



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CARRERA GESTIÓN DEL TRANSPORTE

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE UN PEAJE EN VÍAS PRIMARIAS DEL ECUADOR – CASO DE
ESTUDIO, RIOBAMBA-ALAUÍS”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

AUTORES:

JUAN CARLOS CALERO DÁVILA.

BRYAN ALEJANDRO VILLAMARIN ESCOBAR

Riobamba Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CARRERA GESTIÓN DEL TRANSPORTE

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE UN PEAJE EN VÍAS PRIMARIAS DEL ECUADOR – CASO DE
ESTUDIO, RIOBAMBA-ALAUÍS”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

AUTORES: JUAN CARLOS CALERO DÁVILA.

BRYAN ALEJANDRO VILLAMARIN ESCOBAR

DIRECTOR: ING. JOSÉ LUIS LLAMUCA LLAMUCA.

Riobamba Ecuador

2022

©2022, Juan Carlos Calero Dávila; & Bryan Alejandro Villamarin Escobar

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autores.

Nosotros, Juan Carlos Calero Dávila; & Bryan Alejandro Villamarin Escobar, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 2 de marzo de 2022



Juan Carlos Calero Dávila.
0202089843



Bryan Alejandro Villamarin Escobar
0202479341

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CARRERA GESTIÓN DEL TRANSPORTE

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PEAJE EN VÍAS PRIMARIAS DEL ECUADOR – CASO DE ESTUDIO, RIOBAMBA-ALAUÍS**”, realizado por los señores: **JUAN CARLOS CALERO DÁVILA & BRYAN ALEJANDRO VILLAMARIN ESCOBAR**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|---|--------------|--------------------|
| Ing. Gustavo Javier Aguilar Miranda PRESIDENTE DEL TRIBUNAL | _____ | 3 de marzo de 2022 |
| Ing. José Luis Llamuca Llamuca. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN | _____ | 3 de marzo de 2022 |
| Ing. Jorge Ernesto Huilca Palacios. MIEMBRO TRIBUNAL | _____ | 3 de marzo de 2022 |

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios quien me ha guiado, me ha dado fortaleza y sabiduría a lo largo de mi vida y no me abandona. A mi madre Martha Calero quien con todo su esfuerzo y sacrificio me apoya siempre y gracias a ella he podido cumplir una meta más en mi vida, quien con amor me ha inculcado valores para ser una persona de bien. A mis hermanos Roque y Adriana que con su apoyo y aliento han hecho que nunca me rinda ante los problemas que se presentaron a lo largo de esta etapa de mi vida. A don Roque quien ha sido como mi padre me ha brindado su cariño y apoyo a lo largo de mi vida, Finalmente a aquellas personas que quiero mucho con los que pasamos unos gratos recuerdos, que me apoyaron y estuvieron a lo largo de mi carrera, por sus consejos y no dejar que me rinda.

Juan

El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios por brindarme sabiduría y fortaleza, para alcanzar mis metas planteadas; a mis padres Geoconda Escobar y José Villamarin por brindarme su amor, el sacrificio que han realizado para mi formación académica y sobre todo inculcarme valores y principios para ser una buena persona; a mi amado hijo por ser la inspiración para mejorar a cada momento en el ámbito familiar y profesional, con el ideal de que siempre se sienta orgulloso de su padre y lo tome como un ejemplo a seguir; a mis hermanas por estar siempre pendientes y darme su apoyo; a mis tíos Javier, Diego y Juan por su apoyo incondicional.

Bryan

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ser nuestro pilar fundamental brindándonos sabiduría y salud para llegar a culminar nuestra carrera Universitaria, logrando graduarnos como Ingenieros en Gestión de Transporte. Además, de permitirnos formar una gran amistad viviendo tanto malos como buenos momentos a lo largo de nuestra etapa universitaria.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Gestión de Transporte la cual nos formó para ser excelentes personas, estudiantes y profesionales; a los docentes por guiarnos y darnos sus conocimientos, a nuestro tribunal de tesis Ingeniero José Luis Llamuca e Ingeniero Jorge Huilca por brindarnos su tiempo y dedicación durante la elaboración del presente trabajo de titulación

Agradecemos al Ingeniero Francisco Bravo y la Ingeniera María Fernanda Herrera, por compartir de su experiencia e ideas la cuales fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos en nuestro trabajo de titulación.

A toda nuestra familia y amigos en general que siempre estuvieron de una u otra manera brindando su apoyo para poder superarnos.

Juan Carlos Calero Dávila

Bryan Alejandro Villamarin Escobar

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|-------------------------|-------|
| ÍNDICE DE TABLAS | xii |
| ÍNDICE DE FIGUAS..... | xv |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xvi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xvii |
| RESUMEN | xviii |
| ABSTRACT..... | xix |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPÍTULO I

| | |
|---|-----------|
| 1. MARCO TEÓRICO | 8 |
| 1.1. Marco teórico | 8 |
| 1.1.1. Estudio de factibilidad. | 8 |
| 1.1.2. Estudio técnico. | 8 |
| 1.1.2.1. Infraestructura vial | 8 |
| 1.1.2.2. Red Vial estatal del Ecuador..... | 9 |
| 1.1.2.3. Partes de la vía. | 10 |
| 1.1.2.4. Diseño geométrico de una vía | 12 |
| 1.1.2.5. Tipo de pavimento..... | 14 |
| 1.1.2.6. Tipos de vehículos..... | 20 |
| 1.1.2.7. Distancia de visibilidad de parada. | 22 |
| 1.1.2.8. Pendiente | 24 |
| 1.1.2.9. Tránsito..... | 24 |
| 1.1.2.10. Tráfico promedio diario anual (TPDA) | 27 |
| 1.1.2.11. Capacidad de la vía según el flujo vehicular. | 28 |
| 1.1.2.12. Señalética..... | 29 |
| 1.1.2.13. Concesión y peajes..... | 36 |
| 1.1.2.14. Parámetros técnicos para la implementación de un peaje. | 47 |
| 1.1.3. Estudio económico - financiero | 48 |
| 1.1.3.1. Análisis financiero. | 48 |
| 1.1.3.2. Análisis económico. | 48 |
| 1.1.3.3. Costos. | 48 |
| 1.1.3.4. Rubros en la implementación de un peaje..... | 50 |
| 1.1.3.5. Costo de mantenimiento vial. | 53 |

| | | |
|----------|---|----|
| 1.1.3.6. | <i>Análisis de valores de dinero en el tiempo.</i> | 56 |
| 1.1.4. | <i>Factibilidad ambiental.</i> | 58 |
| 1.2. | Normativa legal | 58 |
| 1.2.1. | <i>Plan de desarrollo “Toda una Vida 2017-2021”</i> | 58 |
| 1.2.2. | <i>Ley orgánica del sistema de infraestructura vial en el transporte terrestre.</i> | 59 |
| 1.2.3. | <i>Reglamento ley de sistema de infraestructura vial del transporte terrestre.</i> | 59 |
| 1.2.4. | <i>Acuerdo ministerial No 56 (24-06-2013)</i> | 60 |
| 1.2.5. | <i>Ley de modernización del estado (12-07-2014)</i> | 60 |
| 1.3. | Marco conceptual | 61 |
| 1.3.1. | <i>Transporte</i> | 61 |
| 1.3.2. | <i>Tránsito</i> | 61 |
| 1.3.3. | <i>Volumen vehicular</i> | 61 |
| 1.3.4. | <i>Intervalo de tiempo</i> | 62 |
| 1.3.5. | <i>Infraestructura</i> | 62 |
| 1.3.6. | <i>Tarifa</i> | 62 |
| 1.3.7. | <i>Calzada</i> | 62 |
| 1.3.8. | <i>Asfalto</i> | 62 |
| 1.3.9. | <i>Cuneta</i> | 62 |
| 1.3.10. | <i>Red vial</i> | 63 |
| 1.3.11. | <i>Red vial estatal</i> | 63 |

CAPÍTULO II

| | | |
|--------|---|----|
| 2. | MARCO METODOLÓGICO | 64 |
| 2.1. | Enfoque de la investigación | 64 |
| 2.1.1. | <i>Cuantitativo</i> | 64 |
| 2.2. | Nivel de investigación | 64 |
| 2.2.1. | <i>Exploratorio</i> | 64 |
| 2.2.2. | <i>Descriptiva</i> | 64 |
| 2.2.3. | <i>Aplicativo</i> | 64 |
| 2.3. | Diseño de investigación | 64 |
| 2.3.1. | <i>No experimental</i> | 64 |
| 2.3.2. | <i>Transversal</i> | 65 |
| 2.4. | Tipo de estudio | 65 |
| 2.4.1. | <i>De campo</i> | 65 |
| 2.5. | Métodos, técnicas e instrumentos de investigación. | 65 |
| 2.5.1. | <i>Métodos de investigación</i> | 65 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.5.1.1. | <i>Método analítico</i> | 65 |
| 2.5.1.2. | <i>Método sintético</i> | 65 |
| 2.5.2. | Técnicas de investigación | 66 |
| 2.5.2.1. | <i>Observación</i> | 66 |
| 2.5.3. | Instrumentos de investigación | 66 |
| 2.5.3.1. | <i>Fichas de infraestructura vial</i> | 66 |
| 2.5.3.2. | <i>Ficha de aforo vehicular</i> | 66 |

CAPITULO III

| | | |
|----------|--|-----|
| 3. | MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 67 |
| 3.1. | Referencia de investigación. | 67 |
| 3.1.1. | <i>Características geométricas actuales de la vía Riobamba – Alausí</i> | 67 |
| 3.2. | Levantamiento de información de la demanda vehicular actual e infraestructura vial. | 68 |
| 3.2.1. | <i>Aforo de flujo vehicular.</i> | 68 |
| 3.2.2. | Infraestructura vial | 74 |
| 3.2.2.1. | <i>Señalética vertical</i> | 74 |
| 3.2.2.2. | <i>Dimensiones de vía</i> | 80 |
| 3.2.2.3. | <i>Señaléticas horizontales</i> | 81 |
| 3.2.2.4. | <i>Observaciones de la vía estudiada</i> | 82 |
| 3.3. | Estudio técnico | 83 |
| 3.3.1. | <i>Evaluación de los parámetros técnicos para la ubicación del peaje.</i> | 83 |
| 3.3.2. | <i>Peaje por implementar.</i> | 90 |
| 3.4. | Estudio económico. | 94 |
| 3.5. | Estudio financiero. | 95 |
| 3.5.1. | <i>Inversión total</i> | 95 |
| 3.5.2. | <i>Costos para la implementación del peaje.</i> | 100 |
| 3.5.2.1. | <i>Costos fijos.</i> | 100 |
| 3.5.2.2. | <i>Costos variables.</i> | 103 |
| 3.5.3. | Ingresos. | 113 |
| 3.5.3.1. | <i>Determinación del tráfico a futuro.</i> | 113 |
| 3.5.3.2. | <i>Tarifas por el servicio de peaje</i> | 122 |
| 3.5.3.3. | <i>Determinación de ingresos anuales por clasificación de vehículos.</i> | 123 |
| 3.5.3.4. | <i>Determinación del ingreso anual por el servicio del peaje en general.</i> | 129 |
| 3.5.4. | Estado de resultado | 131 |
| 3.5.5. | Indicadores de viabilidad del proyecto. | 133 |

| | | |
|-----------------|--|-----|
| 3.5.5.1. | <i>Valor Actual Neto (VAN) y tasa Interna de retorno (TIR)</i> | 133 |
| 3.5.6. | <i>Relación costo-beneficio.</i> | 133 |
| 3.5.7. | <i>Periodo de recuperación de la inversión</i> | 135 |
| 3.6. | Factibilidad ambiental. | 136 |
| | CONCLUSIONES | 139 |
| | RECOMENDACIONES | 140 |
| | BIBLIOGRAFÍA | |
| | ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|--|----|
| Tabla 1-1: | Clasificación de Vías Primarias en Ecuador..... | 9 |
| Tabla 2-1: | Ancho de carril por zonas y velocidad..... | 11 |
| Tabla 3-1: | Características geométricas de un camino básico / convencional..... | 12 |
| Tabla 4-1: | Características geométricas de una carretera de mediana capacidad..... | 12 |
| Tabla 5-1: | Características geométricas de una vía de alta Capacidad Interurbana..... | 13 |
| Tabla 6-1: | Características geométricas de vías de alta capacidad periurbana..... | 14 |
| Tabla 7-1: | Deformaciones permanentes en pavimentos flexibles..... | 16 |
| Tabla 8-1: | Fisuras o agrietamientos..... | 17 |
| Tabla 9-1: | Niveles de Severidad..... | 18 |
| Tabla 10-1: | Desintegración del pavimento flexible..... | 18 |
| Tabla 11-1: | Severidad en Baches..... | 19 |
| Tabla 12-1: | Otros modos de falla en pavimentos Flexibles..... | 20 |
| Tabla 13-1: | Clasificación de Vehículos..... | 20 |
| Tabla 14-1: | Dimensiones de los vehículos de diseño..... | 21 |
| Tabla 15-1: | Distancia de visibilidad de parada en terreno plano..... | 23 |
| Tabla 16-1: | Distancia de visibilidad de parada en pendiente de bajada y subida..... | 24 |
| Tabla 17-1: | Clasificación funcional en las vías con relación al TPDA..... | 26 |
| Tabla 18-1: | Niveles de servicio y características para carreteras de 2 carriles..... | 29 |
| Tabla 19-1: | Clasificación de la señalética vertical..... | 30 |
| Tabla 20-1: | Formas de identificación para el usuario vial de las señales verticales..... | 32 |
| Tabla 21-1: | Clasificación de la señalética horizontal..... | 33 |
| Tabla 22-1: | Características de la señalización horizontal..... | 34 |
| Tabla 23-1: | Tipos de Peaje..... | 38 |
| Tabla 24-1: | Parámetros técnicos para la implementación de un peaje..... | 47 |
| Tabla 25-1: | División del rubro "Preliminares"..... | 50 |
| Tabla 26-1: | División de rubros "Movimiento de tierras"..... | 50 |
| Tabla 27-1: | División de rubro "Bordillos y veredas"..... | 50 |
| Tabla 28-1: | División en rubro "Isla central"..... | 51 |
| Tabla 29-1: | División del rubro Actividades de "Pavimentación flexible"..... | 51 |
| Tabla 30-1: | Rubro "Reconstrucción de muro de cerramiento"..... | 52 |
| Tabla 31-1: | División del rubro "Subