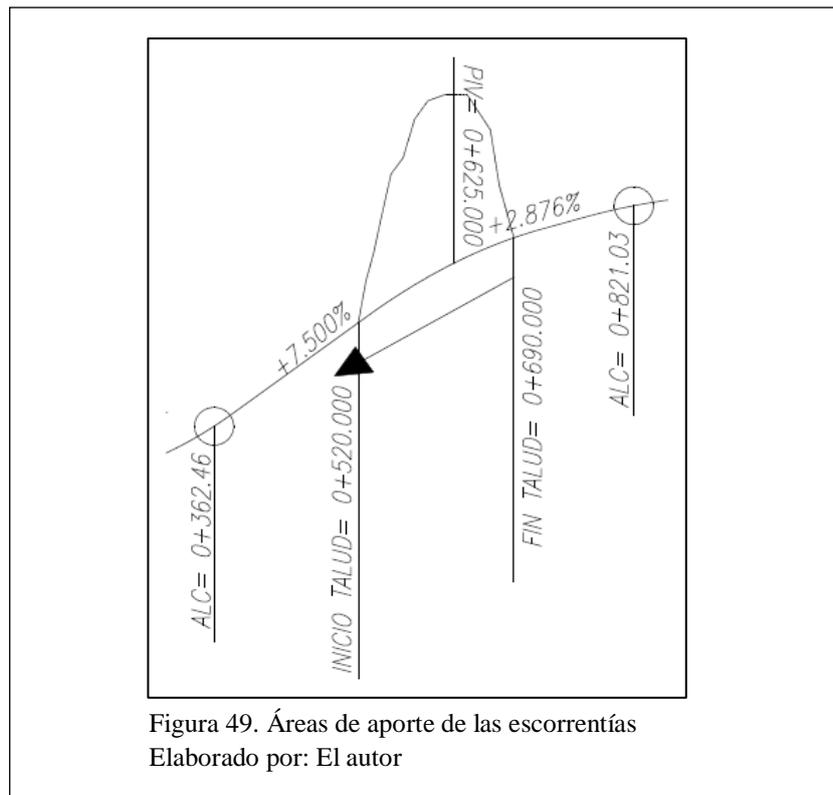
Taludes que se encuentran en la vía

	Abscisa	Cota Inferior	Cota Superior	h Talud	Talud 1	Talud 2
	1+370.000	167	169	2	2	0
	1+380.000	167	170	3	3	0
	1+390.000	167	171	4	4	0
	1+400.000	167	171	4	4	0
	1+410.000	168	171	3	3	0
	1+420.000	168	172	4	4	0
	1+430.000	168	171	3	3	0
	1+440.000	168	172	4	4	0
	1+450.000	168	173	5	5	0
	1+460.000	168	172	4	4	0
	1+470.000	168	172	4	4	0
	1+480.000	168	171	3	3	0
	1+490.000	168	170	2	2	0
	1+500.000	168	170	2	2	0
L TOTAL:	130 metros	Altura Promedio		3.4	3.4	0.0
	Abscisa	Cota Inferior	Cota Superior	h Talud	Talud 1	Talud 2
	1+740.000	167	169	2	2	0
	1+760.000	167	170	3	3	0
	1+780.000	167	170	3	3	0
	1+800.000	167	170	3	3	0
	1+820.000	167	170	3	3	0
	1+840.000	166	170	4	4	0
	1+860.000	166	169	3	3	0
	1+880.000	165	167	2	2	0
	1+900.000	165	166	1	1	0
L TOTAL:	160 metros	Altura Promedio		2.7	2.7	0.0
	Abscisa	Cota Inferior	Cota Superior	h Talud	Talud 1	Talud 2
	2+760.000	167	169	2	2	0
	2+780.000	167	170	3	3	0
	2+800.000	167	170	3	3	0
	2+820.000	167	170	3	3	0
	2+840.000	167	170	3	3	0
L TOTAL:	80 metros	Altura Promedio		2.8	2.2	0.0
	Abscisa	Cota Inferior	Cota Superior	h Talud	Talud 1	Talud 2
	3+740.000	171	176	5	5	0
	3+760.000	172	177	5	5	0
	3+780.000	173	178	5	5	0
	3+800.000	174	179	5	5	0
	3+820.000	174	178	4	4	0
	3+840.000	173	175	2	2	0
L TOTAL:	100 metros	Altura Promedio		4.3	3.5	0.0

Elaborado por: El autor

Para determinar las dimensiones tanto de las cunetas de la vía, cunetas de berma, cunetas de coronación y de las alcantarillas observamos en el siguiente gráfico las áreas de aportación y determinamos la más crítica, diseñamos para esa sección, ya que es la que nos va a dar las dimensiones más grandes, estas medidas las adoptamos para todo el tramo de la vía.

ANEXO 12 Caudales de aportación para el diseño de los sistemas de drenaje.



6.7.2. Cálculo del Caudal para las Cunetas

La cuneta es una zanja a los costados de la vía diseñada para recolectar el agua de la escorrentía y trasladarla hacia la alcantarilla.

6.7.2.1. Cunetas de la Vía

Para diseñar las cunetas de la vía se procede a tomar en cuenta la sección más crítica de la vía que es la comprendida entre las abscisas 0+295 y la 0+855 debido a que en esta parte se encuentra un talud y además el área de aporte de la vía es más grande que en otras secciones.

Se debe tomar en cuenta que para el diseño de las cunetas se lo hace para un período de retorno (TR) de 25 años y un Tiempo de Concentración (Tc) de 10 minutos.

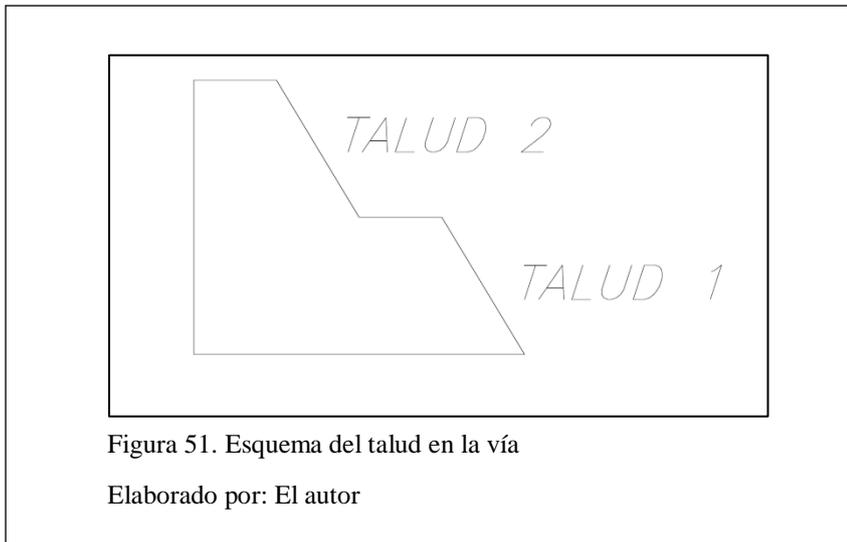


Tabla 102

Caudal para diseño de las cunetas en la vía

Área Talud			C	I	Q	Q
Longitud (m)	Altura (m)	Área Talud (m ²)		mm/h	l/s	m ³ /s
170	8.5	1445.00	0.30	147.49	17.90	0.018
Área Vía			C	I	Q	Q
Longitud (m)	Ancho Vía(m)	Área Vía (m ²)		mm/h	l/s	m ³ /s
266.94	11.3	3016.42	0.70	147.49	111.57	0.112
149.203	5.65	843.00				
Área Total de la Vía (m²)		3859.42				
Caudal Total para diseño de la cuneta de la vía					129.47	0.13

Elaborado por: El autor

Para nuestro diseño utilizaremos una cuneta triangular, nos ayudamos de la ecuación de manning para poder dimensionarla.

$$Q = \frac{1}{n} * (A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}) \quad \text{Ec. 41}$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño en m³/s.

n= Coeficiente de rugosidad de manning

A= Área de la sección en m²

R= Radio hidráulico en m

S = Pendiente en m/m

Para el diseño de la cuneta debemos usar como coeficiente de rugosidad de manning el valor 0.015 para un Hormigón alisado con regla, debemos de diseñar para la menor pendiente la cual está dada por el diseño geométrico vertical de la vía, esta nos dará las dimensiones más altas de nuestro drenaje longitudinal y debemos controlar la velocidad en la cuneta con la pendiente más alta, la cual no debe ser mayor de 5 a 7.5 m/s.

Tabla 103**Coefficientes De Rugosidad De Manning**

Tipos De Cunetas	Coefficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0.020 - 0.025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0.025 - 0.035
En tierra con ligera vegetación	0.035 - 0.045
En tierra con vegetación espesa	0.040 - 0.050
En tierra excavada mecánicamente	0.028 - 0.033
En roca, superficie uniforme y lisa	0.030 - 0.035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0.035 - 0.045
Cunetas y canales revestidos	
Hormigón	0.013 - 0.017
Hormigón revestido en gunita	0.016 - 0.022
Encachado	0.020 - 0.030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0.017 - 0.020
Paredes encachadas, fondo de grava	0.023 - 0.033
Revestimiento bituminoso	0.013 - 0.016

Fuente: Lemos, Drenaje Vial Y Subterráneo, 1999

Datos:

S mayor: 7.5%

S menor: 0.390%

Tabla 104

Diseño de una cuneta triangular con S menor: 0.390%

Datos:		
H	34	cm
Revancha	5	%
Rugo. Mat	0.015	
Pendiente S	0.0039	m/m

1.- Calculo de Altura Efectiva				
Hefect.	32.38	cm	0.324	m
Hrev.	1.62	cm		
2.- Geometría				
m1:	2.3	m2:	0.67	
3.-Área				
A=			0.16	m²
4.- Radio Hidráulico				
R=			0.13	m
5.-Caudal				
Q=	0.166			m³/s
Q=	166			l/s
6.-Chequeo la velocidad				
V=	1.07			m/s
7.-Diseño definitivo				
B=	100.98	cm	1.0098	m
L1=	78.2	cm	0.782	m
L2=	22.78	cm	0.2278	m

Elaborado por: El autor

Tabla 105

Diseño de una cuneta triangular con S mayor: 7.5%

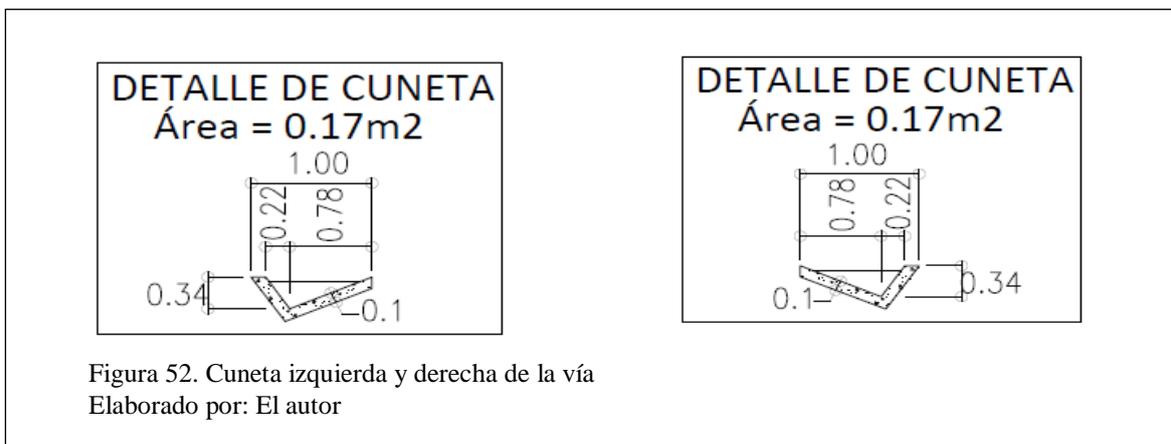
Datos:		
H	34	cm
Revancha	5	%
Rugo. Mat	0.015	
Pendiente S	0.075	m/m

1.- Calculo de Altura Efectiva				
Hefect.	32.38	cm	0.324	m
Hrev.	1.62	cm		
2.- Geometría				
m1:	2.3	m2:	0.67	
3.-Área				
A=			0.16	m²
4.- Radio Hidráulico				
R=			0.13	m
5.-Caudal				
Q=	0.728			m³/s
Q=	728			l/s
6.-Chequeo la velocidad				
V=	4.67			m/s
7.-Diseño definitivo				
B=	100.98	cm	1.0098	m
L1=	78.2	cm	0.782	m
L2=	22.78	cm	0.2278	m

Elaborado por: El autor

Se diseñó con la menor pendiente para determinar las dimensiones de la cuneta y se controló la velocidad con la pendiente mayor, con esta obtuvimos un valor de 4.67 m/s, la cual es menor al rango de 5 a 7.5 m/s, por lo que nuestra cuneta no se erosionara por efectos de la velocidad.

Las dimensiones de la cuneta diseñada para la sección más crítica las adoptamos para los 2 lados de la vía debido a que constructivamente se lo realiza de esta manera.



6.7.2.2. Cuneta de Berma

Para el diseño de la cuneta de Berma en el talud que está entre las abscisas 0+520 y 0+690, se tomará el área del talud y se determinará el caudal, para determinar las dimensiones de la cuneta

Se diseñará un canal revestido debido a que la pendiente es alta y esta erosionaría el material que tiene el talud.

Tabla 106

Caudal para diseño de las cunetas de Berma

Área Talud			C	I	Q	Q
Longitud (m)	Altura (m)	Área Talud (m2)		mm/h	l/s	m3/s
170	3.7	629.00	0.30	147.49	7.79	0.008

Elaborado por: El autor

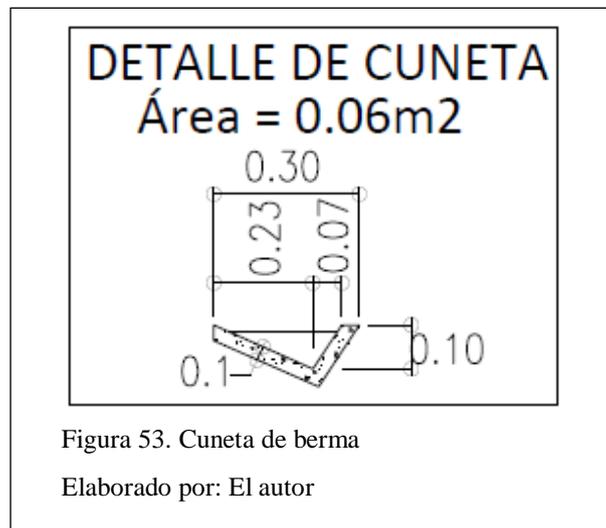
Tabla 107

Diseño de una cuneta triangular de Berma

Datos:		
H	10	cm
Revancha	5	%
Rugo. Mat	0.015	
Pendiente S	0.075	m/m

1.- Calculo de Altura Efectiva				
Hefect.	9.52	cm	0.095	m
Hrev.	0.48	cm		
2.- Geometría				
m1:	2.3	m2:	0.67	
3.-Área				
A=			0.01	m2
4.- Radio Hidráulico				
R=			0.04	m
5.-Caudal				
Q=	0.028			m3/s
Q=	28			l/s
6.-Chequeo la velocidad				
V=	2.07			m/s
7.-Diseño definitivo				
B=	29.7	cm	0.297	m
L1=	23	cm	0.23	m
L2=	6.7	cm	0.067	m

Elaborado por: El autor



6.7.3. Cálculo de Caudales para evaluar el sistema de drenaje transversal existente

Para evaluar el sistema de drenaje existente, determinamos las áreas de aportación al drenaje transversal más crítico una vez encontrado el valor de estas áreas, procedemos a determinar el caudal, este lo comparamos con el caudal que puede transportar la alcantarilla ubicada en esta zona y verificamos si tiene la capacidad de drenar toda la escorrentía, no superando el 80% de la capacidad de la tubería.

Tabla 108

Caudales Totales para diseño de alcantarilla

Área Talud			C	I	Q	Q
Longitud (m)	Altura (m)	Área Talud (m ²)		mm/h	l/s	m ³ /s
170	8.5	1445.00	0.30	147.49	17.90	0.018
Área Vía			C	I	Q	Q
Longitud (m)	Ancho Vía(m)	Área Vía (m ²)		mm/h	l/s	m ³ /s
266.94	11.3	3016.42	0.70	147.49	111.57	0.112
149.203	5.65	843.00				
Área Total de la Vía (m ²)		3859.42				
Área Vía			C	I	Q	Q
Longitud (m)	Ancho Vía(m)	Área Vía (m ²)		mm/h	l/s	m ³ /s
42.427	11.3	479.43	0.70	147.49	38.23	0.038
149.203	5.65	843.00				
Área Total de la Vía (m ²)		1322.42				
Caudal cuenca					53.61	0.054
Caudal Total para diseño de la alcantarilla					371.11	0.37

Elaborado por: El autor

6.7.3.1. Cálculo de la capacidad del drenaje existente

Se determinará la capacidad de la alcantarilla a través de la ecuación de manning, tomando en cuenta que será para una sección no llena al 80% de su capacidad.

$$\phi = 2 \arccos * \left(1 - \frac{2*y}{D} \right) \quad \text{Ec. 42}$$

$$Am = \frac{(\phi - \text{sen } \phi) * D^2}{8} \quad \text{Ec. 43}$$

$$Pm = \frac{\phi * D}{2} \quad \text{Ec. 44}$$

$$R = \frac{Am}{Pm} \quad \text{Ec. 45}$$

$$V = \frac{1}{n} * \left(R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \right) \quad \text{Ec. 46}$$

$$Q = V * Am \quad \text{Ec. 47}$$

Dónde:

D = diámetro en m.

n= Coeficiente de rugosidad de manning

R = Radio Hidráulico en m.

Am = Área mojada en m².

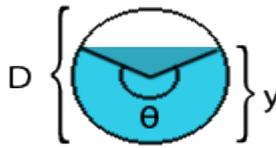
Pm = Perímetro mojado en m.

S = Pendiente en m/m.

V = Velocidad en m/s.

Tabla 109

Capacidad alcantarilla existente



Diámetro (m)	1.5
Tirante agua y (m)	1.2
Pendiente (m/m)	0.03
Rugosidad n manning	0.015

Ángulo	4.43
Área Mojada (m ²)	1.52
Perímetro Mojado P (m)	3.32
Radio Hidráulico (m)	0.46
Velocidad (m/s)	6.84
Caudal Q (l/s)	10372.05
Caudal Q (m ³ /s)	10.37

Elaborado por: El autor

Una vez determinado el caudal de la alcantarilla observamos que el caudal que puede transportar la alcantarilla es mucho mayor que el caudal que existe con la ampliación de la vía por lo tanto ampliamos la longitud de todas las alcantarillas existentes en el tramo de la vía, a continuación, se presenta las alcantarillas con las nuevas longitudes.

Tabla 110

Alcantarillas proyectadas en la zona del proyecto

ABSCISA	COORDENADAS		ALCANTARILLA				INVERT		
	ESTE	NORTE	DIAMETRO (mm)	ESVIAJE	MATERIAL	L (m)	ENTRADA	SALIDA	S%
0 + 041.26	538462,664	9883422,325	1500	0	HA	36	127	125,2	5
0 + 307.53	538531,946	9883167,647	1500	0	HA	45	132,5	131,15	3
0 + 762.78	538523,221	9882715,519	1500	0	HA	45	159,5	157,75	4
1 + 140.82	538805,536	9882457,967	1500	0	HA	40	159,9	158,9	2,5
1 + 570.15	539171,987	9882232,952	1500	0	HA	40	166,2	164,6	4
2 + 211.00	539745,273	9881945,933	1500	0	HA	40	153,5	152,5	2,5
2 + 500.15	540005,075	9881815,946	1500	0	HA	40	151,5	150,7	2
2 + 644.81	540133,589	9881751,334	1500	0	HA	40	152,7	151,5	3
2 + 975.29	540428,545	9881603,31	1500	0	HA	40	157,5	156,9	1,5
3 + 407.50	540816,33	9881409,347	1500	0	HA	40	157,7	157,1	1,5
3 + 918.70	541273,531	9881182,614	1500	0	HA	40	169	168,8	0,5

Elaborado por: El autor

Todas las alcantarillas se mantendrán con la misma dimensión, pero en la mayoría de casos se las profundizará y extenderá de acuerdo a las longitudes expuestas en el cuadro 101 siempre tomando en cuenta que la tubería tiene que salir fuera del terraplén, para evitar que se erosione;

Para profundizar las alcantarillas se tendrá que romper el asfalto de la vía existente, excavar y compactar el suelo, además se tendrá que colocar nuevamente la tubería y reponer la base subbase y la capa de rodadura.

En la entrada y salida de las alcantarillas se dispondrá de un muro de ala el cual encausará el agua de las precipitaciones, además para prevenir la erosión y posible colapso de las estructuras de drenaje tanto a la entrada como a la salida de los muros de ala se ha diseñado enrocados, a continuación, se presenta en el siguiente gráfico el diseño de estas estructuras.

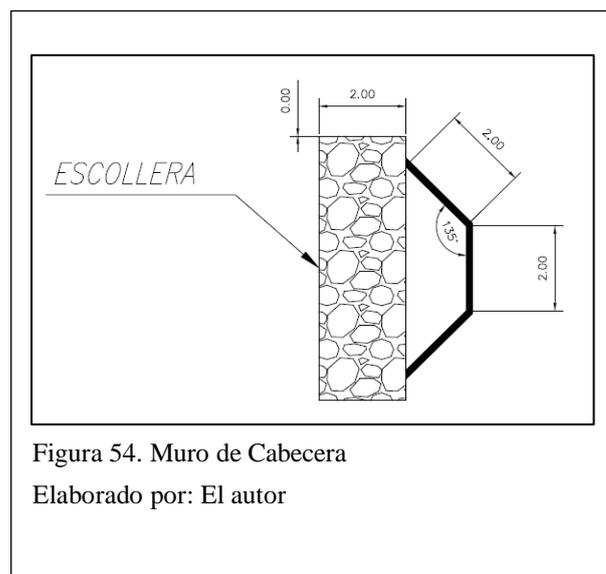


Figura 54. Muro de Cabecera

Elaborado por: El autor

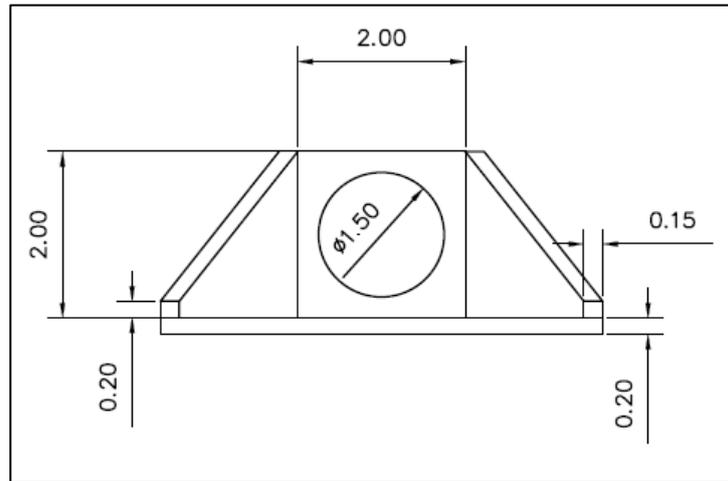


Figura 55. Muro de Cabecera
Elaborado por: El autor

6.7.4. Dimensionamiento del enrocado

El dimensionamiento del tamaño del enrocado se realizará a través de las indicaciones presentadas en el manual de carreteras donde se recomienda la fórmula del Division of Highways, la cual se presenta a continuación:

$$W = \frac{1.1314 \cdot 10^{-2} \cdot \gamma \cdot V^6}{(\gamma - 1)^3 \cdot \text{Sen}^3(\varphi - \vartheta)} \quad \text{Ec. 48}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot W}{\pi \cdot \gamma}} \quad \text{Ec. 49}$$

Dónde:

V = Velocidad media (1.90 m/s estimada para la erosión en grava gruesa según cuadro).

D= Diámetro equivalente del enrocado (m)

W= Peso mínimo (kg)

ϑ= Angulo del enrocado con la horizontal

ϕ = 73 grados para roca de cantera vertida, con canto vivo

e= Espesor del enrocado

γ = Peso específico de la roca (2.8)

Como se puede observar en el cuadro de alcantarillas proyectadas tenemos pendientes de hasta el 4%, por lo que se toma esta para el diseño.

Tabla 111

Dimensionamiento del enrocado

Datos:			Resultado:	
S:	5	%	W:	0.27
g:	2.86	grados	D:	0.45

Elaborado por: El autor

Resumiendo, tenemos que el tamaño de la roca debe ser de alrededor de 45 centímetros. Sin embargo, como se ha trabajado con la máxima pendiente, para efectos constructivos esto nos permite fluctuar ese diámetro por lo que en planos de diseño se especifica un diámetro entre 30 y 50 cm.

6.7.5. Subdrenes

El subdrenaje vial es un sistema de vital importancia para garantizar la durabilidad de las estructuras del pavimento, permite interceptar el agua subterránea evitando que la misma provoque daños irreversibles en las carreteras.

El agua subterránea que capta un subdrén proviene del agua de infiltración, del nivel freático, e incluso de la escorrentía superficial, dando lugar en épocas de lluvia a un caudal considerable.

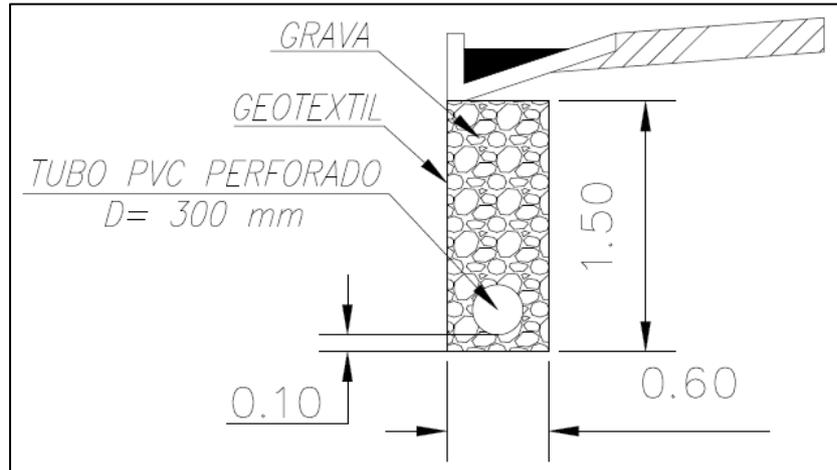


Figura 56. Diseño de los subdrenes

Elaborado por: El autor

ANEXO 13 Planos de Ubicación de las alcantarillas planta y perfil.

6.8 Volúmenes de Obra

Tabla 112

Volúmenes de Obra para disposición de drenajes longitudinales y transversales

Nº	Especificación	U.	Cantidad	Observación
1	Excavación y relleno de obras de arte menor	m ³	1028	drenaje transversal en vía existente y en ampliación
2	Remoción de alcantarillas	m	260	Vía existente
3	Colocación de alcantarillas de hormigón	m	460	Vía existente y ampliación
4	Excavación para cunetas de vía y de berma	m ³	1404.2	Cunetas revestidas de Hormigón
5	Excavación para subdrenes longitudinales	m ³	6560	Ubicadas bajo las cunetas
6	Excavación y relleno de obras de arte menor	m ³	140	Enrocados a la entrada y salida de las alcantarillas
7	Material filtrante para subdrenes longitudinales	m ³	6560	Piedra bola D _m (50 a 100 mm)
8	Geo textil para subdrenes longitudinales	m ²	35260	NT-2000, no tejido de ancho 4.60 m
9	Suministro alcantarillas hormigón, D=1.50 m	m	200	Espesor 100 mm
10	Hormigón estructural, f _c =210 kg/cm ²	m ³	51	Construcción muros de ala
11	Hormigón estructural, f _c =210 kg/cm ²	m ³	1394	En cunetas
12	Hormigón estructural, f _c =140 kg/cm ²	m ³	7.7	En Replanto
13	Acero de refuerzo en barras, f _y =4.200 kg/cm ²	kg	4805.85	En cabezales de entrada y salida de alcantarillas, canales de descarga
14	Escollera de piedra suelta	m ³	52.94	A la salida
15	Acero de refuerzo en barras, f _y =4.200 kg/cm ²	kg	413.3	Armadura muro de alas

Elaborado por: El autor

CAPÍTULO VII

7. Señalización Vial

Esta indica al conductor las limitaciones y las precauciones que deba de tener en la vía que circula, además presenta información necesaria para que el conductor sepa donde se ubican zonas de interés durante el viaje.

Estas señales son dispositivos informativos colocados al lado de la vía que le informan al conductor la forma correcta de circular en la vía, estas señales se presentan a través de símbolos de fácil entendimiento para el usuario.

Estas señales deben ser reflectivas o deben ser correctamente iluminadas, para que el conductor las visualice correctamente.

Estas deben estar ubicadas de una manera correcta para que el conductor las visualice correctamente antes de pasar cualquier obstáculo que se encuentre en la vía.

Además, a estas señales se les debe de dar su respectivo mantenimiento para que no se encuentren despintadas y se dificulte la visión del conductor.

7.1. Normativa utilizada para el Diseño de la Señalización Vial

Para el diseño de la Señalización Vial del presente proyecto se utilizará la siguiente normativa:

- Señalización Horizontal - RTE-INEN-004-2.
- Señalización Vertical - RTE-INEN-004-1.
- Señales de vías requisitos - RTE-INEN-004-3.
- Señalización de tráfico - RTE-INEN-004-1-042.
- Demarcadores reflectivos - RTE-INEN-2-282.
- Reflectividad en Materiales - ASTM D4956.

7.2. Señalización Vertical

Se denomina una señal vertical a toda señal instalada al costado o sobre el camino. Son utilizadas para regular, informar y prevenir al usuario acerca de cualquier eventualidad que pueda ocurrir durante una ruta, así como también, brindar una guía que señalice la vía pública de forma adecuada. (Vial, 2019)

La señalización vertical es representada a través de placas fijadas en postes o estructuras que son instaladas sobre el pavimento o la calzada de una vía. Pueden utilizar símbolos, leyendas, mensajes, etc, las cuales nos proporcionan información pertinente que guiará nuestro camino y nos ayudará a prevenir accidentes. (Vial, 2019)

Las señales de tránsito se clasifican de la siguiente manera:

- Señales preventivas (Código P).
- Señales de informativas (Código I).
- Señales regulatorias (Código R).
- Señales especiales delineadoras (Código D).

Las señales preventivas, informativas, regulatoria y delineadoras deberán estar hechas con material retro reflectante, que cumpla con la norma técnica respectiva, para mostrar la misma forma y color, tanto de día como de noche. El poste de apoyo del tablero como la parte posterior del mismo deben ser galvanizado y de aluminio respectivamente.

7.2.1. Señales Preventivas (Código P)

Estas señales también denominadas señales de advertencia o de peligro tienen como objetivo fundamental advertir o informar al conductor la existencia o la naturaleza de algún obstáculo o cualquier riesgo que se presente en la vía, estas advertencias o señales pueden ser colocadas de una manera permanente o temporal dependiendo la naturaleza del obstáculo.

Estas señales permiten al conductor tomar una decisión adecuada ante cualquier obstáculo para de esta manera precautelar la integridad física tanto del conductor, como de los ocupantes del vehículo, así como la integridad del peatón que circula por el sector.

Para la elección de la dimensión de las señales preventivas se tomará en cuenta la velocidad de diseño de la vía, la cual es de 80km/h.

Tabla 113

Dimensiones de las señales Preventivas

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

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011, P.50

Para el presente proyecto se utilizó las siguientes señales preventivas con una medida de 750mm x 750mm.

Tabla 114

Señales preventivas utilizadas

Señalización		Codificación	Identificación	Dimensiones (mm)	
				Ancho	Alto
		P1-4I	Curva y	750	750
			contracurva		
		P1-4D	abierta	750	750
			izquierda		
		P1-4D	Curva y	750	750
			contracurva		
		D6-2I	abierta	750	900
			derecha		
		D6-2D	Delineador de	750	900
			curva		
		D6-2D	horizontal	750	900
			Delineador de		
		D6-2D	curva	750	900
			horizontal		

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

Los delineadores de curva horizontal se ubican de 0.60m a 1.50m fuera de la curva y el espaciamiento se lo hace en función al radio de la curva.

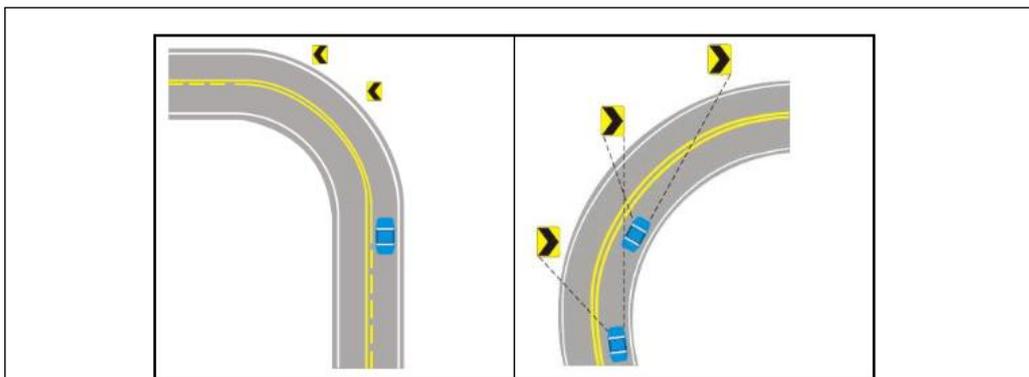


Figura 57. Ubicación de los chevrones en una vía
Fuente. Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

Tabla 115

Espaciamiento máximo de delineadores de curva horizontal

Radio de curvatura (m)	Espaciamiento en curva (m)
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

En nuestro proyecto ubicamos chevrone en la curva 2 ya que esta tiene de radio 295 metros en las demás curvas tenemos radios superiores a 300 metros por lo cual no los colocamos.

chevrones: 15 chevrones cada 27 metros

7.2.2. Señales Informativas (Código I)

Este tipo de señales tiene como objetivo guiar al usuario u orientarlo de los lugares que se encuentran cerca y de los kilometrajes correspondientes para la llegada a cualquier centro poblado, así como también hay las señales que nos indican los lugares de interés común como son hospitales, estaciones de combustible, restaurants, etc.

Tabla 116
Dimensiones de las señales informativas utilizadas

Señalización	Dimensiones (mm)	
	Ancho	Alto
 D	450	600
 I1-1a	1800	600

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

Tabla 117
Dimensiones de las señales informativas utilizada

Señalización	Dimensiones (mm)	
	Ancho	Alto
 I1-2a	2400	500

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

7.2.3. Señales Regulatorias (Código R)

Este tipo de señales tiene como objetivo principal regular, restringir y prohibir para que de esta manera se controle la circulación por una determinada zona, de esta manera precautelando la integridad física tanto del conductor, como de sus ocupantes y además la integridad física de los peatones que se encuentren por la zona.

El no cumplimiento de estas señales constituye una infracción grave de tránsito lo cual deberá ser notificada al conductor a través del agente de tránsito o de una foto multa.

Tabla 118

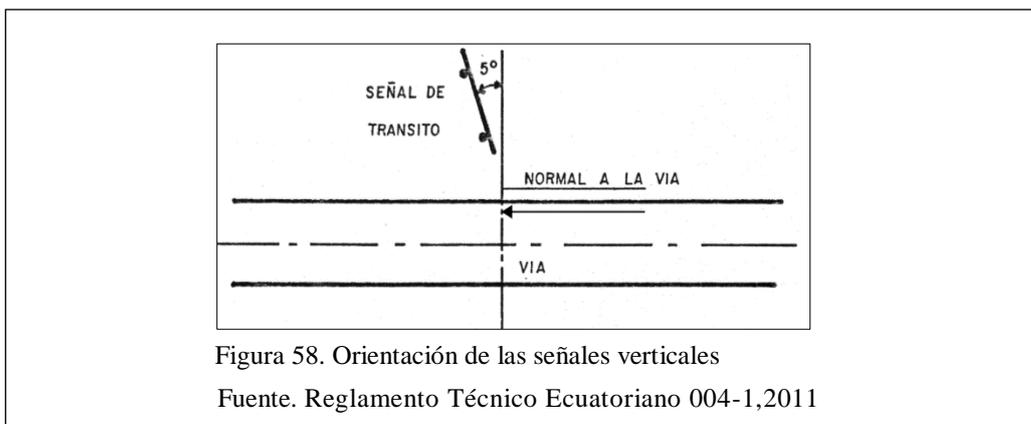
Dimensiones de las señales regulatorias utilizadas

Señalización	Dimensiones (mm)	
	Ancho	Alto
 <p>R4-1</p>	750	750
 <p>R2-13</p>	750	750

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

7.2.4.Orientación de las señales verticales

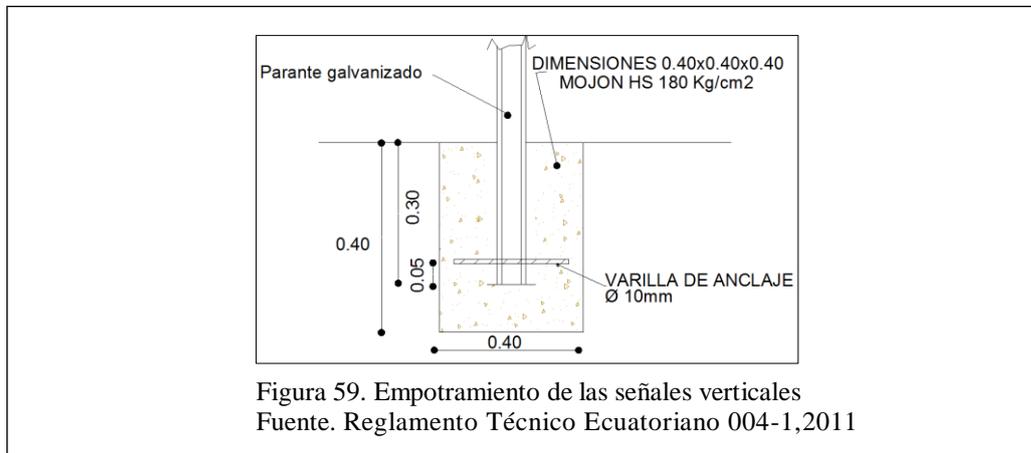
Para evitar el deslumbramiento desde las superficies de las señales, estas deben ser orientadas con un ángulo de 5° y en dirección al tránsito que estas sirven en alineamientos curvos, el ángulo de instalación debe ser determinado por el curso de aproximación del tránsito antes que por el filo de la vía en el punto donde la señal es colocada (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1 P. R., 2011, p. 13)



7.2.5. Anclaje

Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a compresión a veintiocho (28) días sea, como mínimo 180 kg/cm².

Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto, realizándose una excavación cuadrada de 40 cm de lado y 40 cm de profundidad, para el anclaje de la señal (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2002, p. 752)



7.3. Señalización Horizontal

Estas señales deben estar formadas por marcas viales, así como delineadoras, estas tienen como finalidad principal ser el complemento esencial de las señales reglamentarias, a la vez información adicional de otros terminales de tránsito.

Estas marcas deben de elaborarse con pintura, pero si es necesario se debe utilizar otro material, siempre y cuando este cumpla con las especificaciones técnicas requeridas para este tipo de señal.

Se puede utilizar señales individuales en la superficie de rodadura siempre y cuando no sobresalga 2 cm.

Estas señales pueden ser de color blanco o amarillo tomando en cuenta la normativa para este tipo de señales.

Las señales propuestas para este estudio son de tres tipos:

- **Líneas amarillas definen:** Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.
- **Líneas blancas definen:** La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.

7.3.1. Dimensiones.

Los grosores y formas de la señalización en los pavimentos, las líneas que se ubican longitudinalmente deben ser:

7.3.1.1. Una línea continua de color amarillo:

Esta línea impide el adelantamiento o cruce; los anchos de las líneas pueden ser de 100, 125 o 150 mm, esto fluctúa dependiendo del tipo de línea y la velocidad máxima de circulación que se admite en el camino, como se indica más adelante.

7.3.1.2. Doble línea continua (línea de barrera):

Está conformado por dos líneas paralelas continuas de color amarillo, que se encuentran separadas por un ancho igual al ancho de una línea a utilizarse, estas líneas impiden el rebasamiento o cruce de los vehículos.

7.3.1.3. Una línea segmentada:

Son segmentos de línea separados por un espacio en el cual permite adelantar o cruzar a cualquier vehículo que circula por el sector.

7.3.1.4. Las líneas segmentadas:

Pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas.

7.3.2. Función

7.3.2.1. Líneas de separación de flujos opuestos.

Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas, sin embargo, cuando la asignación de carriles para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación no coincide con el eje central. (INEN, 2010, pág. 10)

Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debe señalizarse siempre y cuando se cumpla los siguientes requisitos:

- En vías rurales con ancho de calzada mínima de 5,60 m y con un TPDA de 300 vehículos o más.
- En vías urbanas con un ancho de calzada mínima de 6,80 m, siempre que exista prohibiciones de estacionamiento laterales y con un TPDA de 1500 vehículos o más. (INEN, 2010, pág. 10)

Además de lo indicado en el párrafo anterior, por seguridad se debe demarcar zonas continuas o aisladas donde se presenten condiciones especiales como:

- Curvas horizontales y verticales frecuentes
- Áreas sujetas a neblina
- Aproximaciones a vías mayores
- Donde el historial de accidentes indique la necesidad
- Altos flujos de tránsito nocturno o turístico

Para incrementar la eficiencia de este tipo de señales de tránsito cuando la geometría o las condiciones climatológicas son desfavorables en determinados sectores, se debe complementar las señales con tachas reflectivas, encausadores, etc.

7.3.2.2. Las líneas de separación de flujos opuestos

Estas líneas pueden ser simples o dobles, además estas pueden ser segmentadas continuas o mixtas.

7.3.2.3. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.

Estas líneas deben ser de color amarillo, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes. (INEN, 2010, pág. 9)

7.3.2.4. Doble línea mixta

Consisten en dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, de un ancho mínimo de 100mm cada una, separadas por un espacio de 100mm. Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar desde la línea segmentada para realizar rebasamientos; es prohibido cruzar desde la línea continua para realizar rebasamientos. (INEN, 2010, pág. 10)

Tabla 119**Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada**

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100 o 125	12	3 - 9
Mayor a 50	150	12	3 - 9

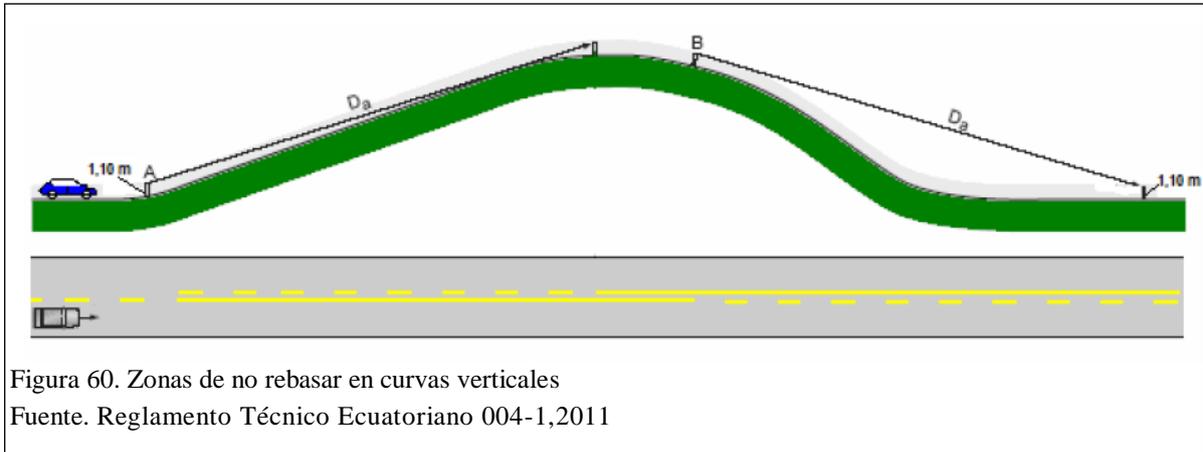
Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

7.3.2.5. Zonas de NO REBASAR.

Dado que la maniobra de rebasamiento es la de mayor riesgo al conducir, las zonas de NO REBASAR deben ser definidas cuidadosamente conforme a los criterios especificados a continuación:

Las zonas de NO REBASAR deben ser establecidas, además de los lugares que específicamente señala el Reglamento de Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, en todos aquellos sitios en los que exista una distancia de visibilidad de rebasamiento menor a la distancia de rebasamiento mínimo. Esta última distancia es la necesaria para que el vehículo abandone su carril, pase al vehículo que lo precede y retorne a su carril en forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo rebasado ni la de otro que se desplace en sentido contrario por el carril utilizado para el rebasamiento.

Tratándose de curvas verticales la distancia de visibilidad de rebasamiento es la máxima distancia a lo largo de la cual un objeto que se encuentra 1,10 m por encima de la superficie del pavimento puede ser visto desde un punto, también a 1,10 m por encima del pavimento, como se ilustra en la figura (INEN, 2010, pág. 16)



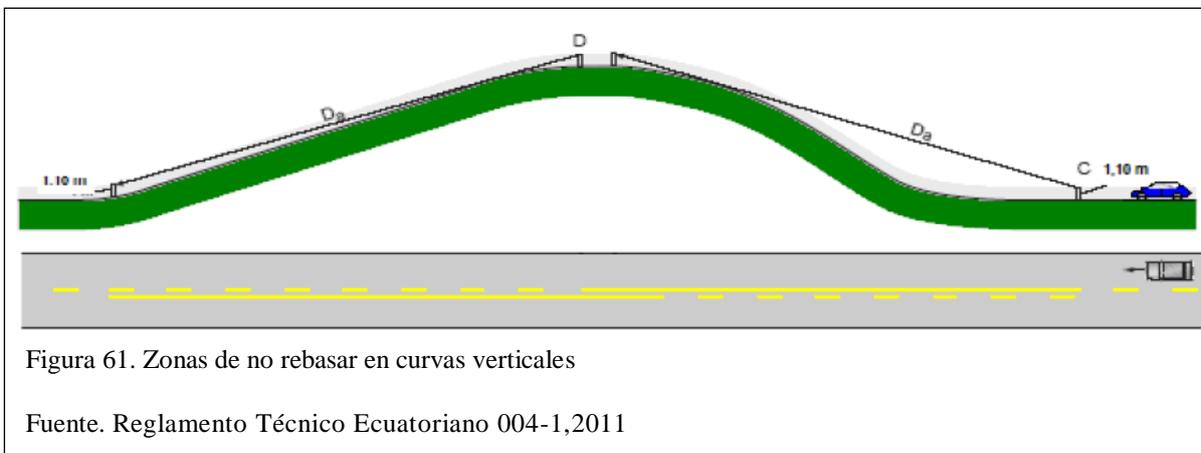
Donde:

Da: Distancia de Visibilidad de rebasamiento.

Da: debe ser igual o mayor que la distancia de rebasamiento mínima cuyos valores se especifican en la tabla para las diferentes velocidades máximas.

A: Primer punto en que la distancia de visibilidad de rebasamiento es menor que la distancia mínima de rebasamiento, (inicio de la Zona de NO Rebasar) (en sentido A-B).

B: Termina la zona de NO Rebasar, a partir de este punto la distancia de visibilidad de rebasamiento excede la distancia mínima de rebasamiento (en sentido A – B). (INEN, 2010, pág. 16)



Donde:

Da: Distancia de Visibilidad de rebasamiento.

Da debe ser igual o mayor que la distancia de rebasamiento mínima cuyos valores se especifican en la tabla para las diferentes velocidades máximas.

A: Primer punto en que la distancia de visibilidad de rebasamiento es menor que la distancia mínima de rebasamiento, (inicio de la Zona de NO Rebasar) (en sentido C-D).

B: Termina la zona de NO Rebasar, a partir de este punto la distancia de visibilidad de rebasamiento excede la distancia mínima de rebasamiento (en sentido C – D).

Tabla 120

Distancia de Rebasamiento mínimo

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de rebasamiento mínima (m)
30	80
40	110
50	140
60	180
70	240
80	290
90	350
100	430

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

En nuestra vía la velocidad de diseño es de 80 km/h, por lo tanto, la distancia de rebasamiento mínima es de 290 metros.

7.3.2.6. Líneas de separación de carriles.

Las líneas de separación de carril contribuyen a ordenar el tráfico y posibilitan un uso más seguro y eficiente de las vías, especialmente en zonas congestionadas. Estas líneas separan flujos de tránsito en la misma dirección, y son de color blanco, indicando la senda

que deben seguir los vehículos. Son segmentadas, y con tramos continuos de color blanco. (INEN, 2010, pág. 18)

7.3.2.7. Línea segmentada vía de dos carriles.

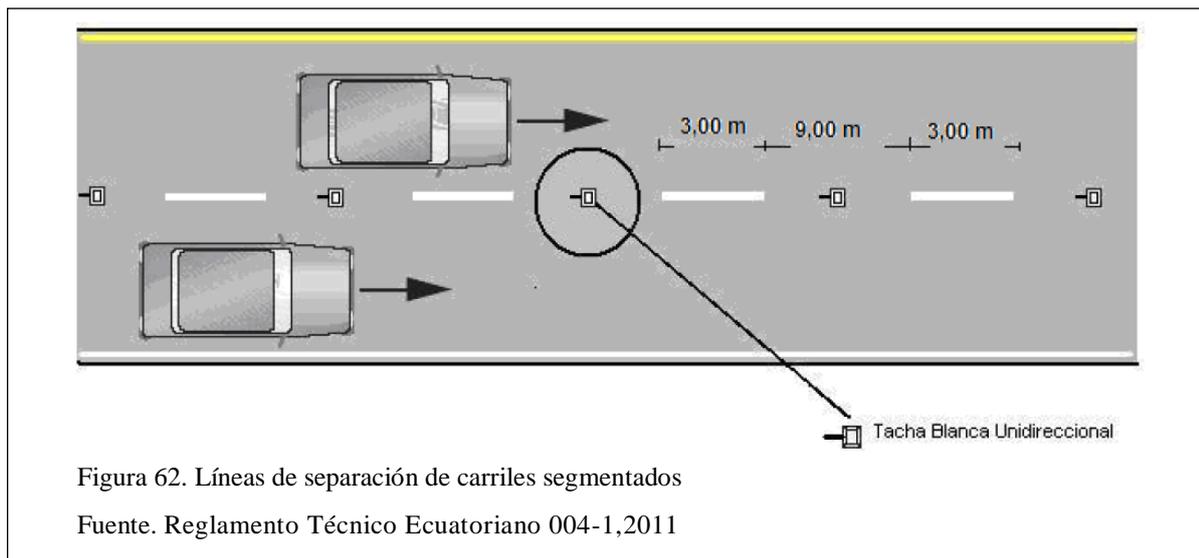
La relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de separación de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía; son de color blanco. (INEN, 2010, pág. 18)

Tabla 121

Relación señalización /Línea de espaciamiento de carril.

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Longitud de línea pintada (m)	Espaciamiento de línea (m)
Menor o igual a 50	100	3.00	9.00
Mayor a 50	150 min	3.00	9.00

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011



7.3.3. Tachas reflectivas.

Son utilizadas para facilitar la conducción en horas de la noche y la madrugada, o en sectores donde se produzca neblina, estas pueden ser de color blanco o amarillo, de acuerdo al color de la marca. Serán de poli-carbonatos de alta calidad y como lo indica la norma.

Las tachas reflectivas se colocan cada 12m, a lo largo de la vía.

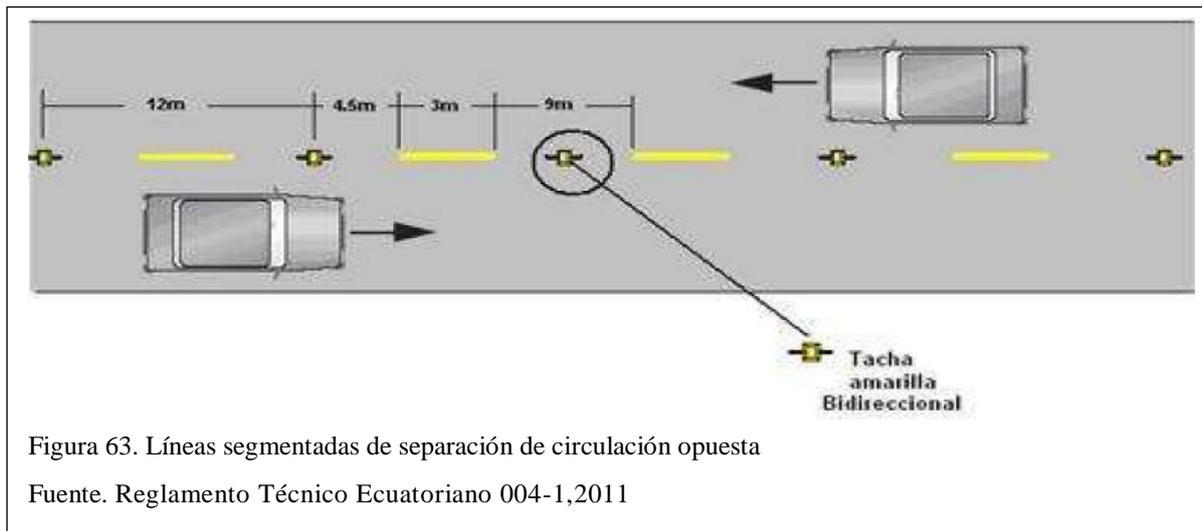


Figura 63. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta

Fuente. Reglamento Técnico Ecuatoriano 004-1,2011

ANEXO 14 Planos de Señalización Montecristi – La Cadena.

7.4. Ubicación de la señalización en la vía

De acuerdo a lo anteriormente mencionado se ubicó en el plano la señalización necesaria tomando en cuenta la Norma técnica RTE-INEN 004, a continuación, se presenta un resumen de la ubicación de la señalización en la vía.

Tabla 122**Ubicación de la señalización.**

Señalización	Descripción	Ubicación	Km	Observación
Km	I1-1a	Der	0+000.00	
Límite Velocidad	R4-1B	Der	0+100.00	60 km/h
Tipo de Curva	P1-4BD	Der	0+150.00	
No Rebasar	R2-13B	Der	0+200.00	
Sitio	I1-3c	Izq	0+500.00	Montecristi
Km	I1-1a	Izq	1+000.00	
No Rebasar	R2-13B	Izq	1+050.00	
Tipo de Curva	P1-4BD	Izq	1+100.00	
Límite Velocidad	R4-1B	Izq	1+150.00	60 km/h
Límite Velocidad	R4-1B	Der	1+700.00	80 km/h
Km	I1-1a	Der	2+000.00	
Límite Velocidad	R4-1B	Izq	2+150.00	80 km/h
Límite Velocidad	R4-1B	Der	2+300.00	30 km/h
Sitio	I1-2a	Der	2+350.00	Carcel
Sitio	I1-2a	Der	2+450.00	Pista 4x4
Límite Velocidad	R4-1B	Izq	2+500.00	30 km/h
Km	I1-1a	Izq	3+000.00	
Límite Velocidad	R4-1B	Der	3+700.00	80 km/h
Límite Velocidad	R4-1B	Izq	3+700.00	80 km/h
Km	I1-1a	Der	4+000.00	

Elaborado por: El autor

Tabla 123

Cantidad de Señales en la Vía.

Cantidades de Señales			
Señalización	Descripción	Unidad	Cantidad
Km	I1-1a	U	5
Límite Velocidad	R4-1B	U	8
Tipo de Curva	P1-4BD	U	2
No Rebasar	R2-13B	U	2
Sitio	I1-3c	U	1
Sitio	I1-2a	U	5

Elaborado por: El autor

La vía diseñada es una vía donde los vehículos pueden circular a velocidades muy elevadas por lo que se recomienda la instalación de dispositivos de control de velocidad por parte de la comisión de tránsito del Ecuador.

CAPÍTULO VIII

8. Plan de Manejo Ambiental

8.1. Introducción

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión que comprende una serie de planes, programas, procedimientos, prácticas y acciones orientados a prevenir, controlar y corregir los posibles impactos ambientales producidos por el desarrollo del proyecto.

El PMA como herramienta de gestión, presenta una descripción detallada de las diferentes medidas, que se deberán establecer como necesarias, para lo cual se requerirá de recursos humanos y económicos necesarios. Esto implica compromiso de la alta dirección de la organización y todo su personal para minimizar los impactos sobre el medio ambiente.

En el PMA para la Ampliación a 4 Carriles de la Vía Montecristi - La Cadena en la Provincia de Manabí, para cada uno de los impactos ambientales identificados se han propuesto las medidas ambientalmente viables para prevenir, mitigar o eliminar los impactos ambientales negativos identificados en la ficha ambiental, para las actividades constructivas y de operación de la vía, así como potencializar los impactos positivos, para lograr que dichas actividades se desarrollen en armonía con el ambiente natural, la seguridad laboral y la salud de los participantes en la ejecución del proyecto. (DIGECONSA, 2019, pág. 4)

8.2. Objetivo

El Objetivo del presente Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, Ampliación a 4 Carriles de la Vía Montecristi - La Cadena en la Provincia de Manabí, son los siguientes:

- Formular un documento para la buena gestión ambiental de las actividades constructivas y operativas del Proyecto y que estas se desarrollen en condiciones eficientes y seguras, que permitan conservar el ambiente.

- Encausar los planes para que se cumpla la norma ambiental vigente y de esta manera disminuir o eliminar los impactos ambientales significativos sobre los componentes ambientales, derivados de las actividades constructivas del Proyecto.
- Se deberá realizar un seguimiento ambiental para de esta manera exista un manejo correcto de los desechos y emisiones generados.
- Formular un programa de Monitoreo Ambiental para precautelar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente a nivel nacional.

8.3. Estructura del plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, Ampliación a 4 Carriles de la Vía Montecristi - La Cadena en la Provincia de Manabí, está estructurado tal como lo requiere el Ministerio de Ambiente, es decir, en subplanes de manejo, los mismos que serán descritas en fichas de medidas ambientales.

En este capítulo se indican todas las medidas que se realizarán para de esta manera mitigar o eliminar todos los posibles impactos que tengamos en el área de influencia del ambiente.

Es trascendental que las personas que se encuentran vinculadas directa o indirectamente en las medidas ambientales recomendadas deben de estar familiarizados con todos los objetivos y planes del plan de manejo ambiental, y de esta manera se podrá potencializar las medidas ambientales que se implementarán.

Los subplanes propuestos para el presente plan de manejo ambiental son los que se indican a continuación:

- Plan de prevención y mitigación de impactos, (PPM)
- Plan de manejo de desechos, (PMD)

- Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental, (PCC)
- Plan de relaciones comunitarias, (PRC)
- Plan de contingencias, (PDC)
- Plan de seguridad industrial y salud ocupacional (PSS)
- Plan de monitoreo y seguimiento. (PMS)
- Plan de rehabilitación de áreas intervenidas, (PRA)
- Plan de cierre, abandono y entrega de áreas, (PCA)

El formato o cuadro que se empleará para el desarrollo del plan de manejo ambiental, consta de los siguientes componentes:

- Nombre de la medida propuesta.
- Tipo de medida.
- Objetivo de la medida.
- Lugar de aplicación.
- Responsable.
- Aspecto ambiental.
- Impacto identificado.
- Medidas propuestas.
- Indicadores verificables de cumplimiento.
- Medios de verificación.
- Plazo.

Para la ejecución de la etapa de realización de la obra, las acciones ambientales se centran principalmente en la obra civil, seguridad e higiene de las personas que trabajan en esto, además del manejo de los desechos sólidos, la señalización que será preventiva monitoreo de la calidad de agua, aire y mantenimientos preventivos de los equipos.

8.4.Descripción de los subplanes de manejo ambiental.

8.4.1. Plan de prevención y mitigación de impactos

Este plan toma en cuenta principalmente los impactos que surgen sobre los elementos físicos, bióticos y sociales que son producidos por las acciones de construcción y puesta en marcha del proyecto. La implementación de medidas para mitigar, prevenir o corregir los impactos ambientales, se centrarán principalmente en los impactos de principal importancia.

Para que se cumplan las medidas de corrección de impactos ambientales negativos, estos serán programados y controlados por la Fiscalización y la Unidad Socio Ambiental del MTOP.

8.4.1.1. Objetivo

El objetivo principal es encontrar un grupo de acciones de mitigación y prevención de los impactos ambientales más importantes, de esta forma se disminuirán los efectos negativos en el ambiente, hasta que cumpla con la norma ambiental vigente durante la construcción y operación del proyecto, Ampliación a 4 carriles de la Vía Montecristi – La Cadena, en la provincia de Manabí.

Tabla 124

Plan de prevención y mitigación de impactos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Demarcación y Aislamiento del Área del Proyecto.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Delimitar las áreas y frentes de trabajo dentro de la obra de manera que se evite el ingreso de personas no autorizadas para prevenir el riesgo de accidentes y contingencias de trabajadores y visitantes a la obra		
Medidas Propuestas:		
<ul style="list-style-type: none"> • Para la demarcación se instalará cinta reflectiva de 10 cm. de ancho, en por lo menos dos líneas horizontales o malla fina sintética que delimite todo el perímetro del frente de trabajo. La cinta o la malla deberán apoyarse sobre estacas de 1,60 m. de alto y diámetro de 2 pulgadas, espaciados cada 5 m. y deberán estar tensadas (cinta o malla) durante la ejecución de las obras. 		
<ul style="list-style-type: none"> • La obra deberá estar programada de tal forma que se facilite el tránsito peatonal y vehicular, definiendo senderos y/o caminos peatonales de acuerdo con el tráfico estimado. El ancho del sendero no debe ser inferior a 1 metro. Debe instalarse señalización que indique la ubicación de los senderos y cruces habilitados. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Para excavaciones con profundidades mayores a 50 cm, la obra debe contar con señales nocturnas reflectantes o luminosas, tales como conos luminosos o algún dispositivo luminoso, cintas reflectivas, tanques pintados con pintura reflectiva, etc. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Inadecuada señalización en el área de influencia de la obra.	Riesgos de accidentes para los trabajadores de la obra y para terceras personas	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de vallas instaladas/Número de vallas planificadas	Registros semanales del nivel de cumplimiento, fotografías de vallas, senderos y señales luminosas instaladas y en buen estado	
Número de senderos construidos/Número de senderos planificados		
Número de señales luminosas instaladas/Número de señales luminosas planificadas		
Plazo:	Código No.PPM-C-01	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 125

Plan de prevención y mitigación de impactos

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Transporte de Materiales y Movimiento de Maquinarias.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Lograr un adecuado flujo y desplazamiento de maquinarias al interior del área de influencia de la obra		
Medidas Propuestas:		
<ul style="list-style-type: none"> • Planificación y distribución del tráfico vehicular, operación de maquinarias y áreas de desplazamiento a pie del personal. Dentro de esta medida se destaca el control de del tráfico vehicular a través del uso de vías de un solo sentido, establecimiento de límites de velocidad y el empleo de personal entrenado en sistema de señalización con el uso de banderas, que lleve chalecos de alta visibilidad u otro tipo de indumentaria para dirigir el tráfico. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Aseguramiento de la visibilidad del personal a través del uso de chalecos de material reflectivo y colores de alta visibilidad, cuando los trabajadores se encuentren trabajando o caminando en áreas donde se encuentre operando maquinaria pesada. Entrenamiento de los trabajadores para realizar un oportuno contacto visual con los operadores de maquinarias, durante su aproximación. Verificar que todos los equipos en movimiento cuentan con una audible alarma de reversa. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Empleo de equipo para levantamiento de carga inspeccionado y con adecuado mantenimiento, tales como grúas, garantizado por una verificadora registrada para el efecto en el país. Aseguramiento de cargas cuando éstas son llevadas a sitios elevados de trabajo. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Las áreas designadas para entrada y salida de vehículos pesados o maquinaria (volquetes, plataformas con maquinaria, camiones, etc.) deben estar correctamente señalizadas. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Inadecuado control de tráfico en el área de la obra.	Riesgos de accidentes para los trabajadores de la obra.	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de señales instaladas/Número de señales planificadas	<ul style="list-style-type: none"> • Registros semanales del nivel de cumplimiento, fotografías de señales instaladas y en buen estado 	
Plazo:	Código No.PPM-C-02	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 126

Plan de prevención y mitigación de impactos

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Prevención y control de ruido	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Control de generación de ruidos y vibraciones para cumplir con las normas ambientales y de seguridad industrial vigentes a nivel nacional.		
Medidas Propuestas:		
<ul style="list-style-type: none"> • El Contratista deberá presentar y cumplir con un programa de mantenimiento, para lo que cada equipo y maquinaria deberá contar con una ficha que indique la actividad de mantenimiento y las fechas del mismo. 		
<ul style="list-style-type: none"> • El Contratista llevará un registro del cumplimiento de normas para mantenimiento preventivo, especificado por los fabricantes de equipos y vehículos. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Exigir la utilización de silenciadores en los escapes de los vehículos, maquinaria y equipo 		
<ul style="list-style-type: none"> • No se permitirá la utilización de bocinas o pitos en los vehículos utilizados en la obra 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Generación de altos niveles de ruido.	Contaminación sonora	
Indicadores	Medios de Verificación	
Número de equipos y maquinarias planificados para mantenimiento	Registros semanales del nivel de cumplimiento, a los que se ha dado mantenimiento y se asegura su buen estado.	
Plazo:	Código No.PPM-C-03	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 127

Plan de prevención y mitigación de impactos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Control de generación de material particulado (polvo).	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Control de la generación de polvo proveniente de áreas abiertas y actividades constructivas en el área de influencia de la obra.		

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

Tabla 128

Plan de prevención y mitigación de impactos.

Medidas Propuestas:	
<ul style="list-style-type: none"> • En los días que no ocurran precipitaciones, la empresa Contratista deberá efectuar el control del polvo en el área de influencia de la construcción, este control consistirá en la aplicación de riego de agua a través de uso de tanqueros o vehículos cisterna, que circulará a una velocidad máxima de aplicación de 5 km/h. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda hacerlo por lo menos dos veces al día y la frecuencia de este procedimiento variará dependiendo de la actividad que se esté ejecutando y la estación del año. La aplicación puede ser entre los 0,90 litros y 3,5 litros /m2, misma que también depende del proceso constructivo y las estaciones climáticas. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Los vehículos de transporte de materiales circularán a una velocidad máxima de 15 km/h desde el ingreso al sitio de obra. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Cubrir el balde de las volquetas, con lona debidamente asegurada para evitar que el material se disperse durante el recorrido de transporte de material de construcción y desalojo. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de barreras de lonas en dirección hacia la población durante el desarrollo de actividades que generen levantamiento de polvo, como en el caso del vaciado de volquetas. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Todo vehículo para transporte de materiales, debe contar con balde adecuado y en buen estado, que no permita que el material se disgregue sobre las vías. 	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de material particulado	Contaminación del aire
Indicadores	Medios de Verificación
Superficie sometida a humedecimiento / Superficie requerida de humedecimiento. Número de volquetas que usan lona/Número de volquetas que circulan en la obra	Registros diarios de cantidad de hidratación de suelo, fotografías. Registros de verificación de uso de lonas en volquetas
Plazo:	Código No.PPM-C-04

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 129

Plan de prevención y mitigación de impactos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Control de Generación de Emisiones de Gases de Combustión	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Aplicar un programa de control y mantenimiento de vehículos y maquinaria pesada que no contaminen el aire.		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 130

Plan de prevención y mitigación de impactos

Medidas Propuestas:	
<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá llevar un registro del cumplimiento de normas para mantenimiento preventivo, especificado por los fabricantes de maquinaria, equipos y vehículos. El registro también debe estar a la vista para que se puedan realizar las correspondientes verificaciones de la Fiscalización. Los costos están incluidos en los costos indirectos de la obra. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Se prohibirá la operación de vehículos y maquinas que no presenten el correspondiente certificado de control de gases y emisiones realizado por un centro de diagnóstico autorizado por autoridad competente. 	
<ul style="list-style-type: none"> • No se permitirá realizar lavado, reparación, ni mantenimiento de vehículos y maquinaria dentro de la zona de obra ni en las vías públicas; estas actividades se deberán realizar en un taller especializado. El costo de la lavada de los vehículos se incluye en los costos indirectos de la obra. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Solamente cuando lo establezca el programa y ficha de mantenimiento correspondiente, se podrá suministrar a la maquinaria de construcción (no a vehículos) combustible y lubricantes, utilizando los equipos y técnicas adecuadas para control de fugas. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Toda la maquinaria, vehículos y equipo utilizado para la construcción del proyecto, debe ser de modelo reciente (máximo ario 2.014). 	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de gases de combustión.	Contaminación del aire
Indicadores	Medios de Verificación
Número de equipos y maquinarias ejecutado mantenimiento/ Número de equipos y maquinarias planificados para mantenimiento	Registros mensuales de mantenimiento preventivo y de certificaciones de inspecciones de autoridad competente.
Plazo:	Código No.PPM-C-05

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 131

Plan de prevención y mitigación de impactos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Cierre Temporal de Vías	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Mantener un tráfico fluido y seguro debido a la implantación de desvíos temporales requeridos para le ejecución de la obra.		
Medidas Propuestas:		
Para el manejo de la circulación de vehículos durante el desarrollo de la obra, la empresa Contratista deberá tomar en consideración los siguientes aspectos:		
<ul style="list-style-type: none"> • Definir con anticipación los cierres parciales al tránsito vehicular y peatonal. 		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 132

Plan de prevención y mitigación de impactos.

<ul style="list-style-type: none"> • Informar a las instituciones involucradas sobre la ejecución de la obra, para gestionar el manejo del tráfico, el cierre de vías, y los desvíos, entre otros. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Las vías de acceso parcialmente cerradas al tránsito y autorizadas por la Dirección General de Movilidad deberán ser señalizadas de acuerdo con las normas y disposiciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la Comisión de Tránsito del Ecuador. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Los cierres de vías deberán estar iluminados durante la noche y si la Fiscalización lo considera necesario se deberán colocar miembros uniformados de la Comisión de Tránsito del Ecuador para dirigir el tráfico. 	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Riesgo de accidentes debido inadecuada ejecución del cierre temporal de vías.	Ocurrencia de accidentes
Indicadores	Medios de Verificación
Número de cierres de vías ejecutados/Número de cierres planificados	. Registros escritos de coordinación con la Comisión de Tránsito del Ecuador e información a la ciudadanía.
Plazo:	Código No.PPM-C-06

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.5. Plan de Manejo de desechos

El Plan de Manejo de Desechos, comprende el conjunto de operaciones direccionadas a darles el destino ideal a los desechos que pueden ser líquidos o sólidos, desde la perspectiva ambiental y de acuerdo con sus características, que incluye entre otras, las operaciones de: generación, recogida, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final. El plan de manejo de desechos presentado en este proyecto, está orientado a delinear las acciones que deberán seguir los contratistas de la obra con la finalidad de prevenir o minimizar los impactos ambientales que se puedan ocasionar por la generación diaria de los desechos en particular.

8.5.1. Objetivos

Posibilitar al Encargado de la Obra y Contratista una guía operativa eficiente, que permita solucionar las consecuencias de los riesgos e impactos ambientales que pudieran ocurrir, durante la construcción y operación en el sitio del proyecto.

- Cumplir a cabalidad los lineamientos ambientales vigentes.
- Eliminar o reducir al máximo los impactos que generan los desechos sólidos en el ambiente para protección del personal de obra.
- Reducir los costos relacionados al manejo de los desechos sólidos combustibles y aceites lubricantes, y la protección al ambiente, para así incentivar a los trabajadores a desarrollar una cultura para reducir la generación de los desechos e implementar un tratamiento adecuado a los mismos.
- Hacer un inventario y controlar los desechos generados en cada rubro del proyecto.
- Despachar de forma adecuada los desechos finales en sitios autorizados por las autoridades competentes.

Tabla 133

Plan de manejo de desechos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS		
Programa de:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Control de materiales de construcción y material de desalojo.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar el adecuado manejo de material de construcción y material de desalojo de la obra para no afectar al entorno de la misma.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
Para la disposición de los materiales de desalojo, la empresa Contratista deberá tomar en consideración las siguientes consideraciones:		
<ul style="list-style-type: none"> • Todo escombro o material excedente se debe disponer en escombreras autorizadas por el Municipio. • Toda medida relacionada a manejo de escombros, la empresa Contratista deberá sujetarse a lo establecido en las ordenanzas del Cantón. • Las zonas de depósito de materiales excedentes (excavación no compensada) deberán ser aprobadas por el Fiscalizador Ambiental. • Los restos o residuos de corte en la vía, materiales pétreos desechados, materiales inadecuados y materiales excedentes serán ubicados en botaderos o escombreras que serán aprobados por el Fiscalizador Ambiental, para lo cual se deberá considerar condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración con el entorno. • En el caso de los botes laterales controlados, Fiscalización Ambiental se encargará de dar las pruebas técnicas que justifiquen dicho procedimiento y el lugar a llevarlo a cabo. • Estos botes deberán sujetarse a las Especificaciones Técnicas correspondientes, para su ejecución tendrán la aprobación de la autoridad ambiental competente. • El tiempo de almacenamiento de escombros no debe ser mayor de 24 horas cuando se utilice el espacio público. • La ubicación del material excavado no debe interferir las labores de la obra y las labores cotidianas del sector. • Se deberán evitar incomodidades por la presencia de tierra o residuos provenientes de la excavación en andenes, calles, pasos peatonales y pasos vehiculares. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Disposición de materiales de desalojo.	Contaminación de agua y suelo	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Cantidad (m3)de escombros generados en la obra	Registros semanales de cumplimiento de adecuada disposición final de material de desalojo en las escombreras autorizadas por el GAD Municipal del Cantón.	
Plazo:	Código No.PMD-C-01	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 134

Plan de manejo de desechos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Manejo de Residuos Sólidos No Peligrosos.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar el adecuado manejo de los desechos sólidos provenientes de las actividades que se realizan durante la construcción del proyecto.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Descripción de la medida y actividades a realizar: Para manejo de desechos sólidos de tipo doméstico (No peligrosos)</p> <p>La clasificación y manejo de desechos no peligrosos deberán sujetarse a lo establecido en las ordenanzas del Cantón.</p> <p>En términos generales se recomienda los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer áreas para recolección y almacenamiento temporal de desechos (basura de tipo doméstico tal como papel, plástico, cartón, vidrio, etc.) no contaminado con hidrocarburos y solventes. • Estas áreas de recolección y almacenamiento temporal de desechos deberán estar plenamente identificadas y ubicada en sitios de fácil acceso para el personal de obra. Al respecto, deberán emplearse letreros o rótulos plenamente visibles. • Los recipientes para basura deberán tener tapa. • Empleo de tachos de 55 galones para almacenamiento temporal distribuidos en los distintos frentes de obra. Dentro de cada recipiente deberá haber una bolsa plástica de dimensiones adecuadas para el recipiente (tamaño industrial) para desechos sólidos no peligrosos. • Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la quema de residuos sólidos a cielo abierto. • Como evidencia de la entrega de los desechos a la red de recolección municipal, se recomienda la creación de un registro tipo cadena de custodia donde se indique: Volumen de desechos entregados (número de tanques de 55 galones), hora, fecha, nombre y firma del responsable por parte del Contratista. • Si no es factible disponer los desechos sólidos no peligrosos en el servicio de recolección de la ciudad, entonces la empresa Contratista deberá disponer sus residuos sólidos no peligrosos y que no sean reciclables en un relleno sanitario, conforme lo indican las ordenanzas del Cantón y las normas ambientales vigentes. 		
		Impacto Ambiental
		Contaminación de agua y suelo
Indicadores de Cumplimiento		Medios de Verificación
Cantidad de residuos sólidos no peligrosos dispuestos adecuadamente / Cantidad de residuos sólidos no peligrosos previstos		Registros semanales de cumplimiento de adecuados transporte y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos.
Plazo:		Código No.PMD-C-02

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 135

Plan de manejo de desechos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Manejo de Desechos Líquidos y Excretas.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar el adecuado manejo de los desechos líquidos y excretas provenientes de las actividades que se realizan durante la construcción del proyecto		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<ul style="list-style-type: none"> • En caso de disponer los residuos líquidos a cuerpos de agua, la empresa Contratista debe tramitar el permiso para vertimientos ante el Cantón y cumplir con los estándares establecidos en la norma para descargas de aguas residuales. • Si existe campamento y si en caso no existe un sistema de alcantarillado sanitario, entonces las aguas residuales domésticas deberán ser tratadas hasta que cumplan con los límites máximos permisibles. • Todo vertimiento de residuos líquidos debe someterse a los requisitos y condiciones establecidas según la normatividad, teniendo en cuenta las características del sistema de alcantarillado y la fuente receptora correspondiente. • Se dispondrán de baterías sanitarias para los diversos frentes de obra, para que los trabajadores efectúen sus necesidades fisiológicas. • El mantenimiento deberá garantizar su higiénico uso y la adecuada disposición final de los residuos en áreas aptas para el efecto. El Contratista deberá llevar un registro escrito sobre la frecuencia de las limpiezas de las baterías sanitarias móviles, así como la forma y sitio de disposición final de los desechos provenientes de dicha limpieza. • Al respecto, la persona natural o jurídica responsable de la limpieza y mantenimiento de las baterías sanitarias móviles deberá someterse a los requisitos y condiciones establecidas según la normatividad nacional vigente (Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria). 		
Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental
Disposición de desechos líquidos y excretas.		Contaminación de agua.
Indicadores de Cumplimiento		Medios de Verificación
Inspecciones de verificación de operación de disposición de aguas residuales ejecutadas/ Inspecciones de verificación de operación de disposición de aguas residuales instaladas		Registros semanales de cumplimiento de disposición final de los desechos líquidos y excretas
Plazo:		Código No.PMD-C-03

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 136

Plan de manejo de desechos.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Gestión de los Desechos Peligrosos.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar una correcta gestión del almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los desechos peligrosos que se generen en la obra		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Descripción de la medida y actividades a realizar:</p> <p>Para el desarrollo seguro de las fases de almacenamiento temporal, transporte y disposición final de desechos peligrosos se empleará el siguiente procedimiento:</p> <p>Se deberá almacenar temporalmente los desechos peligrosos, conforme lo establece el Acuerdo Ministerial 061 del Ministerio de Ambiente, publicado en el Registro Oficial No. 316 del 4 de mayo del 2015, en Sección II Gestión Integral de Desechos Peligrosos o Especiales.</p> <p>Deberá llevarse un registro escrito de los formatos de cadena de custodia debidamente llenados por el Generador, el Recolector-Transportista y el Gestor responsable de la disposición final, conforme lo exigido en el Título V del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Esto incluye el archivo de los manifiestos o cadena de custodia, así como el mantenimiento de un libro de registro de los movimientos de entrada y salida de desechos peligrosos, en donde consten: fecha de los movimientos, origen, cantidad y destino.</p> <p>La documentación de envío de los desechos consiste en un manifiesto de carga o formulario de Manifiesto Único.</p> <p>Es obligatorio por parte del Generador de desechos peligrosos (empresa Contratista), el Transportista y el Gestor, eliminador o destinatario, obtener el registro de Licencias Ambientales emitidas en el Registro Nacional de Licencia Ambientales del Ministerio del Ambiente.</p> <p>Para cada embarque o volumen de transporte de desechos peligrosos, el Generador deberá entregar al Transportista un manifiesto en original, debidamente firmado y dos copias del mismo.</p> <p>El Transportista conservará una de las copias que le entregue el Generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario, junto con una copia de este, en el momento en que le entregue los desechos peligrosos al Destinatario.</p> <p>El Destinatario de los desechos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el Transportista para su archivo y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al Generador. El original del manifiesto y las copias del mismo, deberá ser conservadas por el generador, por el transportista y el destinatario o eliminador final de los desechos peligrosos, respectivamente.</p>		
Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental
Generación y disposición de residuos sólidos peligrosos.		Contaminación de agua y suelo.

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 137**Plan de manejo de desechos.**

Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Cantidad de residuos peligrosos dispuestos / Cantidad de residuos peligrosos generados.	Registros mensuales de cumplimiento de adecuados transporte y disposición final de los desechos sólidos peligrosos.
Plazo:	Código No.PMD-C-04

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Descripción de medidas ambientales durante la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 138**Plan de manejo de desechos.**

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Manejo de Residuos Sólidos No Peligrosos.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar el adecuado manejo de los desechos sólidos provenientes de las actividades que se realizan durante la operación y mantenimiento del Proyecto Ampliación a 4 Carriles de la Vía Montecristi - La Cadena — en la Provincia de Manabí.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Para manejo de desechos sólidos de tipo doméstico (No peligrosos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer áreas para recolección y almacenamiento temporal de desechos (basura de tipo doméstico tal como papel, plástico, cartón, vidrio, etc.) no contaminado con hidrocarburos y solventes. • Estas áreas de recolección y almacenamiento temporal de desechos deberán estar plenamente identificadas y ubicada en sitios de fácil acceso para el personal de obra. Al respecto, deberán emplearse letreros o rótulos plenamente visibles. • Los recipientes para basura deberán tener tapa. • Empleo de recipientes debidamente etiquetados para almacenamiento temporal. Dentro de cada recipiente deberá haber una bolsa plástica de dimensiones adecuadas para el recipiente (tamaño industrial) para desechos sólidos no peligrosos. • Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la quema de residuos sólidos a cielo abierto. • Como evidencia de la entrega de los desechos a la red de recolección municipal, se recomienda la creación de un registro tipo cadena de custodia donde se indique: Volumen de desechos entregados, hora, fecha, nombre y firma del responsable por parte del Promotor de la Obra. • Si no es factible disponer los desechos sólidos no peligrosos en el servicio de recolección de la ciudad, entonces el promotor de la Obra deberá disponer sus residuos sólidos no peligrosos y que no sean reciclables en un relleno sanitario, conforme lo indican las normas ambientales vigentes. 		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 139

Plan de manejo de desechos

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Disposición de desechos sólidos no peligrosos.	Contaminación de agua y suelo
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Cantidad de residuos sólidos no peligrosos dispuestos adecuadamente / Cantidad de residuos sólidos no peligrosos previstos	Registros mensuales de cumplimiento de adecuados transporte y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos.
Plazo:	Código No.PMD-OM-02

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.6. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental

8.6.1. Objetivos

- Poner en conocimiento a todo el personal del Contratista e indicar a la ciudadanía en general sobre las características del proyecto con sus respectivas consecuencias ambientales, así como promover el contenido del Plan de Manejo Ambiental, para mitigar los impactos ambientales identificados y evaluados.
- Culturizar con respecto a la prevención de la contaminación ambiental y ayudar a la vinculación de la comunidad con el uso adecuado de los recursos naturales.
- Capacitar e indicar a los trabajadores para el cumplimiento de sus tareas específicas para la ejecución de los rubros, y así evitar cualquier emergencia o altercado que podría suceder y afectar no solo al entorno sino su integridad física, además facilitar la realización de charlas frecuentes con el personal.

Tabla 140

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Comunicación Informativa sobre el Proyecto	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Prevenir posibles conflictos sociales que se puedan generar por falta de información de las actividades e impactos que genere el proyecto principalmente durante la fase de construcción.		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 141

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

Descripción de la medida y actividades a realizar:	
<p>La comunicación informativa del proyecto se efectuará como se indica en los párrafos que constan a continuación, la información que se redacte deberá ser de forma pedagógica y resumida la información básica de avance de obra y ejecución del Plan de Manejo el Ambiental (con énfasis a las medidas relacionadas a prevenir, compensar y/o mitigar los posibles impactos negativos que esta actividad genere a su entorno social y ambiental). La presente actividad deberá ser ejecutada por el Contratista, y se incluirán las siguientes acciones:</p> <p>Colocación, previamente a la iniciación de la obra, de dos rótulos de 3 x 6 m, ubicados al inicio al final del proyecto. Los letreros deben contener como mínimo la siguiente información</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la obra. • Nombre de la Entidad Contratante. • Nombre de la Empresa Contratista • Nombre de la Fiscalización • Duración de la Obra. <p>Difusión del proyecto en redes sociales (una información mensual en redes sociales sobre el avance de la obra) y medios radiales (número de cuñas: diez diarias, periodicidad: diaria) sobre la importancia de la construcción del proyecto.</p>	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de problemas ambientales por falta conocimiento del proyecto.	Molestias y protestas de la ciudadanía
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de cuñas radiales ejecutadas / Número de cuñas radiales programadas Número de informaciones en redes sociales ejecutadas / Número de informaciones en redes sociales programadas.	Registros mensuales de cuñas radiales ejecutadas, registros de información a través de redes sociales.
Plazo:	Código No.PMD-C-01

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 142

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Capacitación Ambiental.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Implementar un programa de capacitación y educación ambiental para prevenir y mitigar posibles impactos ambientales que se pudieran generar por desconocimiento e inobservancia de las medidas ambientales contenidas en el PMA y las normas ambientales vigentes.		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 143

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

Descripción de la medida y actividades a realizar:			
El personal de obra deberá recibir una charla de inducción sobre educación ambiental al inicio de trabajo, que deberán estar basadas en el contenido del Plan de Manejo Ambiental. Esta charla tendrá de 60 minutos y deberá ser diseñada por profesionales vinculados al área ambiental.			
<ul style="list-style-type: none"> • La charla consistirá en una instrucción a los trabajadores sobre el Plan de Manejo Ambiental con el de que éstos lleven a cabo todas las medidas descritas en el Plan. Para el efecto podrán imprimirse afiches e instructivos propuestos por el Contratista, mismos que deberán contar previamente con visto bueno de la Fiscalización. • Estas charlas deberán repetirse en cada ocasión que ingrese personal nuevo, al inicio de cada nueva actividad o etapa de construcción. • El contenido de la charla deberá ser concreto, práctico y de fácil comprensión, debiendo previamente puestos a consideración del Fiscalizador para su conocimiento y aprobación, recomiendan los siguientes: 			
TEMA	HORAS	CANTIDAD	CONTENIDO
Inducción Hombre Nuevo	1.0	30	Principales aspectos del Plan de Manejo Ambiental: Impactos negativos sobre la calidad del suelo. Impactos negativos sobre la calidad del aire. Impactos negativos sobre los niveles de presión sonora, material particulado y gases de combustión. Impactos negativos sobre la flora y fauna. Impactos negativos sobre el bienestar.
Impactos Ambientales por puesto de trabajo	0.1	150	Evaluación de riesgos ambientales por puesto de trabajo.
Gestión Ambiental , prevención de la contaminación	0.1	150	Clasificación de los desechos. Acciones para prevenir la contaminación ambiental. Reciclado y segregación de desechos sólidos. Manejo de desechos peligrosos.
Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental	
Generación de problemas ambientales por falta de educación ambiental.		Contaminación de aire, agua y suelo. Daños a flora y fauna	
Indicadores de Cumplimiento		Medios de Verificación	
Número de eventos de capacitación ejecutados / Número de eventos de capacitación planificados		Registros mensuales de la implantación del programa de capacitación y educación ambiental	
Plazo:		Código No.PMD-C-02	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 144

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Capacitación en Riesgos de Trabajo y Seguridad Industrial.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 145

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

Objetivo:			
Implementar programas de capacitación sobre los riesgos de trabajo que estarán expuesto los trabajadores y las medidas colectivas e individuales de protección previstas en el Plan de Seguridad a ser preparado por la empresa Contratista y las normas de seguridad industrial vigentes.			
Descripción de la medida y actividades a realizar:			
El personal de obra deberá recibir una charla de inducción sobre riesgos de trabajo, conforme al puesto de trabajo que van a desempeñar. Esta charla tendrá una duración de 60 minutos y deberá ser diseñada por profesionales especialistas en seguridad industrial.			
<ul style="list-style-type: none"> • La charla consistirá en una instrucción a los trabajadores sobre los riesgos de trabajo identificados en forma previa y las medidas de prevención requeridas para ejecutar las actividades en forma segura. Para el efecto podrán imprimirse los procedimientos propuestos por el Contratista, mismos que deberán contar previamente con el visto bueno de la Fiscalización. • Estas charlas deberán repetirse en cada ocasión que ingrese personal nuevo, al inicio de cada nueva actividad o etapa de construcción. • El contenido de la charla deberá ser concreto, práctico y de fácil comprensión, debiendo ser previamente puestos a consideración del Fiscalizador para su conocimiento y aprobación, se recomiendan los siguientes temas: 			
TEMA	HORAS	CANTIDAD	CONTENIDO
Inducción Hombre Nuevo	1.0	10	Principales aspectos del Plan de Seguridad Industrial: Análisis de riesgos de trabajo (ART). Riesgos Físicos. Riesgos Ergonómicos. Riesgos Químicos. Riesgos Sicosociales. Riesgos Biológicos
Charla pre -jornada (una diaria)	0,1	300	Charlas sobre aspectos más relevantes de cada puesto de trabajo y sus riesgos de trabajo, cuidados que debe tener el trabajador, trabajo en grupo, y actividades de orden y limpieza.
Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental	
Ocurrencia de incidentes y accidentes.		Daños a trabajadores y daños materiales.	
Indicadores de Cumplimiento		Medios de Verificación	
Número de medidas de capacitación ejecutadas / Número de medidas de capacitación planificadas		Informe de eventos de capacitación ejecutados y registros de notificaciones al IESS de accidentes e informes mensuales de incidentes — accidentes.	
Plazo:		Código No.PMD-C-03	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.7.Plan de Seguridad Industrial y salud ocupacional

Los planes de Seguridad y Salud Ocupacional son responsabilidad compartida entre: el Contratista, Fiscalización y Promotor de la obra.

Este plan es un documento para toda la mano de obra calificada y no calificada para que puedan saber los riesgos potenciales para la salud y seguridad en el trabajo, dentro de la obra y desde el comienzo hasta el final de la misma.

8.7.1. Objetivos

- Definir un plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para la construcción del Proyecto, Ampliación a 4 Carriles de la Vía Montecristi - La Cadena en la Provincia de Manabí., así como prever los riesgos de accidentes, y posibles enfermedades profesionales y riesgos derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento del proyecto.
- Organizar acorde a lineamientos vigentes la prevención de la salud y de la seguridad para todo el personal de obra.
- Minimizar los costos de la inseguridad, que inciden en forma directa sobre los costos generales.
- Aseguramiento de buena calidad para con todo el personal de obra.
- Dar al trabajador charlas informativas necesarias para que ellos puedan manejar con seguridad, las herramientas, máquinas móviles, estacionarias y demás equipo empleado en la construcción.
- Evitar en lo posible accidentes, en cualquier lugar de la obra para así evitar responsabilidades derivadas de los mismos.

8.7.2. Descripción de medidas ambientales durante la etapa de construcción

El Plan de Seguridad y Salud Ocupacional considera acciones para prevenir la ocurrencia de incidentes y accidentes en el área de influencia de la obra. Dichas acciones serán:

Tabla 146

Plan de seguridad y salud ocupacional.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Seguridad Industrial	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Implementar el programa de seguridad para prevenir la ocurrencia de posibles afectaciones a la salud de los trabajadores de la obra originadas por los riesgos propios de la actividad constructiva de la Obra.		

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

Tabla 147

Plan de seguridad y salud ocupacional.

Descripción de la medida y actividades a realizar:	
<p>El Contratista deberá designar al personal que se responsabilizará de la verificación y seguimiento del cumplimiento de la gestión de Seguridad Industrial. El personal encargado deberá tener experiencia en materia de seguridad y salud de los trabajadores, y se encargará de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar el Reglamento interno de Seguridad y Salud Ocupacional y registrarlo en el Ministerio de Trabajo, incluido el análisis de riesgos específico para el proyecto • Elaborar mensualmente informes de incidentes y accidentes en el transcurso de la obra. • Establecer un formato de permisos de trabajo para que sean aprobados por Fiscalización previo al inicio de las jornadas de trabajo. • Elaborar mapas actualizados de las ubicaciones de extintores, botiquines, alarmas y vías de escape ante la ocurrencia de siniestro. • Verificar permanentemente el buen estado de las máquinas, herramientas y materiales a usarse. • Verificar el uso apropiado del uniforme y equipos de protección personal (EPP) por parte de los trabajadores de acuerdo al puesto de trabajo, estado de los equipos de protección personal y ropa de trabajo • Preparar planos actualizados y verificar las señalizaciones y rotulaciones de seguridad industrial que se requieran en sus respectivos lugares. • Preparar el Plan de Contingencias y Emergencias, conforme a los requerimientos de la Secretaría de Gestión de Riesgos, conformar las brigadas de emergencia y efectuar los simulacros establecidos. • Cumplir con los requerimientos de las Normas de Seguridad Industrial del Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial del IESS y del Código del Trabajo, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas 174 y otros Reglamentos vigentes. 	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Pérdidas materiales y daños a la salud de los trabajadores
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de actividades de seguridad industrial ejecutadas / Número de actividades de seguridad industrial ejecutadas.	Registros mensuales cumplimiento del plan de SSO y leyes de seguridad industrial vigentes.
Plazo:	Código No.PSS-C-01

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 148

Plan de seguridad y salud ocupacional.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Salud Ocupacional.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Formular e implementar programas de salud ocupacional para prevenir y mitigar posibles afectaciones a la salud de los trabajadores de la obra.		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 149

Plan de seguridad y salud ocupacional.

Descripción de la medida y actividades a realizar:	
<p>El Contratista deberá designar al personal que se responsabilizará de la verificación y seguimiento del cumplimiento de la gestión de Salud Ocupacional. El personal encargado deberá tener experiencia en materia de salud ocupacional, y se encargará de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparar un Plan de Salud Ocupacional y sus correspondientes procedimientos para la construcción de la obra. • Formular el Plan de Evacuación Médica para caso de ocurrencia de accidentes en la ejecución de la obra, con el plano de rutas hasta los centros de salud más cercanos, conforme a la gravedad del caso. • Reportar mediante informes de incidentes y accidentes durante el trabajo que realice el Contratista. • Elaborar fichas médicas de cada uno de los trabajadores. • Cumplir con los requerimientos de las Normas de Seguridad Industrial del Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial del IESS y del Código del Trabajo, Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas 174 y otros Reglamentos vigentes. 	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Pérdidas materiales y daños a la salud de los trabajadores
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de actividades de salud ocupacional ejecutadas / Número de actividades de salud ocupacional ejecutadas.	Registros mensuales cumplimiento del plan de SSO y leyes de salud vigentes.
Plazo:	Código No.PSS-C-02

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 150

Plan de seguridad y salud ocupacional.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Señalización de Seguridad Industrial en obra.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Mantener señalizada las diferentes áreas de trabajo para prevenir posibles accidentes.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Se deberá establecer zonas de seguridad y señalización vial para el tránsito peatonal, vehicular y de maquinaria pesada si existiere. En todos los casos se respetarán las zonas asignadas. De acuerdo al caso, las señalizaciones a usarse serán: de prohibición (S.P.), obligación (5.0.), advertencia (S.A.), y de información (S.I.). Se implementarán señales varias en la obra en los distintos niveles con indicación de peligro y de acuerdo al estudio de los puestos de trabajo. Como mínimo se deberán considerar las siguientes protecciones colectivas:</p>		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 151

Plan de seguridad y salud ocupacional.

<ul style="list-style-type: none"> • Señales varias en la obra de indicación de peligro. • Señales normalizadas para el tránsito de vehículos. • Valla de obra delimitando y protegiendo el área de trabajo. • Módulos prefabricados para proteger los huecos de excavación. • Señalización con cordón de balizamiento en el margen de la rampa de excavación. • Barandilla rígida vallando el perímetro del vaciado de tierras. • Barandas flexibles en plantas aun completamente encofradas. <p>Se comprobará que todas las máquinas y herramientas disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la normativa vigente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los materiales y desechos peligrosos serán rotulados de acuerdo a su composición/contenido y también el área donde se almacene. • Rotular los botiquines de primeros auxilios: los medicamentos almacenados, su genérico y su uso. • Para señalar trabajos en la construcción del puente se debe utilizar los siguientes elementos de acuerdo a las características de esta obra: Carteles o Rótulos, Conos Reflectivos, Vallas Delimitadoras de Áreas, Cintas Delimitadoras de Peligro, Pasos Peatonales, Barreras Contra Impactos. <p>Carteles de Advertencia Se ubican a 200 m de anticipación del área de trabajo, en sentido de la circulación de los vehículos.</p> <p>Carteles de Precaución Se ubican a 100 m de anticipación del área de trabajo, en sentido de la circulación de los vehículos.</p> <p>Vallas de Peligro Se ubican junto al área de trabajo.</p> <p>Vallas de Vía Cerrada Se emplean para indicar Vía Cerrada para vehículos de acuerdo en el lugar de cierre.</p> <p>Vallas de Disculpas Se usan como cortesía de la Empresa o Contratista ante las molestias causadas por la ejecución de la obra. Además, representa la identificación de la Empresa o Contratista en el al área de trabajo.</p> <p>Paletas Para su aplicación se contará con dos personas encargadas de mostrar las paletas, una al inicio y otra al final de la zona de cierre, las paletas serán de doble cara a fin de dirigir el tráfico en sectores críticos por su grado de congestión.</p> <p>Conos Reflectivos Para obras en vías y a fin de orientar el tráfico vehicular se utilizarán conos de color naranja o rojo de 28 pulgadas con cinta reflectiva blanca y azul en la parte superior.</p>	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Pérdidas materiales y daños a la salud de los trabajadores
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de señales de seguridad industrial instaladas / Número de señales de seguridad industrial planificadas.	Informe mensual de instalación de señalética y registros fotográficos de la misma.
Plazo:	Código No.PSS-C-03

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 152

Plan de seguridad y salud ocupacional.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Elaboración y Aplicación de Procedimientos Básicos para Protección del Personal	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Elaborar y aplicar procedimientos de seguridad industrial para protección de los trabajadores de manera que se minimicen los riesgos laborales y la ocurrencia de incidentes o accidentes.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Según el tipo de riesgo, a continuación, se plantean como mínimo los siguientes procedimientos para prevenir accidentes durante las actividades de construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lesiones Ergonómicas Elaboración y aplicación de técnicas de manejo y levantamiento de materiales, incluyendo el establecimiento de límites de peso sobre los cuales se requiere asistencia mecánica o de dos personas, si es necesario. Procedimiento para selección de herramientas y diseño de estaciones de trabajo que reduzcan los requerimientos de esfuerzo de los trabajadores y tiempo de levantamiento de materiales, que promuevan mejora de posturas de trabajo. Establecimiento de turnos rotativos y tiempos de descanso, incluido el personal administrativo. • Material Particulado Aplicación de agua para minimizar el levantamiento de polvo debido al desplazamiento de vehículos. Procedimiento para entrega y uso de equipos de protección personal tales como máscaras contra polvo, cuando los niveles de material particulado sean excesivos. • Deslizamientos y Caídas Procedimiento e implementación sobre buenas prácticas de limpieza de frentes de trabajo, a través de las cuales el material de construcción y restos de demolición sean dispuestos en áreas donde trabaja el personal de obra. Limpieza regular de desechos y líquidos derramados. Identificación y localización de cables eléctricos y sogas (cuerdas) existentes en áreas comunes y corredores empleados por el personal. Uso de calzado con suela antideslizante y protección para caída de objetos en los pies. • Espacios Confinados y Excavaciones Establecimiento de medios seguros para entrada y salida de las excavaciones, tales como pendientes escalonadas, rutas de acceso escalonadas o escaleras permanentes o móviles. Prevención de la operación de equipo de combustión por prolongados períodos de tiempo dentro de las áreas de excavación donde otros trabajadores deben ingresar, a menos que el área cuente con ventilación adecuada. Instalación de sistemas de ventilación donde sea requerido. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Pérdidas materiales y daños a la salud de los trabajadores	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de procedimientos elaborados / Número de procedimientos planificados. Número de eventos de capacitación ejecutados / Número de eventos de capacitación planificados	Informe de procedimientos aprobados y registros de asistencia de participantes y fotográficos de divulgación de los mismos.	
Plazo:	Código No.PSS-C-04	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 153

Plan de seguridad y salud ocupacional.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Dotación de Equipos de Protección Personal (EEP).	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Dotar al personal de Equipos de protección personal de manera que se minimice el riesgo y la ocurrencia de incidentes o accidentes.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Deberán proveerse de los equipos de protección personal (EPP) específicos para cada puesto de trabajo, así como dotar al personal de la dotación básica: ropa de trabajo, casco, botas industriales, entre otros. Los siguientes EPP son indispensables para dotar a los trabajadores y técnicos conforme a su función de construcción y operación de la obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección de la cara y los ojos. Se emplearán en labores en que la cara o los ojos de los trabajadores puedan ser alcanzados por fragmentos despedidos en actividades como suelda, corte, etc. Se recomienda dotar de gafas anti-impacto o mascarillas de soldador. • Protección de cabeza. Se usarán para labores en que las personas estén expuestas a materiales y herramientas que se caiga desde alturas. Se proporcionará de cascos duros de metal, fibra de vidrio o base plástica suspendidos con una estructura de correas ajustables. • Protección de manos. Se recomienda el uso de guantes en tareas en las que las manos estén expuestas a fricciones, golpe cortaduras, etc. Los guantes serán de neopreno, cuero, lana o plástico, según la función. • Protección del sistema respiratorio. Las mascarillas o respiradores se usarán al trabajar en ambientes donde se produzcan partículas en suspensión y gases o vapores. • Protección de pies Se dotará a los trabajadores de botas con puntas de acero para evitar lesiones en los pies. • Protección de columna vertebral Al personal que el trabajo les implica efectuar cargas o fuerzas se le debe proveer de fajas anti-lumbag para evitar lesiones en la columna vertebral, además de todo tipo de hernias (discal, umbilical, inguinal inguiescrotal). El supervisor deberá exigir el uso correcto de este equipo de protección. • Protección auditiva Se dotará a los trabajadores de tapones auditivos para atenuar niveles altos de ruido. 		
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Pérdidas materiales y daños a la salud de los trabajadores	
Indicadores de Cumplimiento		Medios de Verificación
Número de EPP entregados / Número de trabajadores que requieren los EPP		Registros de entrega de EPPs y registros fotográficos mensuales de uso de los mismos en su puesto de trabajo.
Plazo:		Código No.PSS-C-05

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.8. Plan de Relaciones Comunitarias

8.8.1. Objetivos

- Establecer y realizar un programa de relaciones comunitarias con comunicación bidireccional, respetando la identidad, cultura e intereses de los habitantes del área de influencia del Proyecto.
- Los beneficiarios deberán estar permanentemente informados de la ejecución de los diferentes trabajos a ser ejecutados en el proyecto, y sobre todo del cumplimiento por parte de todo el personal del contratista, que están inmersos en el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 154

Plan de relaciones comunitarias.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Información del Proyecto a la Ciudadanía	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
<p>Informar a la población del área de influencia sobre las distintas actividades de las fases del proyecto, lo que permitirá evitar potenciales conflictos por deficiente información. Aplicar el proceso de participación social establecido en la Legislación Ambiental y en el Decreto Ejecutivo No. 1040.</p>		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>La empresa Contratista promoverá, junto con el apoyo de los líderes locales, reuniones informativas, preparará y socializará las disposiciones de comportamiento de los trabajadores, así como se preocupará la divulgación sencilla y eficiente del contenido del Plan de Manejo Ambiental. Las tareas a ejecutarse serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de iniciar la obra, el Contratista convocará a reuniones con representantes de la ciudadanía. (área de influencia de la obra) beneficiaria o afectada por la ejecución y operación de la vía. El objetivo de estas reuniones será dar a conocer el proyecto, sensibilizar a los asistentes sobre el funcionamiento e importancia del proyecto vial a ejecutarse, y cómo éste sistema afectará y contribuirá a mejorar las condiciones de la vialidad en el área del proyecto. Se repartirá una hoja volante a cada asistente. • Durante el tiempo que dure la obra, el Contratista deberá contar en obra con un Ingeniero Ambiental. Para recibir las inquietudes de la comunidad y coordinar el desarrollo del manejo de la información y participación ciudadana. • La empresa Contratista en conjunto con los representantes de la ciudadanía convocarán a los habitantes del sector a reuniones para socializar el contenido del proyecto, las características importantes de la obra, descripción, duración, costos, horarios de trabajo y procedimientos de atención a las inquietudes de la comunidad, presentar a los diferentes actores de la obra, así como a los representantes del GAD de la Ciudad y la Fiscalización. De cada una de las reuniones señaladas anteriormente se elaborará un acta, donde constarán los acuerdos y obligaciones, tanto de la comunidad, como del Contratista y la firma de los asistentes. Se entregará una copia del Acta de los actores involucrados en el proyecto. • El Contratista programará y realizará las reuniones, establecidas en el presente PMA, con la participación de los representantes y líderes del área de influencia del proyecto, durante la ejecución de la obra, para dar a conocer los avances de la obra y sus implicaciones para la comunidad y solicitar su colaboración, para que la obra pueda tener la debida sostenibilidad. También se deberán desarrollar una serie de reuniones con representantes de la ciudadanía para canalizar sus quejas y recomendaciones para el mejor desarrollo de la obra, en especial en lo que hace referencia a la ocurrencia de impactos ambientales significativos. • Capacitar a los trabajadores sobre el obligatorio cumplimiento del código de conducta que tendrán que cumplir, en su relación con las comunidades en el tiempo de construcción. • Documentar todos los procesos de comunicación con las comunidades de manera verificable. 		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 155

Plan de relaciones comunitarias.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Comunicación del Programa de Cierre Temporal de Vías	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Prevenir posibles conflictos sociales que se puedan generar por falta de información de las actividades e impactos que genere el proyecto principalmente durante la fase de construcción.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
La empresa Contratista unos ocho días antes de ejecutar cierres totales o parciales de vías del área de influencia ambiental por necesidades de ejecución de la obra, deberá realizar la emisión de cuñas radiales, en tres emisoras de alta sintonía en el área de influencia de la obra, sobre las características básicas de la obra, los cierres parciales de las vías y las rutas alternas a ser utilizadas, de manera que la ciudadanía se mantenga bien informada sobre el desarrollo de la obra. Las cuñas radiales se las emitirán conforme se registren avances de obra y que se requieran comunicar al público que circula por el área.		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Generación de problemas a los ciudadanos por falta de información del cierre de vías.	Protestas de la comunidad, accidentes con daño a terceros	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de actividades de comunicación de cierre de vías ejecutadas / Número de actividades de comunicación de cierre de vías planificadas.	Registros fotográficos y documentos, incluidos en informes mensuales, de las actividades de comunicación efectuadas en forma adecuada.	
Plazo:	Código No. PRC-C-2	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 156**Plan de relaciones comunitarias.**

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Empleo Temporal	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Crear fuentes de trabajo que ocupen la mano de obra local, para que la población reciba beneficios directos por la construcción de la obra.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
Incluir a la mano de obra no calificada del área de influencia directa para trabajos de servicios indirectos y temporales en la fase de construcción de la vía. Las tareas que contempla esta medida se indican a continuación:		
Se contratará temporalmente mano de obra local no calificada, para las diferentes actividades que ejecute la empresa Contratista y sus subcontratistas durante la etapa de construcción de la obra. Documentar la incorporación de mano de obra local no calificada en las obras.		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 157**Plan de relaciones comunitarias.**

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de problemas ambientales por falta Conflictos socio-ambientales de difusión de las características de la obra.	Conflictos socio-ambientales
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de trabajadores del área de influencia contratados / Número de trabajadores totales de la obra.	Informe mensual sobre la cantidad de trabajadores del área de influencia de la obra contratados en la obra.
Plazo:	Código No.PRC-C-3

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 158

Plan de relaciones comunitarias.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Reclamos y Acuerdos	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Prevenir posibles conflictos sociales que se puedan generar por insuficiente grado de información de las actividades e impactos que genere el proyecto principalmente durante la etapa de operación.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Cuando las quejas, reclamos y las discrepancias con los grupos de interés no son identificados, prevenidos o manejados adecuadamente, es frecuente que los incidentes se agraven hasta causar un significativo impacto en la ejecución de la obra, el promotor y los intereses locales. Para hacer frente a estos problemas, se debe trabajar en la atención de estas posibles disputas con el claro propósito de llegar a acuerdos colectivos, transparentes y justos, y si es necesario, establecer compensaciones o indemnizaciones. El Programa de Acuerdos que debe ser formulado por el Promotor de la obra y estará orientado a resolver de manera armoniosa las disputas o conflictos que puedan suscitarse por la realización del proyecto, se debe basar en tres principios básicos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Promotor de la obra establecerá los procedimientos necesarios para que las personas o grupos afectados puedan registrar una queja o un reclamo sin incurrir en gastos y con la seguridad de obtener una solución oportuna y satisfactoria de su queja o reclamo. • La mejor forma de resolver las quejas, en caso sea necesario, será a través de la mediación con instituciones locales que cuenten con legitimidad entre la población local. La Promotor hará todo lo posible para resolver las quejas en la localidad que se viera afectada o impactada por la intervención del proyecto. Así mismo, se tendrá como una directriz de acción y de primer orden el evitar recurrir a instituciones superiores de justicia que traspasen el régimen local y su requerimiento se dará sólo como último recurso. • La ejecución del Programa de Acuerdos será consecuencia de quejas, incidentes, accidentes o daños a terceros, los cuales hayan sido debidamente sustentados. En caso de ser necesario, el Programa permitirá orientar los esfuerzos hacia el desarrollo de un proceso o acuerdo amplio, colectivo, transparente y justo. La empresa Contratista podrá desarrollar el programa en forma directa con los individuos, representantes de los gremios, sociedad civil involucradas con este proyecto. 		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 159

Plan de relaciones comunitarias

<p>El proceso de ejecución del Programa de Reclamos y Acuerdos contempla la siguiente secuencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atención de quejas y reclamos. • Acuerdos institucionales. Acuerdos en segunda instancia. • Compensación e indemnizaciones. • Medidas de manejo adicionales. <p>El Promotor elaborará un expediente por cada caso que se presente, llamado Expediente de Acuerdos, el contenido de este documento será el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La queja o la preocupación recibida. • La respuesta inicial del Proyecto ante esta queja o preocupación. • La respuesta inicial del interesado a la contestación del promotor. 	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de problemas a los ciudadanos por afectaciones menores no detectadas en la etapa de construcción.	Protestas de la comunidad por daños.
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de reclamos planteados / Número de reclamos solucionados.	Registros de la aplicación de Expedientes de Acuerdos y número de acuerdos logrados.
Plazo:	Código No.PRC-OM-1

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.9. Plan de Contingencias

Indica los procedimientos y acciones básicas de respuesta que se tomarán para hacer frente de manera oportuna, adecuada, efectiva y con los recursos requeridos la eventualidad de incidentes, accidentes y estados de emergencia que pudieran ocurrir durante las fases de construcción, operación y mantenimiento de la obra, como accidentes, incendios, explosiones, evacuaciones y cualquier otra situación de emergencia. Simultáneamente, se describen también la organización, procedimientos, los tipos y cantidades de equipos, materiales y mano de obra requeridos para responder a los distintos tipos de emergencias.

Dicho plan se ha elaborado considerando los distintos rubros que comprende el proyecto de Ampliación a 4 Carriles de la Vía Montecristi La Cadena en la Provincia de Manabí, desde su fase de inicio hasta la fase de operación. Además, se ha incluido las características técnicas del proyecto, condiciones geográficas y experiencias de obras similares ya ejecutadas como la tratada en este trabajo.

El plan será complementado con el Plan Operativo de Contingencia (POC) el cual indicará a detalle los procedimientos de contingencia durante las distintas fases del proyecto: construcción, operación y mantenimiento de la obra.

8.9.1. Objetivos

El Plan de Contingencias tiene como objetivo, prevenir y controlar acciones no planificadas, pero previsibles, y describir la capacidad de respuesta inmediata para controlar las emergencias de manera oportuna y eficaz. Dicho plan engloba la estrategia de respuesta para cada tipo de accidentes y emergencias potenciales, pero permite flexibilidad para mitigar eficazmente a situaciones imprevistas.

Tabla 160

Plan de contingencias.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE CONTINGENCIAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Contingencias en la etapa de Construcción.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
<p>Proveer de un documento sencillo que dirija los aspectos más importantes para activar la respuesta requerida ante diferentes situaciones de contingencia en la ejecución de la obra. Proporcionar los trabajadores los lineamientos a seguir para responder rápida y eficazmente ante un evento que genere riesgos a su salud, las instalaciones físicas, maquinaria y equipos ambiente.</p>		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>La empresa Contratista deberá formular el Plan de Contingencias, específico para el proyecto, el mismo que deberá incluir el mapa de riesgos, puntos de encuentros, mapas de ubicación de extintores y botiquines, además de los aspectos que se indican a continuación:</p> <p>Fases de una Contingencia</p> <p>De acuerdo a las características de la obra, las fases de una contingencia se dividen en detección y notificación, evaluación e inicio de la reacción y control.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detección y Notificación <p>En esta etapa se trata de identificar los peligros que puede presentar la empresa, tipificándolos en una serie de accidentes cuya ocurrencia es factible y que pueden dar lugar a impactos adversos.</p> <p>Ø Propios de la actividad:</p> <p>Incendios, explosiones</p> <p>Ø Entorno Mecánico:</p> <p>Incidentes y accidentes de tránsito (choques, volcamientos, etc.)</p> <p>Ø Entorno Natural:</p> <p>Sismos, temblores, terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones.</p> <p>Al detectarse una contingencia durante el desarrollo de la construcción de la vía, la misma deberá ser informada de inmediato al Superintendente de Obra y al Jefe de Seguridad, Salud y Ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación e Inicio de la Acción <p>Una vez producida la contingencia y evaluada por el Superintendente de la Obra y/o Jefe de Seguridad, Salud y Ambiente se iniciarán las medidas de control y contención de la misma.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control <p>El control de una contingencia exige que el personal de la obra esté debidamente capacitado para actuar bajo una situación de emergencia. Este control implica la participación de personal propio, utilización de los elementos y disponer las actividades y equipos necesarios para actuar en consecuencia como amerita la urgencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitación del Personal <p>Durante el desarrollo de las actividades del proyecto, la capacitación de los trabajadores consistirá en charlas de seguridad industrial y ambiental. Es importante que cada trabajador de la obra entienda la obligación de reportar todos los accidentes/incidentes de salud, seguridad o ambiente, como medida de reforzamiento del sistema de prevención de nuevos eventos de riesgo.</p>		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 161**Plan de contingencias**

La Brigada de Emergencias, constará de un cierto número de personas que dependerá de la dotación de personal de cada sección, frente de obra, etc. Todos los miembros del equipo de la Brigada de Emergencias recibirán capacitación académica y entrenamiento específico, de acuerdo a cada tipo de emergencia. Dicho equipo deberá realizar simulacros y verificar el estado de los equipos de contingencia, protección personal y comunicaciones. De todos los eventos de capacitación se llevarán registros que incluyan fecha, tema abordado, instructor (a), lista de asistentes, duración, formulario de evaluación, lista de personal aprobado (en el caso de eventos formales), entre otros.	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de eventos naturales o antrópicos con amenaza de daños personales y materiales.	Afectación a trabajadores de la obra y daños materiales.
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Formulación y aplicación del Plan de Contingencias.	Registros de aplicación de las fases del Plan de Contingencias
Plazo:	Código No.PDC-C-1

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.9.2. Descripción de medidas ambientales durante la etapa de operación y mantenimiento

Tabla 162**Plan de contingencias.**

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE CONTINGENCIAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Contingencias en la etapa de Operación y Mantenimiento.	COMPAÑÍA CONSTRUCTORA	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Proveer de un documento sencillo que direcciona los aspectos más importantes para activar la respuesta requerida ante diferentes situaciones de contingencia en la operación del Proyecto. Proporcionar los trabajadores los lineamientos a seguir para responder rápida y eficazmente ante un evento que genere riesgos a su salud, las instalaciones físicas, maquinaria y equipos y al ambiente, en la etapa de operación y mantenimiento.		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 163

Plan de contingencias.

Descripción de la medida y actividades a realizar:	
<p>Fases de una Contingencia De acuerdo a las características de la obra, las fases de una contingencia se dividen en detección y notificación, evaluación e inicio de la reacción y control.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detección y Notificación <p>En esta etapa se trata de identificar los peligros que puede presentar la empresa, tipificándolos en una serie de accidentes cuya ocurrencia es factible y que pueden dar lugar a impactos adversos. Propios de la actividad: Incendios, explosiones, riesgos mecánicos Entorno Mecánico: Incidentes y accidentes de tránsito (choques, volcamientos, etc.) Entorno Natural: Sismos, temblores, terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones. Al detectarse una contingencia durante el desarrollo de la construcción de la obra, la misma deberá ser informada de inmediato al Superintendente de Obra y al Jefe de Seguridad, Salud y Ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación e Inicio de la Acción <p>Una vez producida la contingencia y evaluada por el Superintendente de la Obra y/o Jefe de Seguridad, Salud y Ambiente se iniciarán las medidas de control y contención de la misma.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control <p>El control de una contingencia exige que el personal de la obra esté debidamente capacitado para actuar bajo una situación de emergencia. Este control implica la participación de personal propio, utilización de los elementos y disponer las actividades y equipos necesarios para actuar en consecuencia como amerita la urgencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitación del Personal <p>Durante el desarrollo de las actividades del proyecto, la capacitación de los trabajadores consistirá en charlas de seguridad industrial y ambiental. Es importante que cada trabajador de la obra entienda la obligación de reportar todos los accidentes/incidentes de salud, seguridad o ambiente, como medida de reforzamiento del sistema de prevención de nuevos eventos de riesgo. La Brigada de Emergencias, constará de un cierto número de personas que dependerá de la dotación de personal de cada sección, frente de obra, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento a Brigadistas <p>Todos los miembros de la Brigada de Emergencias, recibirán capacitación académica y entrenamiento específico, de acuerdo a cada tipo de emergencia. Dicho equipo deberá realizar simulacros y verificar el estado de los equipos de contingencia, protección personal y comunicaciones. De todos los eventos de capacitación se llevarán registros que incluyan fecha, tema abordado, instructor (a), lista de asistentes, duración, formulario de evaluación, lista de personal aprobado (en el caso de eventos formales), entre otros.</p>	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de eventos naturales o antrópicos con amenaza de daños personales y materiales.	Afectación a trabajadores de la obra y daños materiales.
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Formulación y aplicación del Plan de Contingencias.	Registros de aplicación de las fases del Plan de Contingencias
Plazo:	Código No.PDC-C-1

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.10. Plan de Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad ambiental

En el presente plan los monitoreos se ejecutarán únicamente en caso de registrarse o documentarse quejas por parte de la población circundante. Una vez realizado el monitoreo y en caso de sobrepasar los valores de niveles máximos permisibles estipulados en las normas y ordenanzas ambientales vigentes, la empresa Contratista deberá aplicar medidas correctivas, hasta cumplir con los valores de límites máximos permisibles establecidos en las normas ambientales vigentes.

Los monitoreos deberán realizarse en laboratorios debidamente autorizados ante el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano).

8.10.1. Objetivos

Verificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, a través de la ejecución del control y seguimiento de los parámetros requeridos por la legislación ambiental vigente.

Respaldar con evidencia el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental a través de recorridos de supervisión ambiental.

Tabla 164**Plan de monitoreo y seguimiento.**

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Monitoreo del Nivel Sonoro.	Empresa Constructora	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar la vigilancia de niveles de ruido en el área de influencia del proyecto.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>La empresa Contratista deberá realizar un monitoreo permanente de los niveles de ruido en los frentes de trabajo, por efecto del uso de los equipos de construcción, maquinarias, transporte y demás actividades que provocan niveles de ruidos superiores a los establecidos en las normas ambientales ecuatorianas, en especial Los Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Móviles, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), promulgado en el Acuerdo Ministerial 097A del 4 de noviembre del 2015.</p> <p>El ruido será determinado en sitios próximos a las principales fuentes de ruido y en los receptores más cercanos, conforme la ubicación de los diferentes frentes de trabajo.</p> <p>Entre otras, las principales fuentes de ruido que se deberán vigilar, son: perforadoras, martillos hidráulicos, maquinaria pesada móvil, etc. Se deberá establecer la diferencia entre el nivel de ruido cuando operan las máquinas y el nivel de ruido de fondo (sin operación de máquinas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estaciones de muestreo: cuatro estaciones. • Ubicación de las estaciones: dos en receptores (interior de viviendas, escuelas, colegios, donde sea aplicable) y dos en fuentes generadoras de ruido, incluidos volquetes y maquinaria escogidas. • Tiempo de duración de las mediciones: mínimo de 5 muestras, de 15 segundos cada una. 		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 165**Plan de monitoreo y seguimiento**

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de altos niveles de ruido.	Contaminación sonora.
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de mediciones realizadas / Número de mediciones requeridas.	Registros de mediciones bimensuales de niveles de ruido
Plazo:	Código No.PMS-C-1

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 166

Plan de monitoreo y seguimiento

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Monitoreo de Niveles de Material Particulado	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar la vigilancia de material particulado en el área de influencia del proyecto.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Realizar un monitoreo permanente del control de la emisión de polvo (material particulado), por efecto del uso de los equipos de construcción, maquinarias, transporte y otras actividades que provocan niveles de polvo, para ser evaluadas respecto a la Norma de Calidad de Aire Ambiente, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), y la reforma contemplada en el Acuerdo Ministerial 097A del 4 de noviembre del 2015, realizar mediciones del polvo no solo en los lugares de construcción de la obra, sino también en los sectores aledaños a la construcción de la obra.</p> <p>El material particulado será determinado en cuatro estaciones estratégicamente ubicadas, dando preeminencia a sitios cercanos a los principales receptores (considerar la dirección predominante de los vientos en la zona), se medirán los niveles de material particulado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duración del muestreo por cada estación: 24 horas. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Generación de altos niveles de material particulado.	Contaminación del aire.	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Cumplimiento Número de mediciones realizadas / Número de mediciones requeridas	Registros de mediciones bimensuales de niveles de material particulado	
Plazo:	Código No.PMS-C-2	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 167

Plan de monitoreo y seguimiento

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Monitoreo de Niveles de Gases de Combustión.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 168

Plan de monitoreo y seguimiento

Objetivo:	
Realizar la vigilancia de gases de combustión en el área de influencia del proyecto.	
Descripción de la medida y actividades a realizar:	
<p>Este trabajo consistirá en realizar el monitoreo de la emisión de gases de combustión, por efecto del uso de los equipos de construcción, maquinarias, transporte y los gases producidos por el funcionamiento de la maquinaria en el área de la construcción, para ser evaluadas respecto a la Norma de Calidad de Aire Ambiente, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA) y la reforma contemplada en el Acuerdo Ministerial 097A del 4 de noviembre del 2015 para lo cual es necesario, realizar mediciones en las zona aledañas a la construcción del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duración del muestreo por cada estación: 8 horas. <p>En caso de que se genere un posible riesgo para la salud de las personas porque las mediciones de cualquiera de los gases anotados detectan que se están excediendo los límites máximos permisibles que constan en la normativa ambiental vigente, la Fiscalización deberá inmediatamente suspenderse el procedimiento de trabajo en desarrollo y sobre la partida elaborar otro método de trabajo con una medida ambiental para esta actividad específica.</p>	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Generación de altos niveles de gases de combustión.	Contaminación del aire.
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de mediciones realizadas / Número de mediciones programadas	Registros de mediciones bimensuales de niveles de gases de combustión
Plazo:	Código No.PMS-C-3

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 169 Plan de monitoreo y seguimiento

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Vigilancia de Capacitación al Personal de la Obra sobre Protección Ambiental.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar la vigilancia de la ejecución de las actividades de capacitación sobre aspectos de ambiente, seguridad industrial y salud ocupacional.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>La empresa Contratista deberá ejecutar formular y ejecutar un programa de capacitación dirigido a todo el personal que intervendrá en la ejecución de la obra. El programa deberá abordar aspectos básicos sobre el ambiente de la región y en especial el sector del proyecto, contaminación de los recursos agua, aire y suelo, ruido, recalando sobre la obligación legal y ética del cumplimiento de las disposiciones legales en cada una de las etapas de la construcción y el riesgo que implica tanto para los trabajadores como los pobladores en general, además del medio ambiente circundante, por el incumplimiento de estas disposiciones. La Fiscalización Ambiental deberá evaluar la efectividad del programa de capacitación y difusión permanente a los operadores, trabajadores de la construcción. Además Fiscalización deberá llevar registros de los eventos de capacitación y sus resultados en la función de cada integrante de la construcción de la obra.</p>		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 169**Plan de monitoreo y seguimiento**

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Ocurrencia de accidentes	Daños a la salud y bienestar de los trabajadores.
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Número de eventos de capacitación realizados / Número de eventos de capacitación programados.	Registros de realización de los eventos de capacitación y charlas prejornada
Plazo:	Código No.PMS-C-4

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 170**Plan de monitoreo y seguimiento**

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Monitoreo de Flora Y Fauna.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar acciones de monitoreo de flora y fauna, en especial de aquellas especies que están amenazadas.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>El monitoreo de la afectación al componente biótico debe ser realizado por un especialista biótico, para determinar el grado de alteración a la fauna y flora, y la afectación a áreas sensibles Se preverá una siembra limitada de especies vegetales en área alteradas por el proyecto (escombreras, plataformas para campamento, talleres, planta de asfalto, etc.). El monitoreo de este componente se lo realizará mediante la preparación y aplicación de una lista de chequeo. El monitoreo debe ejecutarse en forma sistemática, los especialistas bióticos en conjunto con el fiscalizador ambiental deberán trabajar con listas de chequeo dinámicas, las que por un lado reúnen todas las medidas ambientales del presente plan de manejo, y por otro debe adaptarse a las etapas de construcción que se estén ejecutando. La lista de chequeo es un instrumento fundamental de monitoreo y seguimiento, por lo que la misma deberá estar acompañada de registros documentales que respalden tanto los cumplimientos ambientales, como los incumplimientos. En el segundo caso, la fiscalización ambiental deberá tener respaldo suficiente para poder solicitar correctivos o en última instancia alguna sanción. En función de estos respaldos documentales, se elaborarán los informes de fiscalización ambiental. Las listas de chequeo deberán tener la firma del fiscalizador ambiental, como responsable de certificar los monitoreos de flora y fauna en el área de influencia de la obra.</p>		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Intervenciones a la flora y fauna en el área de influencia.	Pérdidas de individuos de flora y fauna existentes en el área de influencia de la obra.	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de monitoreos realizados / Número de monitoreos programados	Informes de monitoreo efectuadas mensualmente con registros fotográficos.	
Plazo:	Código No.PMS-C-5	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 171

Plan de monitoreo y seguimiento

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Elaboración de Informes de Cumplimiento.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la verificación del cumplimiento oportuno de las medidas planteadas en el presente Plan de Manejo Ambiental por parte de la Contratista y del Promotor de la Obra. • Realización de monitoreos ambientales de calidad. 		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Se deberá mantener un control y verificación permanente de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de las medidas de prevención de impactos ambientales negativos a los recursos aire, agua, suelo y medidas de prevención de contingencias. • Cumplimiento de los procedimientos de seguridad establecidos. • Entrega y utilización oportuna de los implementos y equipos de seguridad industrial por parte de los trabajadores del proyecto. • Reporte oportuno de los accidentes e incidentes ocurridos, así como el seguimiento e investigación efectuada. • Seguimiento al cumplimiento del programa de demarcación y señalización de los frentes de obra y áreas de trabajo en la construcción del paso elevado. • Evaluación de la efectividad del Plan de Capacitación y Educación Ambiental presente en el documento, en cuanto a su difusión permanente a los de equipos y maquinarias, trabajadores, operarios y trabajadores de la Solución Vial de Conflictos de Movilidad del Acceso Norte a Cuenca, así como los demás involucrados directas e indirectamente en el proyecto. • Se deberá llevar registros actualizados permanentemente de los eventos de capacitación y sus resultados. <p>Informe Ambiental de Cumplimiento (IAC)</p> <p>Los Informes de Cumplimiento deberán ser formulados conforme a lo que establece el Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, específicamente los artículos Art. 262 y 263, que establecen lo siguiente:</p> <p>Art. 262 De los Informes Ambientales de cumplimiento. - Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente.</p> <p>Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación.</p>		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Incumplimiento de normas ambientales vigentes	Sanciones a la empresa Contratista	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de informes realizados/ Número de informes requeridos durante la fase constructiva	Informes ambientales de cumplimientos elaborados y revisados por la autoridad ambiental.	
Plazo:	Código No.PMS-C-6	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 172

Plan de monitoreo y seguimiento

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Elaboración de Informes de Ambientales.	Promotor de la obra	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Realizar la verificación del cumplimiento oportuno de las medidas previstas para la operación y mantenimiento en el presente Plan de Manejo Ambiental por parte del Promotor de la Obra.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Se deberá mantener un control y verificación permanente de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de las medidas de prevención de impactos ambientales negativos a los recursos aire, agua, suelo y medidas de contingencias si fueran necesarias. • Cumplimiento de los procedimientos de seguridad establecidos. • Se deberá llevar registros actualizados permanentemente de los eventos de capacitación y sus resultados. <p>Informe Ambiental de Cumplimiento (IAC) Los Informes de Cumplimiento deberán ser formulados conforme a lo que establece el Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, específicamente los artículos Art. 262 y 263, que establecen lo siguiente: Art. 262 De los Informes Ambientales de cumplimiento. - Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente. Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación. Art. 263 De la periodicidad y revisión. - Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de cumplimiento.</p>		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Incumplimiento de normas ambientales vigentes	Sanciones por parte de la fiscalización y MTOP	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de informes realizados/ Número de informes anuales programados	Informes ambientales de cumplimientos elaborados y revisados por la autoridad ambiental.	
Plazo:	Código No.PMS-OM-4	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.11. Plan de Cierre, abandono y entrega de áreas

El Plan Cierre, Abandono y Entrega de Áreas establece el conjunto de rubros que deberán ejecutarse, para devolver a su estado inicial las zonas intervenidas, tanto de obras temporales como definitivas, por la construcción y operación de la obra durante su vida útil.

8.11.1. Objetivos

El Plan de Abandono para la Construcción del proyecto, debe lograr que, al culminar su vida útil o el tiempo de las obras temporales durante la etapa de construcción, el lugar ocupado por el contratista:

- Minimizar riesgos a la salud y seguridad humana.
- Minimizar o eliminar en su totalidad el impacto al ambiente.
- Seguir los lineamientos, leyes y reglamentos ambientales vigentes a nivel nacional, así como con los requerimientos ambientales.
- No genere responsabilidades inaceptables para presentes o futuros propietarios de los terrenos donde se instalen obras temporales para la construcción de la obra.
- Esté estéticamente aceptable y no afecte al paisaje del área de influencia del proyecto.

8.11.2. Descripción de medidas ambientales durante las fases de construcción y operación

Tabla 173

Plan de cierre, abandono y entrega de áreas

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DE AREAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Abandono y reconfiguración de áreas constructivas temporales.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Mitigar y prevenir los impactos ambientales derivados del cierre y abandono del proyecto.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>Ubicar y disponer adecuadamente los equipos y estructuras que se encuentren en los sitios de trabajo, que no sean necesarios para futuras operaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demoler toda la infraestructura que ya no va a ser utilizada. • Todos los desechos de construcción (peligrosos, no peligrosos y especiales), luego de su clasificación, serán tratados y dispuestos de acuerdo a lo previsto en el plan de manejo de desechos del presente PMA. • La empresa Contratista deberá disponer los escombros hacia lugares autorizados previamente por Fiscalización y la Autoridad Ambiental. Una vez finalizados los trabajos de desmantelamiento de las instalaciones se verificará que éstos se hayan realizado convenientemente, de acuerdo con los requisitos o acuerdos adoptados con la Autoridad Ambiental. En particular se velará porque las disposiciones de los desechos producidos sean trasladadas a rellenos sanitarios autorizados, de acuerdo a su clasificación, y que la limpieza de la zona sea absoluta, procurando evitar pasivos ambientales. • La empresa Contratista tiene la responsabilidad de hacer la excavación y retiro, de existir, cualquier tipo de suelo contaminado producto de accidentes que en el tiempo de funcionamiento de las zonas de almacenamiento de combustibles o durante el abandono se hubieran podido producir, de forma que la superficie quede en condiciones similares a las de su entorno inmediato y preparadas para soportar cualquier otro uso que se pudiera hacer a futuro. 		

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 174

Plan de cierre, abandono y entrega de áreas

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Incumplimientos de ejecución del Plan de Cierre y Abandono.	Contaminación de agua, aire y suelo. Daños a la vegetación y fauna del área de influencia. Daños a propiedades o personas.
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación
Actividades de reconfiguración ejecutadas/ Actividades de reconfiguración programadas.	Informe de cierre y entrega de áreas con fotografías y conformidad de las personas afectadas
Plazo:	Código No.PCA-C-1

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 175

Plan de cierre, abandono y entrega de áreas

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DE AREAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Revegetación y reforestación.	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Mitigar y prevenir los impactos ambientales derivados del cierre y abandono del proyecto.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>El Contratista deberá aplicar lo establecido en el Plan de Paisajismo que forma parte del proyecto, respecto a la vegetación, armonizando las especies establecidas en el indicado plan.</p> <p>En todo caso se considera necesario adquirir material vegetal nativo, en viveros que se encuentren en la zona aledaña al área de influencia del proyecto, que estén dedicados a las actividades de reforestación y revegetación con especies nativas del sector. La actividad será realizada en primera instancia mediante la reposición del suelo orgánico, proporcionando abono en la fase de siembra. Por medio de esta actividad se evita la erosión del suelo y además se trata de reconstruir el hábitat natural, así como establecer una barrera natural entre los costados de la y zonas pobladas cercanas a la misma, que mitigue los niveles de ruido generados por el tráfico de vehículos en la operación.</p>		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Incumplimientos de ejecución del Plan de Cierre y Abandono.	Contaminación de aire. Daños a la vegetación y fauna del área de influencia.	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Superficie revegetada y reforestada ejecutada/ Superficie revegetada y reforestada planificada	Informe de cierre y entrega de áreas con fotografías y conformidad de las personas afectadas	
Plazo:	Código No.PCA-C-2	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 176

Plan de cierre, abandono y entrega de áreas

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DE AREAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Informes de Cumplimiento Ambiental	Empresa Contratista	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Mitigar y prevenir los impactos ambientales derivados del cierre de operaciones del proyecto.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
Los Informes de Cumplimiento deberán ser formulados conforme a lo que establece el Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, específicamente los artículos Art. 262 y 263, que establecen lo siguiente: Art. 262 De los Informes Ambientales de cumplimiento. - Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente. Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación. Art. 263 De la periodicidad y revisión. - Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un Informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de cumplimiento.		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Incumplimientos de ejecución del Plan de Acción de la Auditoría Ambiental.	Sanciones a la empresa Contratista.	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Auditorías realizadas / Auditorias programadas	Documentos de realización de las auditorías ambientales y cumplimiento del PMA y normas ambientales	
Plazo:	Código No.PCA-C-3	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.12. Plan de Restauración, Indemnización y compensación

El Plan de Restauración, Indemnización y Compensación contiene la información necesaria para proceder a establecer acuerdos con los propietarios que se verán afectados por la construcción del proyecto, desde una etapa temprana con el propósito de evitar conflictos que pudieran entorpecer el desarrollo inicial del proyecto.

8.12.1. Objetivos

Implantar un programa de indemnizaciones y compensaciones mediante acuerdos amistosos con los afectados por la construcción de la obra, para liberar las áreas de construcción de la obra desde sus inicios.

Tabla 177

Plan de restauración, indemnización, abandono y entrega de áreas

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES		
PLAN DE RESTAURACIÓN, INDEMNIZACIÓN ABANDONO Y ENTREGA DE AREAS		
Plan:	Responsable:	Lugar de Aplicación:
Indemnización y Compensación.	EMPRESA CONSTRUCTORA	Local, área de influencia directa
Objetivo:		
Establecer acuerdos y cumplir con los procesos de indemnización y compensación a los propietarios.		
Descripción de la medida y actividades a realizar:		
<p>El programa de indemnización y compensación debe ser ejecutado previo al inicio de construcción de la obra, si es del caso.</p> <p>Incluye la elaboración de Fichas individualizadas de las propiedades, construcciones y servicios afectados, en cada una de constará de la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los datos del titular actual, su domicilio, los titulares de derechos viales sobre la propiedad, arrendatarios, inquilinos, usufructuarios, censatarios, etc. • Bienes afectados: aprovechamiento existente • Características y estado de las construcciones afectadas, croquis acotados y fotos representativas de las mismas. • El plano de situación. • Cartel que incluye la referencia de la propiedad con foto general centrada sobre el eje de la obra; de existir más de un aprovechamiento significativo se tomarán fotografías adicionales y se incorporarán hojas adicionales a la ficha. 		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	
Incumplimientos de implantación del Programa de Indemnizaciones.	Conflictos con los propietarios.	
Indicadores de Cumplimiento	Medios de Verificación	
Número de propietarios indemnizadas/ Número de propietarios previstos a ser indemnizados.	Actas de acuerdo suscritas con los propietarios indemnizados	
Plazo:	Código No.PRI-C-1	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.13. Plan de prevención y mitigación de impactos

Tabla 178

Plan de prevención y mitigación e impactos ambientales

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
PROGRAMA DE :	Demarcación y Aislamiento del área del Proyecto							PPM-C-01
OBJETIVOS:	Delimitar las áreas y frentes de trabajo dentro de la obra de manera que se evite el ingreso de personas no autorizadas para prevenir el riesgo de accidentes y contingencias de trabajadores y visitantes a la obra							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de influencia directa							
Inadecuada señalización en el área de influencia de la obra.	Riesgos de accidentes para los trabajadores de la obra y para terceras personas	Demarcación y aislamiento de la obra	Cantidad de señales instaladas	Registros de las señales instaladas en campo	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Transporte de Materiales y movimiento de maquinarias.							PPM-C-02
OBJETIVOS:	Lograr un adecuado flujo y desplazamiento de maquinarias al interior del área de influencia de la obra							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia directa							
Inadecuado control de tráfico en el área de la obra.	Riesgos de accidentes para los trabajadores de la obra.	Planificación y distribución del tráfico vehicular, operación de maquinarias y áreas peatonales.	Cantidad de señales instaladas	Registros de las señales instaladas en campo	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Prevención y control de ruidos y vibraciones.							PPM-C-03

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

Tabla 179

Plan de prevención y mitigación e impactos ambientales

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
OBJETIVOS:	Control de generación de ruidos y vibraciones para cumplir con las normas ambientales y de seguridad industrial vigentes a nivel nacional.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de influencia directa							
Generación de altos niveles de ruido y vibraciones.	Contaminación sonora. Afectaciones por vibraciones	Prevención y control de ruidos y vibraciones.	Cantidad de mantenimientos ejecutados	Registros de mantenimientos ejecutados	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Control de material particulado (polvo).							PPM-C-04
OBJETIVOS:	Control de la generación de polvo proveniente de áreas abiertas y actividades constructivas en el área de influencia de la obra.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia directa							
Generación material particulado	Contaminación de aire	Hidratación del suelo	Cantidad de agua aplicada para hidratación	Registros de la cantidad diaria de agua aplicada para hidratación, fotos	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Control de Emisiones de Gases de Combustión							PPM-C-05
OBJETIVOS:	Aplicar un programa de control y mantenimiento de vehículos y maquinaria pesada que no contaminen el aire.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia directa							
Control de emisiones de gases de combustión	Contaminación de aire	Control de emisiones de gases de combustión	Cantidad de mantenimientos ejecutados por mes	Registros del número de mantenimiento de equipos, maquinaria ejecutados	Empresa Contratista	1	Mensual	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 180

Plan de prevención y mitigación e impactos ambientales

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
PROGRAMA DE:	Cierre Temporal de Vías							PPM-C-6
OBJETIVOS:	Mantener un tráfico fluido y seguro debido a la implantación de desvíos temporales requeridos para la ejecución de la obra.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia directa							
Riesgo de accidentes debido inadecuada ejecución del cierre temporal de vías.	Ocurrencia de accidentes	Cierre temporal de vías	Número de cierres de vía ejecutados/Número de cierres planificados	Registros escritos de coordinación con la Agencia de Tránsito Municipal e información a la ciudadanía.	Empresa Contratista	1	Mensual	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.14. Plan de manejo de desechos

Tabla 181

Plan de manejo de desechos

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
PROGRAMA DE:	Control de materiales de construcción y material de desalojo.							PMD-C-01
OBJETIVOS:	Realizar el adecuado manejo de material de construcción y material de desalojo de la obra para no afectar al entorno							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							
Disposición de materiales de desalojo.	Contaminación de agua y suelo	Control de materiales de construcción y material de desalojo.	Inspecciones de verificación de estado de escombreras realizadas / Inspecciones de verificación de estado de escombreras planificadas	Registros semestrales de cumplimiento de adecuada disposición final de material de desalojo en las escombreras	Empresa Contratista	1	Trimestral	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 182

Plan de manejo de desechos

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
LUGAR APLICACIÓN:	Área de influencia directa							
Generación de desechos sólidos No peligrosos	Contaminación de suelo y agua	Manejo de residuos sólidos No peligrosos.	Cantidad de residuos sólidos no peligrosos dispuestos adecuadamente / Cantidad de residuos sólidos no peligrosos generados	Informe con registros de residuos sólidos no peligrosos dispuestos de forma ambientalmente correcta	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Manejo de Desechos Líquidos y Excretas.							
OBJETIVOS:	Realizar el adecuado manejo de los desechos líquidos y excretas durante la construcción de la obra							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia directa							
Disposición de desechos líquidos y excretas.	Contaminación del agua	Manejo de Desechos Líquidos y Excretas.	Inspecciones de verificación de operación de disposición de aguas residuales ejecutadas	Registros semanales de cumplimiento de disposición final de los desechos líquidos y excretas	Empresa Contratista	1	Mensual	PMD-C-03
PROGRAMA DE:	Gestión de los desechos peligrosos.							
OBJETIVOS:	Realizar una correcta gestión de transporte y disposición final de los desechos peligrosos en la construcción de la obra							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia directa							PMD-C-04

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 183**Plan de manejo de desechos**

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
Generación de desechos sólidos peligrosos.	Contaminación de suelo y agua	Gestión de residuos sólidos peligrosos.	Cantidad de residuos peligrosos dispuestos ambientalmente aceptable cantidad de residuos peligrosos generados.	Registros de residuos sólidos peligrosos dispuestos correctamente.	Empresa Contratista	1	Trimestral	

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

8.15. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental

Tabla 184

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
PROGRAMA DE:	Comunicación Informativa sobre el Proyecto.							PMD-C-01
OBJETIVOS:	Prevenir conflictos sociales por falta de información de los impactos que se generan en la fase de construcción de la obra							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							
Generación de impactos ambientales por falta conocimiento del proyecto.	Molestias y protestas de la ciudadanía	Comunicación Informativa sobre el Proyecto de Autopista.	Número de medidas de comunicación ejecutadas / Número de medidas de comunicación planificadas	Registros mensuales de la implantación del programa de comunicación	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Capacitación Ambiental.							PMD-C-02
OBJETIVOS:	Implementar un programa de capacitación y educación ambiental para prevenir y mitigar posibles impactos ambientales							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 185

Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
Generación de impactos ambientales por falta de educación ambiental.	Contaminación de aire, agua y suelo. Daños a flora y fauna	Capacitación Ambiental.	Número de eventos de capacitación ejecutados / Número de eventos de capacitación planificados.	Registros mensuales de la implantación del programa de comunicación	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Capacitación en riesgos de trabajo y seguridad industrial..							PMD-C-03
OBJETIVOS:	Implementar programas de capacitación de riesgos de trabajo y sus correspondientes medidas de protección							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							
Generación de impactos ambientales por falta de capacitación al personal.	Contaminación de suelo y agua.	Capacitación ambiental y en riesgos de trabajo y seguridad industrial	Número de medidas de capacitación , ejecutadas / Número de medidas de capacitación planificadas.	Registros e informes de eventos de capacitación en seguridad industrial ejecutados.	Empresa Contratista	1	Semestral	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.16. Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo

Tabla 186

Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
PROGRAMA DE:	Seguridad Industrial							PSS-C-01
OBJETIVOS:	Implementar el programa de seguridad para prevenir la ocurrencia de accidentes.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Afectación a la salud de los trabajadores y pérdidas materiales	Gestión de seguridad industrial	Número de actividades de seguridad industrial ejecutadas / Número de actividades de seguridad industrial ejecutadas.	Registros mensuales cumplimiento del plan de SSO y leyes de seguridad industrial vigentes.	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Salud Ocupacional							PSS-C-02
OBJETIVOS:	Implementar un programa de salud ocupacional para prevenir enfermedades ocupacionales a los trabajadores							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

Tabla 187

Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
Ocurrencia de enfermedades profesionales	Afectación a la salud de los trabajadores	Gestión en salud ocupacional	Número de actividades de salud ocupacional ejecutadas / Número de actividades de salud ocupacional programadas.	Registros mensuales cumplimiento del plan de SSO y leyes de salud vigentes.	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Señalización de Seguridad Industrial en obra.							PSS-C-03
OBJETIVOS:	Mantener señalética de seguridad en las diferentes áreas de trabajo para prevenir posibles accidentes.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Afectación a la salud e integridad de los trabajadores	Señalización de Seguridad Industrial en los frentes de trabajo de la autopista	Número de señales de seguridad industrial instaladas / Número de señales de seguridad industrial planificadas.	Informe mensual de instalación de señalética y registros fotográficos de la misma.	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Elaboración y Aplicación de Procedimientos Básicos para Protección del Personal							PSS-C-04
OBJETIVOS:	Aplicar procedimientos de seguridad industrial por puesto de trabajo para reducir al mínimo los accidentes laborales.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

Tabla 188

Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Afectación a la salud e integridad de los trabajadores	Formulación de procedimientos de seguridad industrial y salud ocupacional por puesto de trabajo para prevenir la ocurrencia de accidentes	Número de procedimientos elaborados / Número de procedimientos planificados. Número de eventos de capacitación, ejecutados / Número de eventos de capacitación planificados.	Informe de procedimientos aprobados y registros de asistencia de participantes y fotográficos de divulgación de los mismos	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Dotación de Equipos de Protección Personal (EPP).							PSS-C-05
OBJETIVOS:	Dotar al personal de equipos de protección personal para minimizar ocurrencia de accidentes en la etapa de construcción							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							
Ocurrencia de incidentes - accidentes.	Afectación a la salud e integridad de los trabajadores	Dotar los equipos de protección personal (EPP) específicos para cada puesto de trabajo, a todos los trabajadores y verificar su correcta utilización	Número de EPP, entregados / Número de trabajadores que requieren los EPP.	Registros de entrega de EPPs y registros fotográficos mensuales de uso de los mismos en su puesto de trabajo	Empresa Contratista	1	Mensual	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

8.17. Plan de relaciones comunitarias.

Tabla 189

Plan de relaciones comunitarias.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
PROGRAMA DE:	Información del Proyecto a la Ciudadanía							PRC-PIP-C-1
OBJETIVOS:	Informar a la población de las actividades de las fases del proyecto.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							
Problemas con la comunidad por inadecuado nivel de información sobre la operación de la planta de tratamiento.	Conflictos socio ambientales	Información de la autopista	Número de reuniones realizadas / Número de reuniones planificadas.	Informe y registros fotográficos, documentos firmados por los participantes en las reuniones	Empresa Contratista	1	Trimestral	
PROGRAMA DE:	Comunicación del Programa de Cierre Temporal de Vías							PRC-PIP-C-2
OBJETIVOS:	Prevenir conflictos sociales por falta de información oportuna de las actividades constructivas.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

Tabla 190

Plan de relaciones comunitarias

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
Generación de problemas a los ciudadanos por afectaciones por la operación de la planta de tratamiento.	Conflictos socio ambientales	Formulación y aplicación oportuna de un programa de cierre temporal de vías Número personas informadas sobre cierre temporal de vías	Número personas informadas sobre cierre temporal de vías / Número personas afectadas sobre cierre temporal de vías.	Registros de la información sobre cierre de vías indicada a pobladores y usuarios de vías.	Empresa Contratista	1	Semestral	
PROGRAMA DE:	Empleo Temporal							PRC-CMOL-C-1
OBJETIVOS:	Ocupar mano de obra local, para que la población reciba beneficios directos por la construcción de la obra							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							
Generación de problemas a los ciudadanos por afectaciones por la operación del campamento.	Conflictos socio ambientales	Reclamos y acuerdos	Número de trabajadores del área de influencia contratados / Número de trabajadores totales de la obra.	Informe mensual sobre la cantidad de trabajadores del área de influencia de la obra contratados en la obra.	Empresa Contratista	1	Mensual	
PROGRAMA DE:	Reclamos y Acuerdos							PRC-PC-C-1
OBJETIVOS:	Prevenir conflictos sociales por falta de información oportuna de las actividades constructivas.							
LUGAR APLICACIÓN:	Área de Influencia Directa							

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 191

Plan de relaciones comunitarias.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
Generación de problemas a los ciudadanos por afectaciones por la operación del campamento.	Conflictos socio ambientales	Reclamos y acuerdos.	Número reclamos planteados/Número reclamos solucionados.	Registros de aplicación Expedientes Acuerdos número acuerdos logrados.	Empresa Contratista	1	Semestral	

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

8.18. Plan de rehabilitación de áreas afectadas.

Tabla 192

Plan de rehabilitación de áreas afectadas.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
PROGRAMA DE:	Rehabilitación de hábitats afectados.							PRA-C-01
OBJETIVOS:	Rehabilitar ambientes degradados por actividades del proyecto y reinsertar las zonas intervenidas en el entorno.							
LUGAR APLICACIÓN:	Local, Área de Influencia Directa							
Intervención en terrenos	Contaminación de suelo, agua. Afectación a la flora y fauna	Efectuar tareas de limpieza y restauración de suelos y cubierta vegetal	Superficie de áreas, intervenidas / superficie de áreas rehabilitadas	Informe con registros fotográficos del proceso de limpieza y rehabilitación	Empresa Contratista	1	Semestral	

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

8.19. Plan de monitoreo.

Tabla 193

Plan de rehabilitación de áreas afectadas

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA	PERIODO	CÓDIGO N°
PROGRAMA DE:	Abandono y reconfiguración de áreas constructivas temporales.							PDA-C-1
OBJETIVOS:	Mitigar los impactos ambientales derivados del cierre y abandono cuando culmine la construcción de la obra.							
LUGAR APLICACIÓN:	Local, Área de Influencia Directa							
Aparecimiento de pasivos ambientales	Contaminación de suelo y agua	Proceso de desmantelamiento y disposición de desechos ambientalmente adecuado.	Cantidad de desechos de desmantelamiento dispuestas adecuadamente / Cantidad total desechos generada por desmantelamiento	Documento de realización de la auditoría ambiental, cumplimiento del PMA y normas ambientales	Empresa Contratista	1	Fin de Obra	
PROGRAMA DE:	Auditoría Ambiental de Cierre.							PDA-C-2
OBJETIVOS:	Mitigar y prevenir los impactos ambientales derivados del cierre de operaciones del proyecto.							
LUGAR APLICACIÓN:	Local, Área de Influencia Directa							
Aparecimiento de pasivos ambientales	Contaminación de suelo y agua	Auditoría Ambiental de Cierre	Aprobación de la Autoridad Ambiental por parte de la autoridad ambiental.	Documento de realización de la auditoría ambiental, cumplimiento del PMA y normas ambientales.	Empresa Contratista	1	Fin de Obra	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 194**Plan de monitoreo.**

ASPECTO AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	FRECUENCIA DEL MUESTREO	PERIODICIDAD DE PRESENTACIÓN DE INFORME
Calidad del Aire	Material particulado PM 10 Material particulado PM 2,5 Óxidos de azufre Óxidos de nitrógeno Monóxido de carbono	1	Cuando se requiera
Ruido	Niveles de presión sonora equivalente L _{Keq} d B(A)	1	Cuando se requiera

Fuente: Digeconsa S.A.,2020**Número de Estaciones: 2**

8.20. Cronograma valorado del plan de manejo ambiental.

Tabla 195

Cronograma valorado del PMA.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																
CÓDIGO	PROGRAMAS	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	(meses)												PRESUPUESTO
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS																
PPM-C-01	Demarcación y aislamiento del área del proyecto	Número de señales instaladas/Número de señales programadas cada mes.	Informe y registros mensual del nivel de cumplimiento, fotografías de señales instaladas													Incluida en la actividad PPM-C-06
PPM-C-02	Transporte de materiales y movimiento de maquinarias	Número de señales instaladas/Número de señales planificadas cada mes.	Informe y registros del nivel de cumplimiento, fotografías de señales instaladas													Incluido en costos indirectos
PPM-C-03	Prevención y control de ruidos y vibraciones.	Número de equipos ejecutado mantenimiento/ Número de equipos planificados mensualmente para mantenimiento	Registros mensuales del nivel de cumplimiento, a los que se ha dado mantenimiento y se asegura su buen funcionamiento.													Incluido en costos indirectos
PPM-C-04	Control de material particulado (humedecimiento del suelo).	Superficie sometida a humedecimiento / Superficie requerida de humedecimiento.	Informe mensual y registros diarios de la cantidad agua aplicada para la hidratación de suelo, fotografías													2184.00

Fuente: Digeconsa S.A.,2020

Tabla 190

Cronograma valorado del PMA.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																	
CÓDIGO	PROGRAMAS	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	(meses)												PRESUPUESTO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
PPM-C-05	Control de Emisiones de Gases de Combustión	Número de equipos ejecutado mantenimiento/ Número de equipos planificados para mantenimiento	Informe mensual y registros diarios del nivel de cumplimiento, a los que se ha dado mantenimiento y se asegura su buen funcionamiento.														Incluido en costos indirectos
PPM-C-06	Cierre Temporal de Vías	Cierres temporal de vías ejecutados / Cierre temporal de vías programado	Informe y registros fotográficos de señalización instalada y en buen estado.														Incluido en costos indirectos
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS																	
PMD-C-01	Control de materiales de construcción y material de desalojo.	Cantidad de escombros dispuestos correctamente / Cantidad de escombros programados	Informe mensual y registros diarios de cumplimiento de disposición final de material de desalojo en escombreras aceptadas por la fiscalización y mtop														Incluido en costos indirectos
PMD-C-02	Manejo de Residuos Sólidos No Peligrosos.	Cantidad de residuos sólidos no peligrosos dispuestos / Cantidad de residuos sólidos no peligrosos previstos	Informe mensual y registros de cumplimiento de transporte y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos														Incluido en costos indirectos

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 190

Cronograma valorado del PMA.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																
CÓDIGO	PROGRAMAS	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	(meses)												PRESUPUESTO
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS																
PMD-C-03	Manejo de Desechos Líquidos y Excretas.	Cabañas sanitarias instaladas/ Cabañas sanitarias requeridas por el número de trabajadores	Informe mensual y registros cumplimiento de instalación y mantenimiento oportuno de las baterías sanitarias												1671.45	
PMD-C-04	Gestión de los Desechos Peligrosos.	Cantidad de residuos peligrosos dispuestos / Cantidad de residuos peligrosos generados.	Registros mensuales de cumplimiento de almacenamiento temporal, transporte y disposición final de desechos peligrosos y especiales con gestores ambientales registrados en el MAE.												Incluido en costos indirectos	
PLAN DE MANEJO DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL																
PMD-C-01	Comunicación Informativa sobre la ampliación de la Vía Panamericana, acceso norte de la ciudad de Cuenca.	Número de medidas de comunicación ejecutadas / Número de medidas de comunicación programadas.	Registros mensuales de la implantación del programa de comunicación.												Incluido en costos indirectos	
PMD-C-02	Capacitación Ambiental.	Número de eventos de capacitación ejecutados / Número de eventos de capacitación planificados	Registros mensuales de la implantación del programa de capacitación y educación												1682.80	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 190

Cronograma valorado del PMA.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																		
CÓDIGO	PROGRAMAS	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	(meses)												PRESUPUESTO		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
PMD-C-03	Capacitación en Riesgos de Trabajo y Seguridad Industrial.	Número de medidas de capacitación ejecutadas / Número de medidas de capacitación planificadas	Informe de eventos de capacitación ejecutados y registros de indicadores proactivos y reactivos de seguridad industrial y notificaciones de accidentes al IESS															2404.90
PLAN DE MANEJO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL																		
PSS-C-01	Seguridad Industrial	Número de inspecciones de seguridad industrial ejecutadas / Número de inspecciones de seguridad industrial programadas	Informe mensual y registros de cumplimiento de inspecciones, permisos de trabajo, análisis de tarea segura.															Incluido en costos indirectos
PSS-C-02	Salud Ocupacional.	Número de actividades de salud ocupacional ejecutadas / Número de actividades de salud ocupacional ejecutadas.	Informe mensual y registros mensuales de cumplimiento de actividades preventivas de salud ocupacional.															Incluido en costos indirectos
PSS-C-03	Señalización de Seguridad Industrial en obra.	Número de señales de seguridad industrial instaladas / Número de señales de seguridad industrial requeridas.	Informe mensual de instalación de señalética y registros fotográficos de la misma.															118.70

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 190

Cronograma valorado del PMA.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																	
CÓDIGO	PROGRAMAS	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	(meses)												PRESUPUESTO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
PSS-C-04	Elaboración y aplicación de procedimientos básicos sobre riesgos laborales para evitar ocurrencia de incidentes - accidentes	Número de veces de aplicación de procedimientos ejecutados / Número de veces de aplicación de procedimientos programados.	Informe mensual de procedimientos aprobados, registros y evidencias de aplicación de los procedimientos en la obra														Incluido en costos indirectos
PSS-C-05	Dotación de Equipos de Protección Personal (EEP).	Número de EPP entregados / Número de trabajadores que requieren los EPP.	Registros de entrega de EPPs y registros fotográficos mensuales de uso de los mismos en su puesto de trabajo.														1969.20
PLAN DE MANEJO DE RELACIONES COMUNITARIAS																	
PRC-C-1	Información del Proyecto a la Ciudadanía	Número de reuniones realizadas / Número de reuniones planificadas	Informe y registros fotográficos, documentos firmados por los participantes en las reuniones														Incluido en costos indirectos
PRC-C-2	Comunicación del Programa de Cierre Temporal de Vías	Número de comunicaciones de cierre de vías ejecutadas / Número de comunicaciones de cierre de vías planificadas	Registros fotográficos y documentos, incluidos en informes mensuales, de las actividades de comunicación efectuadas.														Incluido en costos indirectos

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 190

Cronograma valorado del PMA.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																	
CÓDIGO	PROGRAMAS	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	(meses)												PRESUPUESTO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
PRC-C-3	Empleo Temporal	Número de trabajadores del área de influencia contratados / Número de trabajadores totales de la obra.	Informe mensual sobre la cantidad de trabajadores del área de influencia de la obra contratados en la obra.														Incluido en costos indirectos
PRC-C-4	Reclamos y Acuerdos	Número de reclamos planteados / Número de reclamos solucionados.	Registros de la aplicación de Expedientes de Acuerdos y número de acuerdos logrados.														Incluido en costos indirectos
PLAN DE CONTINGENCIAS																	
PDC-C-1	Capacitación a miembros de las brigadas para emergencias.	Eventos de capacitación a brigadistas ejecutados /Eventos de capacitación a brigadistas programados	Informe de las capacitaciones sobre siniestros a los miembros de las brigadas de emergencia														Incluido en costos indirectos
PDC-C-1	Capacitación a miembros de las brigadas para emergencias.	Simulacros ejecutados / Simulacros programados	Informe de simulacros con tiempos de respuestas a la ocurrencia del siniestro, conclusiones y recomendaciones														Incluido en costos indirectos
PLAN DE MONITOREO,SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL																	

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 190

Cronograma valorado del PMA.

PLAN DE MONITOREO,SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL																
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																
CÓDIGO	PROGRAMAS	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	(meses)												PRESUPUESTO
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PMS-C-1	Monitoreo del Nivel de Ruido.	Número de mediciones realizadas / Número de mediciones programadas.	Registros de mediciones bimensuales de niveles de ruido													Si se requiere
PMS-C-2	Monitoreo de Niveles de Material Particulado	Número de mediciones realizadas / Número de mediciones programadas.	Registros de mediciones bimensuales de niveles de material particulado													Si se requiere
PMS-C-3	Monitoreo de Niveles de Gases de Combustión.	Número de mediciones realizadas / Número de mediciones programadas.	Registros de mediciones bimensuales de niveles de gases de combustión													Si se requiere
PMS-C-4	Vigilancia de Capacitación al Personal de la Obra.	Número de eventos de capacitación realizados / Número de eventos de capacitación programados.	Informe mensual de fiscalización sobre la realización de los eventos de capacitación y charlas prejornada													Incluido en costos indirectos
PMS-C-5	Monitoreo de Flora Y Fauna.	Número de monitoreos realizados / Número de monitoreos programados.	Informes de monitoreo efectuadas mensualmente con registros fotográficos.													Incluido en costos indirectos
PMS-C-6	Elaboración de Informes de Cumplimiento.	Número de informes realizados/ Número de informes requeridos durante la fase constructiva.	Informes ambientales de cumplimientos elaborados y revisados por la autoridad ambiental.													Incluido en costos indirectos
PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DE ÁREAS																

Fuente: Digeconsa S.A,2020

Tabla 167

Cronograma valorado del PMA.

PLAN DE MONITOREO,SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL																		
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																		
CÓDIGO	PROGRAMAS	INDICADORES	MEDIO VERIFICACIÓN	(meses)												PRESUPUESTO		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
PCA-C-1	Abandono y reconfiguración de áreas constructivas temporales.	Actividades de reconfiguración ejecutadas/ Actividades de reconfiguración programadas.	Informe de cierre y entrega de áreas con fotografías y conformidad de las personas afectadas															Incluido en costos indirectos
PCA-C-2	Revegetación y reforestación.	Superficie revegetada y reforestada ejecutada/ Superficie revegetada y reforestada planificada.	Informe de cierre y entrega de áreas con fotografías y conformidad de las personas afectadas															Incluido en costos indirectos
PCA-C-3	Auditorías Ambientales de Cierre	Auditorías realizadas / Auditorias programadas.	Documentos de realización de las auditorías ambientales y cumplimiento del PMA y normas ambientales															Incluido en costos indirectos
PLAN DE RESTAURACIÓN, INDEMINIZACIÓN Y COMPENSACIÓN																		
PRI-C-1	Indemnización y Compensación.	Número de propietarios indemnizadas/ Número de propietarios previstos a ser indemnizados.	Actas de acuerdo suscritas con los propietarios indemnizados															
TOTAL																		10031.05

Fuente: Digeconsa S.A,2020

CAPÍTULO IX

9. Evaluación Económica Financiera

9.1. Viabilidad Económica

La viabilidad económica, está definida por la identificación, cuantificación y valoración de beneficios (ahorros) a ser generados por la construcción del proyecto.

9.1.1. Metodología utilizada para el cálculo de la inversión total

Los criterios utilizados para el desarrollo de la metodología se detallan a continuación:

- La viabilidad económica del proyecto toma en cuenta la valoración de los beneficios por efecto de: Ahorro en costos de operación vehicular y beneficios ahorro tiempo de viaje.
- El tiempo de vida útil del proyecto es de 10 años con carpeta asfáltica.
- A partir del año 2021, con la vía en operación se obtendrán beneficios.
- Para el mantenimiento de la vía se ha estimado un costo por mantenimientos.
- Los datos considerados para el cálculo de beneficios se lo realizarán en relación al TPDA establecido en el Estudio de tráfico vehicular.
- Se estimará como población beneficiaria en relación al tiempo de viaje los usuarios efectivos se estimaron en relación al TPDA y capacidad vehicular.
- Cálculo de indicadores económicos (TIR, VAN y B/C) y evaluación del proyecto.

9.1.2. Identificación y valoración de la inversión total

Para obtener el monto total de la inversión de la obra se toma en cuenta los costos de operación, ingresos, beneficios, mantenimientos, fiscalización, expropiaciones y los reajustes del 3%.

Tabla 196**Resumen de expropiaciones.**

#	Tipo de Propiedad	Lado derecho	Lado Izquierdo	Abscisa		Monto
				Inicio	Fin	
1	Terreno		X	0+000,00	0+220,00	19585,50
2	Terreno		X	1+320,00	2+400,00	97016,15
3	Terreno		X	2+410,00	3+060,00	41688,79
4	Terreno		X	3+780,00	4+100,00	1745,09
TOTAL:						160035,53

Elaborado por: El autor

9.1.2.1. Beneficios costos de operación vehicular

El proyecto no genera recursos o rentabilidad financiera, sino que se obtendrán ahorros y beneficios sociales relacionados a la ejecución del proyecto.

Tabla 197**Resumen del presupuesto referencial del proyecto.**

Vía	Descripción	Presupuesto referencial
Montecristi - La Cadena	Ampliación a cuatro carriles de la vía Montecristi - La Cadena	4558276,42
Subtotal del presupuesto referencial		4558276,42
Fiscalización 6,5%		296287,97
Proyección de Reajustes 3%		136748,29
Suma Base Imponible		4991312,68
IVA 12%		598957,52
Expropiaciones		160035,53
Total del Presupuesto Referencial		5750305,73

Elaborado por: El autor

9.1.3. Estimación y valoración de beneficios**9.1.3.1. Beneficios costos de operación vehicular**

Por efecto de la construcción de las calles en la ciudad, los usuarios obtienen beneficios económicos como resultado de la reducción de los costos de operación de

vehículos; ya que los vehículos podrán mantener velocidades de recorrido promedio más altas y mientras la superficie de rodadura sea mejor y los recorridos menores, será menor.

El no utilizar varios trabajos de mantenimiento a los vehículos, lo que significa un ahorro en el consumo de combustibles, llantas, suspensión entre otros. Estos ahorros serán perceptibles para los usuarios en forma directa con gastos menores. Los costos de operación se calculan en términos económicos, considerando los impuestos de ley aplicables al proyecto y subsidios; considerando los principales componentes, tal como se detalla a continuación:

9.1.3.2. Metodología de cálculo

Los costos operativos dependen de la tipología del vehículo en la vía, normas de Diseño Geométrico, de manera especial del alineamiento vertical y horizontal, de la condición de la superficie de rodadura y de la cultura del conductor al manejar.

Además de los parámetros físicos de la vía, el cálculo de los costos operativos de los vehículos (COV) requiere de las tipologías más importantes de los vehículos representativos de los vehículos que confluyen la zona.

El vehículo representativo es aquel de mayor frecuencia de circulación por la vía y se determinó por su tipología (para livianos, buses y camiones) según sus requerimientos.

Tabla 198

Características de los vehículos representativos.

CARACT	MARCA	TARA (Kg)	CARGA ÚTIL (Kg)	NÚMERO DE LLANTAS
Camioneta	Chevrolet	1350	1000	4
Bus	Hino GD	8200	4000	6
Camión 2 Ejes	Hino GD	7100	6000	6

Fuente: Digeconsa, 2020

La metodología planteada necesita la definición de los costos de insumos del sector automotor (vehículos, combustibles, lubricantes y neumáticos) que se determinan a partir de los costos financieros, disminuyendo o sumando los impuestos y/o subsidios. Adicionalmente, se presentan los costos financieros, ósea, aquellos precios que se encuentran en el mercado nacional y los costos económicos, para cada uno de los elementos indicados.

A continuación, se realiza un detalle de los recorridos anuales y velocidades por característica de vehículos, y en los escenarios de una vía en mal estado y en buen estado, en este caso se aplicaría para el cálculo de valores de acuerdo a la metodología pese a que en este caso se trata de calles nuevas.

Tabla 199

Recorridos anuales y velocidades.

CARACTERISTICAS	VÍAS EN MAL ESTADO		VÍAS EN BUEN ESTADO	
	Recorrido anual (Km)	Velocidad (Km/h)	Recorrido anual (Km)	Velocidad (Km/h)
Camioneta	12500,00	45	60000,00	70
Bus	46080,00	40	100000,00	60
Camión 2 Ejes	40320,00	40	80000,00	60

Fuente: Guía de Factibilidad, 2020

El procedimiento seguido para definir los costos operativos de los vehículos, se presentan en resumen en los siguientes pasos:

- Determinación de la velocidad de operación promedio de los vehículos.
- Determinación de los consumos de combustibles, lubricantes, llantas, repuestos, mano de obra de mantenimiento, tripulación, además toma en cuenta la depreciación, interés, gastos generales, tiempo de pasajeros, tenencia de carga, costos misceláneos.
- Aplicar los precios unitarios a las cantidades de recursos consumidos
- Calculo de los costos operativos para cada tipo de vehículo

A continuación, se presentan tablas donde se detalla los costos de transportación por depreciación de vehículos, costos neumáticos, costos combustibles con proyecto ejecutado y sin ningún proyecto:

Tabla 200

Costos de operación con proyecto.

ITEM	VEHÍCULO		
	Liviano (automóvil)	Bus	Camión
Depreciación vehículos	0,6000	0,0427	0,0286
Costo neumáticos	0,0017	0,0018	0,0029
Consumo de combustibles	0,0307	0,0426	0,0348
COSTO TOTAL	0,6324	0,0871	0,0662

Fuente: Digeconsa, 2020

Tabla 201

Costos de operación sin proyecto.

ITEM	VEHÍCULO		
	Liviano (automóvil)	Bus	Camión
Depreciación vehículos	0,7613	0,0478	0,0311
Costo neumáticos	0,0071	0,0122	0,0312
Consumo de combustibles	0,0461	0,0732	0,0662
COSTO TOTAL	0,8145	0,1332	0,1285

Fuente: Digeconsa, 2020

Tabla 202**Tráfico promedio anual del proyecto.**

AÑO	n	TIPO DE VEHICULO			TOTAL
		Livianos I = 3.48 %	Buses I = 2.58 %	Pesados I = 2.93 %	
2019	0	9023	795	2209	12027
2020	1	9337	815	2274	12426
2021	2	9662	836	2340	12838
2022	3	9998	858	2409	13265
2023	4	10346	880	2479	13705
2024	5	10706	903	2552	14161
2025	6	11078	926	2627	14631
2026	7	11464	950	2704	15118
2027	8	11863	975	2783	15621
2028	9	12276	1000	2865	16140
2029	10	12703	1025	2949	16677
2030	11	13145	1052	3035	17232
2031	12	13602	1079	3124	17805
2032	13	14076	1107	3215	18398
2033	14	14566	1135	3310	19011
2034	15	15072	1165	3407	19644
2035	16	15597	1195	3506	20298
2036	17	16140	1226	3609	20975
2037	18	16701	1257	3715	21674
2038	19	17283	1290	3824	22396
2039	20	17884	1323	3936	23143

Elaborado por: El autor

9.1.4. Costos anuales de operación de vehículos

Los costos anuales de operación de vehículos en las dos situaciones “Sin” y “Con” proyecto previamente mencionados se determinan con la aplicación de la siguiente formula:

$$Co = 365 \times L \times cop \times tpda \quad \text{Ec. 50}$$

Donde:**Co** = Costo anual**L** = Longitud (4Km)**COP** = Costos de operación (no aplica mantenimiento)**TPDA** = Tráfico promedio anual (proyecciones)

Tabla 203**Costo de operación con proyecto.**

AÑO	Liviano (automóvil)	Bus	Camión	Total
2020	8620889.45	103640.29	219786.65	8944316.39
2021	8920963.25	106310.78	226165.68	9253439.70
2022	9231193.39	109108.43	232834.67	9573136.49
2023	9552503.18	111906.08	239600.31	9904009.57
2024	9884892.62	114830.90	246655.90	10246379.43
2025	10228361.71	117755.72	253904.80	10600022.23
2026	10584757.06	120807.70	261347.01	10966911.76
2027	10953155.35	123986.85	268982.52	11346124.72
2028	11334479.90	127166.00	276907.98	11738553.88
2029	11728730.71	130345.15	285026.75	12144102.61
2030	12136831.08	133778.63	293338.82	12563948.53
2031	12558781.01	137212.11	301940.85	12997933.97
2032	12996427.10	140772.76	310736.18	13447936.05
2033	13448846.06	144333.41	319918.12	13913097.59
2034	13916037.89	148148.39	329293.36	14393479.64
2035	14400772.49	151963.37	338861.91	14891597.77
2036	14902126.56	155905.52	348817.07	15406849.14
2037	15420100.10	159847.66	359062.18	15939009.95
2038	15957463.03	164044.14	369597.25	16491104.42
2039	16512368.74	168240.62	380422.27	17061031.63

Elaborado por: El autor

Tabla 204**Costo de operación sin proyecto.**

AÑO	Liviano (automóvil)	Bus	Camión	Total
2020	11103280.29	158494.68	426625.14	11688400.11
2021	11489760.54	162578.59	439007.40	12091346.53
2022	11889321.66	166856.98	451952.49	12508131.13
2023	12303152.82	171135.36	465085.19	12939373.37
2024	12731254.02	175608.22	478780.72	13385642.96
2025	13173625.26	180081.07	492851.47	13846557.80
2026	13632644.88	184748.40	507297.44	14324690.72
2027	14107123.71	189610.20	522118.63	14818852.54
2028	14598250.92	194472.00	537502.65	15330225.57
2029	15106026.51	199333.80	553261.89	15858622.20
2030	15631639.65	204584.54	569396.35	16405620.54
2031	16175090.34	209835.29	586093.64	16971019.27
2032	16738756.92	215280.50	603166.15	17557203.57
2033	17321450.22	220725.72	620989.10	18163165.04
2034	17923170.24	226559.88	639187.27	18788917.39
2035	18547484.49	232394.04	657760.66	19437639.19
2036	19193203.80	238422.67	677084.49	20108710.96
2037	19860328.17	244451.30	696971.15	20801750.62
2038	20552425.11	250868.88	717420.64	21520714.63
2039	21267116.28	257286.46	738432.96	22262835.70

Elaborado por: El autor

Tabla 205**Beneficios obtenidos en los 20 años de duración del proyecto.**

AÑO	Liviano (automóvil)	Bus	Camión	Total
2020	2482390,84	54854,39	206838,49	2744083,72
2021	2568797,29	56267,82	212841,72	2837906,83
2022	2658128,27	57748,55	219117,82	2934994,64
2023	2750649,64	59229,28	225484,88	3035363,80
2024	2846361,40	60777,32	232124,82	3139263,53
2025	2945263,55	62325,36	238946,67	3246535,57
2026	3047887,82	63940,70	245950,43	3357778,96
2027	3153968,36	65623,35	253136,11	3472727,82
2028	3263771,02	67306,00	260594,67	3591671,69
2029	3377295,80	68988,65	268235,14	3714519,59
2030	3494808,57	70805,91	276057,53	3841672,01
2031	3616309,33	72623,17	284152,79	3973085,30
2032	3742329,82	74507,74	292429,97	4109267,53
2033	3872604,16	76392,31	301070,98	4250067,45
2034	4007132,35	78411,49	309893,91	4395437,75
2035	4146712,00	80430,67	318898,75	4546041,42
2036	4291077,24	82517,16	328267,42	4701861,82
2037	4440228,07	84603,64	337908,97	4862740,68
2038	4594962,08	86824,74	347823,39	5029610,21
2039	4754747,54	89045,84	358010,69	5201804,07

Elaborado por: El autor**9.2.Mantenimiento Vial (Egresos).**

La Conservación Vial es un proceso que involucra actividades de obras e instalaciones, que se realizan con carácter permanente o continuo en los tramos conformantes de una red vial. Para la ejecución de la conservación vial, se requiere tener una asignación presupuestal anual de recursos económicos, personal capacitado y utilizar máquinas y herramientas; cuyo costo se asigna en el presupuesto anual de la entidad competente de la gestión vial. (Manual de Carreteras y conservación vial, 2013, p. 33)

ANEXO 15 Mantenimiento vial Vía Montecristi - La Cadena

A continuación, se muestra el resumen de los costos del mantenimiento vial durante los 10 primeros años de operación.

Tabla 206**Mantenimiento primer año de operación.**

MANTENIMIENTO PRIMER AÑO DE OPERACIÓN						
#	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	No VECES	TOTAL
1	Limpieza de cunetas a mano	m3	1.394,00	14,59	1	\$20.339,94
2	Limpieza de alcantarillas	m3	788,00	22,85	1	\$18.003,11
TOTAL :						\$38.343,05

Elaborado por: El autor

Tabla 207**Mantenimiento del segundo al quinto año de operación.**

MANTENIMIENTO DEL SEGUNDO AL QUINTO AÑO DE OPERACIÓN						
#	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	No VECES	TOTAL
1	Limpieza de cunetas a mano	m3	1.394,00	14,59	1	\$20.339,94
2	Limpieza de alcantarillas	m3	788,00	22,85	1	\$18.003,11
3	Capa de sello de mortero asfáltico	m2	177.120,00	0,84	1	\$149.083,46
TOTAL :						\$187.426,51

Elaborado por: El autor

Tabla 208**Mantenimiento del sexto al noveno año de operación.**

MANTENIMIENTO DEL SEXTO AL NOVENO AÑO DE OPERACIÓN						
#	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	No VECES	TOTAL
1	Limpieza de cunetas a mano	m3	1.394,00	14,59	1	\$20.339,94
2	Limpieza de alcantarillas	m3	788,00	22,85	1	\$18.003,11
3	Capa de sello de mortero asfáltico	m2	177.120,00	0,84	1	\$149.083,46
4	Bacheo asfáltico	m3	150,00	200,85	1	\$30.127,23
TOTAL :						\$217.553,74

Elaborado por: El autor

Tabla 209**Mantenimiento décimo año de operación.**

COSTO POR MANTENIMIENTO DECIMO AÑO DE OPERACIÓN						
#	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	No VECES	TOTAL
1	Limpieza de cunetas a mano	m3	1.394,00	14,59	1	\$20.339,94
2	Limpieza de alcantarillas	m3	788,00	22,85	1	\$18.003,11
3	Fresado de pavimento asfáltico	m3	11.512,80	11,56	1	\$133.110,61
4	Carpeta asfáltica 3"	m2	177.120,00	7,06	1	\$1.249.618,44
TOTAL :						\$1.421.072,10

Elaborado por: El autor

El mantenimiento vial a partir del año once es el mismo; por lo tanto, este se repite hasta llegar a los 20 años (período de diseño considerado).

Tabla 210

Resumen de costos de mantenimiento vial.

MANTENIMIENTO VIAL AÑO UNO	\$38.343,05
MANTENIMIENTO VIAL AÑO DOS	\$187.426,51
MANTENIMIENTO VIAL AÑO TRES - CINCO	\$38.343,05
MANTENIMIENTO VIAL AÑO SEIS	\$217.553,74
MANTENIMIENTO VIAL AÑO SIETE - NUEVE	\$38.343,05
MANTENIMIENTO VIAL AÑO DIEZ	\$1.421.072,10

Elaborado por: El autor

9.3.Evaluación económica y financiera del proyecto.

Para determinar si un proyecto tiene o no rentabilidad se deberán calcular los siguientes indicadores financieros.

9.3.1. Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto, a través la aplicación de una tasa de descuento, permite sumar valores que se originan en distintos momentos del tiempo, trasladándolos al momento inicial del proyecto. (Ministerio de Desarrollo Social, 2013, p. 11).

El proyecto se aprobará siguiendo los siguientes parámetros:

- $VAN > 0$ = El proyecto dará beneficios
- $VAN = 0$ = El proyecto no dará ni beneficios ni perdidas
- $VAN < 0$ = El proyecto dará perdidas

Para el cálculo el VAN en el siguiente proyecto utilizamos la siguiente formula:

$$V.A.N. = \sum \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0 \quad \text{Ec. 51}$$

Dónde:

k = tasa mínima de aceptación (TMAR)

Vt = Flujos de dinero en cada periodo t.

lo = Es la inversión realizada en el momento inicial (t = 0).

n = Es el número de periodos de tiempo.

El valor de k se obtiene a partir del año y mes en que el proyecto se valorará en nuestro caso (enero 2020), este valor se obtuvo mediante la página del Banco Central del Ecuador.

k = Tasa pasiva + EMBI (riesgo País) = 14.48 %

Tasa pasiva = 6.22 %

EMBI (riesgo País) = 8.26 %

9.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es un indicador complementario al VAN, y mide la rentabilidad promedio que entrega el proyecto, periodo a periodo. Matemáticamente, la TIR corresponde a aquella tasa de descuento que hace el valor actual neto igual a 0, según muestra la siguiente fórmula: (Ministerio de Desarrollo Social, 2013, p. 11)

$$V. A. N. = 0 = \sum \frac{Vt}{(1+TIR)^t} - lo \quad \text{EC. 52}$$

- TIR > k: La construcción del proyecto es conveniente
- TIR = k: La construcción del proyecto es indiferente
- TIR < k: La construcción del proyecto no es conveniente

9.3.3. Beneficio / Costo del Proyecto (B/C)

Es el beneficio que obtenemos con la construcción del proyecto, este lo calculamos a través de la comparación entre los ingresos y los costos. Para determinar el valor absoluto de la rentabilidad del proyecto utilizamos la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{VAN\ INGRESOS}{VAN\ COSTOS/GASTOS\ BRUTOS} \quad \text{EC. 53}$$

Dónde:

VAN Ingresos Brutos: Valor actual neto de los ingresos /Beneficios

VAN Costos/gastos brutos: Valor actual neto de los costos/gastos

- $B/C > 1$: Significa que los ingresos superan los costos; por lo tanto, el proyecto será aceptado.
- $B/C = 1$: Significa que los ingresos son iguales a los costos; por lo tanto, el proyecto es indiferente.
- $B/C < 1$: Significa que los costos superan los ingresos; por lo tanto, el proyecto debe ser rechazado.

Tabla 211

Cálculo de los indicadores financieros.

#	Ingresos (A)	Egresos (B)	Flujo Neto (A-B)	Factor	$\sum \frac{Vt}{(1+k)^t}$	Van Acumulado	Va Ingresos	Va Egresos
				(1+K)^T				
0		-5750305,73	-5750305,73	1,00	-5750305,73	-5750305,73		5750305,73
1	2744083,72	38343,05	2705740,67	1,14	2363505,131	-3386800,599	3141427,047	43895,12364
2	2837906,83	187426,51	2650480,32	1,31	2022392,016	-1364408,583	3719267,151	245635,0064
3	2934994,64	38343,05	2896651,59	1,50	1930667,112	566258,5293	4403481,483	57527,50226
4	3035363,80	38343,05	2997020,75	1,72	1744902,908	2311161,438	5213498,262	65857,48459
5	3139263,53	38343,05	3100920,48	1,97	1577039,334	3888200,772	6172710,065	75393,64835
6	3246535,57	217553,74	3028981,83	2,25	1345609,187	5233809,959	7307989,085	489715,9828
7	3357778,96	38343,05	3319435,91	2,58	1288121,835	6521931,794	8652855,441	98808,43056
8	3472727,82	38343,05	3434384,77	2,95	1164158,152	7686089,947	10244899,74	113115,8913
9	3591671,69	38343,05	3553328,64	3,38	1052128,51	8738218,457	12130067,51	129495,0724
10	3714519,59	1421072,10	2293447,49	3,87	593188,3234	9331406,78	14361468,85	5494299,385
11	3841672,01	38343,05	3803328,96	4,43	859286,6454	10190693,43	17003804,85	169711,9737
12	3973085,30	187426,51	3785658,79	5,07	747112,5267	10937805,95	20131833,88	949700,0644
13	4109267,53	38343,05	4070924,48	5,80	701791,2932	11639597,25	23836884,17	222418,919
14	4250067,45	38343,05	4211724,40	6,64	634227,7699	12273825,02	28223476,8	254625,1785
15	4395437,75	38343,05	4357094,70	7,60	573129,4008	12846954,42	33415383,12	291494,9043
16	4546041,42	217553,74	4328487,68	8,70	497350,1505	13344304,57	39564649,29	1893391,773
17	4701861,82	38343,05	4663518,77	9,96	468069,3203	13812373,89	46846097,11	382023,6139
18	4862740,68	38343,05	4824397,63	11,41	422970,3472	14235344,23	55464395,43	437340,6332
19	5029610,21	38343,05	4991267,16	13,06	382250,4647	14617594,7	65674552,65	500667,5569
20	5201804,07	1421072,10	3780731,97	14,95	252920,1756	14870514,87	77758236,97	21242641,9
VALOR ACTUAL NETO (VAN)						\$14.870.514,87	483266979	38908065,8
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)						50%	B/C	12,42

Elaborado: Por el autor

Una vez determinados el VAN, TIR Y el B/C se concluye que la realización del proyecto es conveniente debido a que obtuvimos un VAN positivo de 14870514.87, un TIR de 50% bastante mayor al mínimo que es de 14.48% y un valor de 12.42 en la relación Beneficio / Costo.

CAPÍTULO X

10. Presupuesto

El presupuesto se define como el cálculo anticipado de los costos de todas las actividades realizadas en cada fase del proyecto, multiplicadas por la cuantificación de cantidad de obra obtenidas a través de los planos, especificaciones técnicas y las condiciones de ejecución de la obra.

Un presupuesto debe tener como mínimo los siguientes rubros:

- Compra de propiedades afectadas por el paso de la vía.
- Movimiento de tierras; esto incluye corte, relleno y transporte hacia el proyecto o desde el proyecto.
- Drenaje (Que son del tipo: Obras de arte mayor y menor).
- Estabilización de taludes
- Estructura del Pavimento
- Señalización (horizontal y vertical)
- Plan de manejo ambiental

10.1. Análisis de Precios Unitarios

Los precios unitarios comprenden los costos directos e indirectos.

Los costos directos comprenden los principales componentes básicos, como son mano de obra, equipos de construcción, materiales utilizados y transporte, que depende de la ubicación geográfica del sitio del proyecto y la topografía.

En el presente proyecto se incluyó el costo del transporte en los rubros que necesitan materiales, así como también en los que necesitan el desalojo de escombros.

Los costos indirectos se obtienen en base a los gastos que debe hacer el contratista para realizar la preparación de la oferta, y las utilidades, para este proyecto se tomó en cuenta el 20 % como costos indirectos, divididos de la siguiente manera 5% para gastos administrativos o gastos de planeación de la obra y 15% de utilidades

El Presupuesto del “ESTUDIO DE AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES DE LA VÍA MONTECRISTI - LA CADENA” consta de 60 rubros los cuales se detallan en el presupuesto.

ANEXO 16 Presupuesto - Análisis de Precios Unitarios (APU)

Tabla 212

Presupuesto del proyecto.

APU	RUBRO No	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
1		OBRAS PRELIMINARES				3338,44
1	301 - 3	Remoción de hormigón (Muros Cabezales)	m3	48,40	23,82	1152,81
2	302 - 1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	7,50	291,42	2185,62
2		MOVIMIENTO DE TIERRAS				150623,10
3	303 - 2.01.2.4	Excavación en suelo	m3	33384,13	2,70	90302,19
4	20	Excavación y relleno para estructuras de arte menor	m3	1784,00	10,32	18405,86
5	307 - 2(1) E1a	Excavación y relleno para estructuras (Zanja sub-drenes) y Zanjas de AAPP	m3	6700,00	5,72	38303,09
6	308 - 2 (2)	Acabado de la obra básica existente	m2	44280,00	0,08	3611,96
3		CALZADA				4374797,25
7	304 - 1 (2)	Material de préstamo importado	m3	33384,13	3,90	130354,08
8	309 - 4 (2)	Transporte de material de préstamo importado	m3/Km	33384,13	0,31	10391,07
9	402 - 2(1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionada	m3	98812,21	7,65	755758,10
10	309 - 6(5)E	Transporte de suelo seleccionado para mejoramiento de subrasante D \geq 20km	m3/Km	96357,82	0,27	25707,53
11	403 - 1E	Subbase Clase 3	m3	13897,60	12,46	173209,55
12	309 - 6(5)E	Transporte de Subbase Clase 3 D \geq 20km	m3/Km	13897,60	0,27	3707,77
13	404 - 5	Capa de base de hormigón asfáltico	m3	18530,13	145,87	2702910,65
14	405 - 1	Asfalto MC para imprimación	lts	43525,77	0,58	25415,55
15	405 - 5 (1)	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta	m3	3474,40	157,24	546321,44
16	309 - 6 (4)E	Transporte de mezcla asfáltica para capa de rodadura D \geq 50km	m3/Km	3474,40	0,29	1021,50
4		DRENAJE				657779,54
17	402 - 4 (1)	Escollera (piedra bola 30 - 50 cm)	m3	52,94	17,35	918,42
18	309 - 6(5)E	Transporte de (Piedra Bola 30 - 50 cm) D \geq 50km	m3/Km	52,94	0,27	14,12
19	503 (4)	Hormigón estructural de cemento Portland, f'c 140 kg/cm2 (Replantillo)	m3	7,70	140,25	1079,90
20	503 (1)	Hormigón estructural de cemento Portland, f'c 280 kg/cm2	m3	51,00	273,60	13953,64
21	504 (1)	Acero de refuerzo en varillas corrugadas fy=4200 kg/cm2 (provisión, conf y colocación)	Kg	413,30	1,76	729,37
22	601 - (1A)y	Tubería de Hormigón Armado D=60" (1500 mm)	m	200,00	422,70	84540,40
23	MR - 123E	Limpieza de alcantarillas	m3	788,00	22,85	18002,65

Elaborado por: El autor

Tabla 213

Presupuesto del proyecto.

24	511 - 1 (4)d	Revestimiento de hormigón simple $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Bordillos, Cunetas)	m3	1558,00	183,21	285434,08
25	606 - 1 (1b)	Geotextil para subdren, 1600 NT	m2	35260,00	1,99	70277,80
26	606 - 1 (1a)	Tubería para subdrenes $D=200 \text{ mm}$ PVC (Incl. Perforación)	m	4100,00	20,40	83621,18
27	606 - 1 (2)	Material filtrante pasa 6" retiene 3"	m3	6560,00	14,86	97457,82
28	309 - 6 (5)E	Transporte de material filtrante $D \geq 50 \text{ km}$	m3/Km	6560,00	0,27	1750,16
5		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				24545,89
29	705 - (1)	marcas de pavimento (Pintura alto tráfico en base de agua blanca) (Línea de borde de calzada 15 cm)	m	16373,00	1,33	21815,75
30	705 - (1)	marcas de pavimento (Pintura alto tráfico en base de agua blanca) (Línea segmentada de separación de carril 15 cm)	m	2049,00	1,33	2730,13
6		SEÑALIZACIÓN VERTICAL				7157,42
31	708 -5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo I1-1a (450x600)mm	u	5,00	177,18	885,91
32	708 -5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo R4-1b (750x750)mm	u	8,00	188,46	1507,65
33	708 -5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo P1-4BD (750x750)mm	u	2,00	188,46	376,91
34	708 -5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo R2-13B (750x750)mm	u	2,00	188,46	376,91
35	708 -5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo I1-3C (1800x600)mm	u	1,00	208,67	208,67
36	708 -5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo I1-2a (2400x500)mm	u	5,00	213,34	1066,70
37	708 -5 (1)	Señales al lado de la carretera tipo D6-2I - D6-2D (750x900)mm	u	15,00	182,31	2734,66
7		AMBIENTALES				18320,86
38	201 - (1)E	Batería sanitaria provisional	u	2,00	1.801,80	3603,59
39	201 - (1)hE	Biotanque Séptico (Capacidad 600 lt) Incl. Kit de instalación	u	2,00	303,12	606,24
40	310 -1 (E)	Escombrera (zonas de depósito de desecho)	m3	60,00	0,60	36,22
41	220 - (1)	Charlas de concientización	u	1,00	235,27	235,27
42	220 - (6)E	Comunicación de prensa escrita (1/4 día ordinario)	u	2,00	768,00	1536,00
43	220 - (4)	Instructivos o Trípticos	u	500,00	0,60	300,00
44	220 - (5)	Comunicados radiales	u	20,00	6,00	120,00
45	205 - (1)	Agua para control de polvo	m3	500,00	3,44	1721,10
46	710 - 1 E(g)	Señales al lado de la carretera (cinta plástica con leyenda peligro)	m	1300,00	0,23	304,20
47	710 - 1 E(h)	Vallas móviles con leyenda 1,80 x 1,20 (vía en construcción, restric velocidad, proh rebasar, hombres trabajando, señal de desvío)	u	10,00	150,71	1507,14
48	710 - 1 E(h)	Vallas móviles con leyenda (temporales 0,60 x 0,75) m	u	10,00	69,72	697,19
49	710 - 1 E(f)	Conos de seguridad $H = 0,90 \text{ mts}$	u	15,00	50,02	750,33
50	216	Monitoreo calidad de aire	u	2,00	423,91	847,81

Elaborado por: El autor

Tabla 214**Presupuesto del proyecto.**

51	215	Monitoreo calidad de agua	u	2,00	305,64	611,27
52	217 - (1) E	Monitoreo y control del ruido	u	2,00	326,91	653,82
53	201 - (1) CE	Trampa de grasas y aceites	u	1,00	200,95	200,95
54	201 - (1) eE	Tanque de almacenamiento de grasas y aceites	u	10,00	43,20	432,00
55	201 - (1) E 3a	Cubierta (zona de almacenamiento de desechos peligrosos y zona de químicos)	u	2,00	778,06	1556,12
56	201 - (1) E 4a	Pallets de madera (almacenamiento de químicos e insumos)	u	5,00	19,20	96,00
57	201 - (1) E 1a	Kit de control de derrame (pala, material absorbente, guantes, fundas, mascarillas, envases, etc)	u	3,00	156,72	470,16
58	201 - (1)	Botiquin de primeros auxilios	u	2,00	87,07	174,14
59	201 - (1)	Equipo de protección personal básico	u	10,00	83,64	836,40
60	201 - (1) CE	Tachos plásticos	u	6,00	170,82	1024,90
Son: Cinco millones doscientos treinta y seis mil quinientos sesenta y dos con 48/100				TOTAL:		5236562,48

Elaborado por: El autor

10.2. Fórmula polinómica

La siguiente formula permite realizar el reajuste de precios del actual proyecto vial, es decir, el valor adicional al precio inicial que se produce por el incremento de costos en los insumos necesarios para esta obra en el transcurso del tiempo. (MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA, 2008)

Tabla 215

Fórmula Polinómica para reajuste de precios.

<p style="text-align: center;">FÓRMULA POLINÓMICA PARA EL REAJUSTE DE PRECIOS PROYECTO: AMPLIACIÓN A 4 CARRILES DE LA VÍA MONTECRISTI - LA CADENA</p> $Pr=Po(0.104 B1/Bo + 0.034 C1/Co + 0.162 D1/Do + 0.410 E1/Eo + 0.186 F1/Fo + 0.003 G1/Go + 0.037 H1/Ho + 0.008 I1/Io + 0.008 J1/Jo + 0.010 K1/Ko + 0.038 X1/Xo)$
--

Elaborado por: El autor

Donde:

Pr = Valor reajustado del anticipo o de la planilla.

Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con las cantidades de obra ejecutado a los precios unitarios contractuales.

Bo = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social: esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de la oferta que constará en el contrato.

B1 = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social: esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

Co, Da, Eo...Zo= Los precios o índices de precios de los componentes principales vigentes 30 días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas, fecha que constará en el contrato.

Cl, D1, E1...21= Los precios o índices de precios de los componentes principales a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

Xo = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el índice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas, que constará en el contrato.

X1 = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra.

Tabla 216**Fórmula Polinómica para reajuste de precios.**

FORMULA POLINÓMICA PARA REAJUSTE DE PRECIOS		
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	COEF
B	Mano de Obra	0,104
C	Cemento Portland - Sacos	0,034
D	Materiales Petreos - Manabí	0,162
E	Equipo y maquinaria de construcción vial	0,410
F	Betún petróleo (Asfalto) (O)	0,186
G	Aditivos para hormigones asfálticos	0,003
H	Combustibles (Mezcla 5% gasolina extra; y 95% Diesel)	0,037
I	Tubos de hormigón simple y accesorios - Manabí	0,008
J	Acero en barras	0,008
K	Productos geosintéticos	0,010
X	Otros componentes no principales	0,038
		1,000

Elaborado por: El autor

Tabla 217**Cuadrilla tipo.**

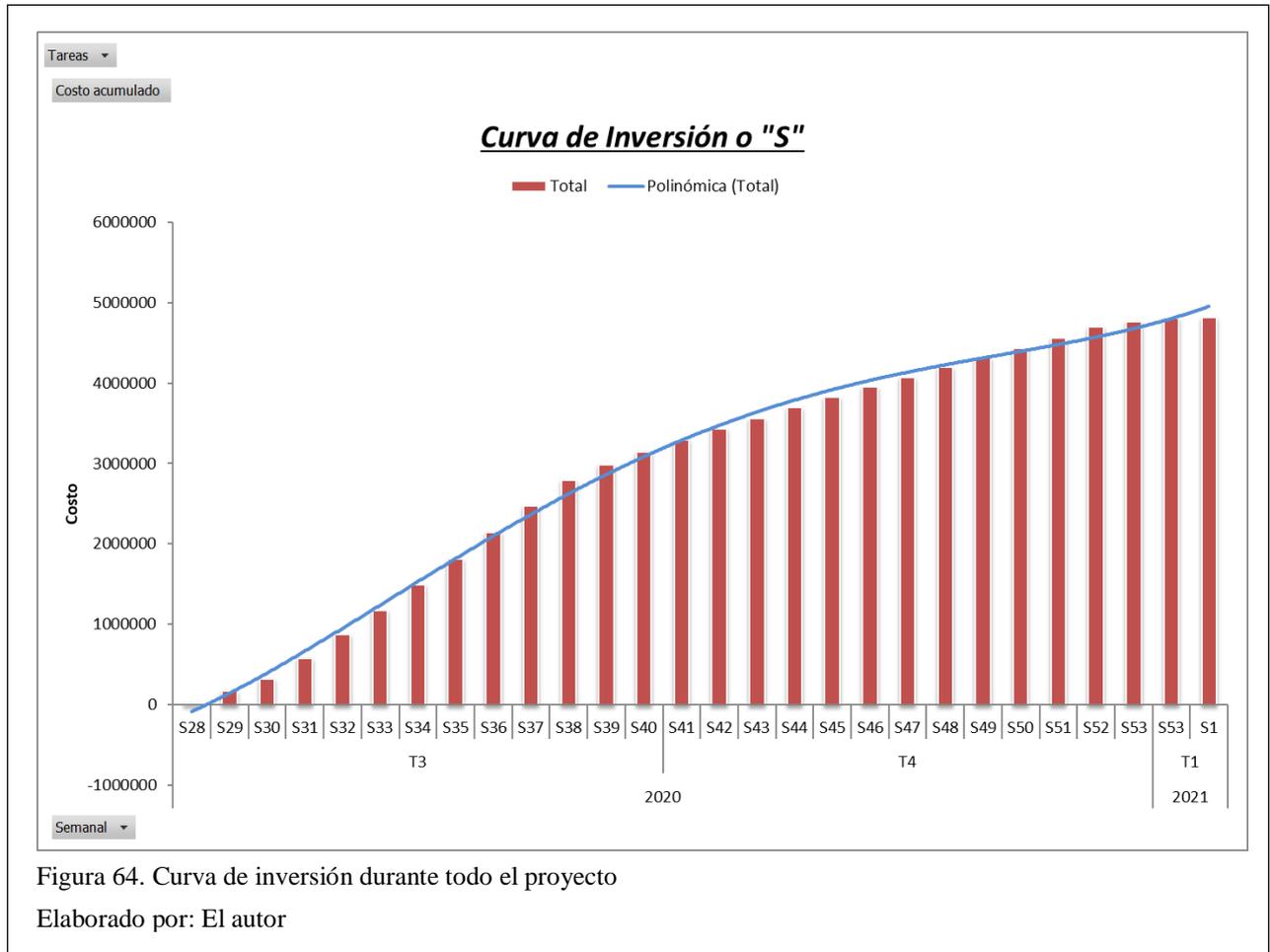
CUADRILLA TIPO	
DESCRIPCIÓN	COEF
CHOFER LICENCIA TIPO E C1	0,248
OPERADOR EQUIPO PESADO C1	0,066
OPERADOR EQUIPO PESADO C2	0,058
SIN TITULO C3	0,062
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3	0,006
CHOFER C3	0,001
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3	0,043
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3	0,057
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3	0,459
	1,000

E Elaborado por: El autor

10.3. Cronograma Valorado del Proyecto.

El Cronograma Valorado del Proyecto se lo realizo a través de una hoja electrónica de EXCEL donde obtuvimos como resultado que nuestro proyecto va a tener una duración de 6 meses.

ANEXO 17 Cronograma Valorado



10.4. Ruta Crítica.

Es un método utilizado para el cálculo de los tiempos y plazos en la planificación de proyectos, nos sirve además para optimizar los costos programando los rubros, en nuestro proyecto utilizamos el software Microsoft Project para realizar la planificación de la ruta crítica.

ANEXO 18 Ruta Crítica.

10.5. Especificaciones Técnicas.

Conjunto de Instrucciones, Normativas y Disposiciones que estipulan la ejecución y culminación de una Obra y/o la prestación de un Servicio; y las Condiciones y Requisitos que deben satisfacer: el personal, los materiales (simples o compuestos en Obra), los equipos y los procedimientos utilizados para esos fines y/o los Bienes que se desea adquirir.

(El concepto de "Especificaciones" incluye los de "DISPOSICIONES", "NORMAS", "INSTRUCCIONES", etc., (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2002, pág. 17)

ANEXO 19 Especificaciones Técnicas.

CONCLUSIONES

En nuestro estudio topográfico obtuvimos una superficie de 380357.394 m², la topografía del terreno es de carácter regular con una pendiente longitudinal que va desde el 0.390% al 7.5%; por lo que podemos decir que es un terreno relativamente plano con alturas que van desde los 125 m.s.n.m. hasta los 175 m.s.n.m.

El tráfico promedio diario anual para el presente proyecto es de 12027 vehículos para el año 2019, el tráfico proyectado para el año 2039 es de 23143 vehículos, con un número de ejes equivalentes de 20509454, por lo cual clasificamos a la vía en CLASE I, con una velocidad de diseño de 80Km/h.

Para el diseño geométrico de la ampliación, obtuvimos una longitud de proyecto de 4.1 kilómetros con una sección transversal de 10.8 m con 2 carriles de 3.65 m cada uno y espaldones de 1.5m para el lado interior de la vía y de 2m para el lado exterior de la misma.

Para el presente proyecto se ocupará dos canteras la Uruzca y la Gramanotal, debido a que cumplen con todos los permisos ambientales, calidad de los materiales y con los volúmenes que necesita el proyecto, de la Uruzca se extraerán la Subbase y la Base, y de la Gramanotal se obtendrán el mejoramiento la distancia desde el centro de gravedad hacia la cantera es de 13 km y 54km respectivamente.

Los espesores para la estructura del pavimento determinados por el método AASHTO 93 son de 30 cm para subbase, 40 cm para base y 7.5 cm para la carpeta asfáltica.

El Parterre central tiene un ancho de 5.40m, limitado a sus dos costados por un bordillo central en este se sembrará césped y árboles nativos de la zona para mejorar el aspecto visual de la vía.

Se obtuvo cunetas triangulares de hormigón con un ancho de 100 cm, calado de 34 cm y una revancha del 5%, además la pendiente es igual a la del terreno.

En el presente proyecto se obtuvo 11 alcantarillas de 1.5m las cuales se colocarán de hormigón armado y coinciden con las alcantarillas de la vía existente, por lo cual se procederá a prolongarlas.

El cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) de nuestro proyecto es de 50%, un valor bastante superior a la tasa mínima de aceptación que es del 14.48% para el mes de enero del 2020, por lo cual concluimos que es factible económica y técnicamente la construcción del proyecto.

El cálculo del Valor Actual Neto (VAN) de nuestro proyecto es de 14870514.87, debido a que los ingresos proyectados durante los 20 años de vida útil del proyecto cubren la inversión inicial, por lo cual se concluye que el proyecto es económicamente rentable.

Para la determinación de las expropiaciones, se parte por lo dispuesto en el Art. 42 del reglamento vigente que establece de manera general que el derecho de vía se extenderá a 25 metros, medidos desde el eje de la vía hacia cada uno de los costados, distancia a partir de la cual podrá levantarse únicamente el cerramiento, debiendo considerarse para la construcción de la vivienda un retiro adicional de 5 metros.

Una vez definidas las obras a realizar y ubicadas las zonas afectadas por la ampliación y el derecho de vía, a través del Departamento de Avalúos y Catastros del Municipio de Montecristi, se realizó la socialización del proyecto con los dueños de los predios afectados, y posterior negociación de las parcelas llegando a un acuerdo general de \$11.00 DOLARES AMERICANOS, el metro cuadrado, tomando en cuenta que la plusvalía de la zona mejorara substancialmente con la realización de este proyecto.

Durante el Proceso Constructivo de la Obra no se cerrará el paso vehicular, ya que la ampliación se construye paralela al corredor vial actual, salvo en ocasiones donde se tenga que realizar las mejoras correspondientes al drenaje transversal de la vía existente, cerrando un carril a la vez y realizando estas obras en horas de la noche y con la señalética adecuada para prevenir posibles accidentes de tránsito, de esta manera no se verá afectado en mayor escala el tráfico habitual de la vía

RECOMENDACIONES

Una vez terminada la ampliación de la vía, se recomienda realizar un mantenimiento anual en todo el proyecto, para eliminar posibles baches y zonas de deterioro de la carpeta asfáltica, así como también corregir los lugares donde exista deterioro de las cunetas, estos mantenimientos los realizara la entidad encargada de esta vía que es el GAD de Montecristi.

Se deberá considerar la colocación de radares para controlar la velocidad de circulación en la vía y de esta manera tratar de prevenir al máximo los accidentes de tránsito.

Se deberá realizar una inspección visual a los sistemas de drenaje todos los años durante los meses de agosto a octubre, ya que estos son los meses secos para cuando regresen las lluvias las alcantarillas se encuentren en óptimas condiciones y de esta manera evitar posibles inundaciones.

Se deberá realizar anualmente un repintado de las señales horizontales en la vía para de esta manera precautelar la existencia de accidentes de tránsito, además se deberán limpiar todas las señales verticales durante todo el proyecto para no perder visibilidad de las mismas.

Una vez terminado la vida útil del proyecto se deberá realizar un nuevo estudio de tráfico para determinar si se necesita realizar la construcción de una autopista debido a que tenemos un T.P.D.A alto en la actualidad.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFIA ONLINE

- Arias, G., & Hernandez, K. (2016). *EVALUACIÓN DE FACTORES DE EQUIVALENCIA Y SUS EFECTOS EN LA REDUCCIÓN DE LA VIDA ÚTIL EN LAS ESTRUCTURAS DE LOS PAVIMENTOS DE LA VÍA BARRANQUILLA CIÉNAGA*. Obtenido de <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/807/1.140.869.326.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, L. (2010). DETERMINACIÓN DE FACTORES DE CAMIÓN PARA EL DISEÑO DXE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN GUATEMALA. Guatemala. Obtenido de <https://docplayer.es/15956941-Determinacion-de-factores-de-camion-para-el-diseno-de-pavimentos-flexibles-en-guatemala.html>
- Aristizabal, L., Hoyos, J., Gil, L., Gomez, M., & Gomez, D. (2014). *DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS MÉTODOS AASTHO Y RACIONAL*. Obtenido de <http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/pereira/bitstream/handle/123456789/1096/DISEÑO%20DE%20UN%20PAVIMENTO%20FLEXIBLE.pdf?sequence=1>
- Baldock, J. (1982). *Geology of Ecuador*. Obtenido de <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=24881>
- Bristow, C. (1973). *Guide to the geology of the Cuenca Basin, southern Ecuador* . Obtenido de https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=24882&shelfbrowse_itemnumber=33506
- Caporal, E. (2006). *DISEÑO DE PAVIMENTO METODO AASHTO 93 ESPANOL (1)*. Obtenido de https://www.academia.edu/34103801/DISENO_DE_PAVIMENTO_METODO_AASHTO_93_ESPANOL_1_
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2013). Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- CORTOLIMA. (s.f.). *CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RÍO COELLO*. Obtenido de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/POMCAS/2020/POMCA_COELLO/CARACTERIZACION-CLIMATOLOGICA.pdf
- Cuadra, L. (2008). *Manual para revisión de Costos y Presupuestos de Obras Viales*. Obtenido de https://www.academia.edu/22312512/Manual_para_revisión_de_Costos_y_Presupuestos_de_Obras_Viales
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Montecristi . (2016). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón MONTECRISTI*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360001010001_PDOT%20-%20GR%20Montecristi_30-12-2016_20-48-10.pdf

- Guevara, F. (2015). *ANÁLISIS Y EJECUCIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA OBRA EMPLEANDO EL DIAGRAMA DE CURVA MASA*. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2441/MAS_ICIV-L_029.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Gutiérrez, C. (2014). *Hidrología Básica y Aplicada*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6758/1/Hidrologia%20basica%20y%20aplicada.pdf>
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. (2015). *BOLETIN CLIMATOLOGICO ANUAL 2015*. Obtenido de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf
- Instituto Nacional de Vías. (2013). *Manual de diseño geométrico*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>
- Laboratorio de Mecánica de Suelos. (2006). *PRIMER TALLER DE MECANICA DE SUELOS*. Obtenido de <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf>
- Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología aplicada*. Obtenido de <https://baixardoc.com/documents/hidrologia-aplicada-ven-te-chow-5cae52662105a>
- Méndez, D. (2009). *MAESTRIA EN VIAS TERRESTRES Propedéutico*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/elementos-del-transito.pdf>
- Merchán, B., & Calva, F. (2013). *DISEÑO INTEGRAL DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA OBRAS DE ARTE MENOR (DRENAJE LONGITUDINAL Y TRASVERSAL) PARA LA CARRETERA PACHON MINA ZHARO DE 7.2 KM UBICADA EN EL CANTON SUSCAL EN LA PROVINCIA DE CAÑAR*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4471>
- Ministerio de Desarrollo Social . (2013). *METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE VIALIDAD INTERMEDIA*. Obtenido de https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/8/52958/14_6Transportes_Vialidad_intermedia.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Volumen N° 3 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminiones y Puentes*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2018). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf
- Reyes, P., & Michaud, F. (2012). *Mapa Geologica de la margen costera ecuatoriana (1:500000)*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/333337418_Mapa_Geologica_de_la_margen_costera_ecuatoriana_1_500000
- Schmitz, M., Hernández, J., Morales, C., & Domínguez, J. (2011). *Principales resultados y recomendaciones del proyecto de microzonificación sísmica de Caracas*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/236147665_Principales_resultados_y_recomendaciones_del_proyecto_de_microzonificacion_sismica_de_Caracas

Solano, G. (2014). *GUÍA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UNA VÍA EN PAVIMENTO FLEXIBLE*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/sebastianperez543/gua-de-procesos-constructivos-de-una-via-en-pavimento-flexible-2014>

NORMAS

ASTMD-2216CONTENIDO DE HUMEDAD. (s.f.). Obtenido de <https://www.scribd.com/doc/82600147/ASTMD-2216CONTENIDODEHUMEDAD>

Departamento de Mecánica de Suelos-FIC-UNI. (2011). *SEMINARIO TALLER DE MECÁNICA DE SUELOS Y EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/04/18/ensayo-astm-d-4318-84-en-espanol/>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Volumen N° 2- Libro a Norma para Estudios y Diseños Viales. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE . (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q*. Obtenido de http://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf

Geología y Geotecnia - FCEIA – UNR. (s.f.). *VN-E4-84 - ASTM D3282 - CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA SUBRASANTES (CON SUBGRUPOS)*. Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/Clasificacion%20suelo%20para%20subrasantes.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización . (2011). *Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

Laboratorio de Mecánica de Suelos. (2006). *Descripción del ensayo de proctor modificado, según norma ASTM D-1557*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/gilmerjac/proctor-modificado-astm-d1557>

Limite Plastico E Indice De Plasticidad I.N.V. E - 126. (s.f.). Obtenido de <https://www.scribd.com/document/398563470/892-e-126-pdf>

Normas de Diseño Geométrico de Carreteras - 2003. (2003). Obtenido de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf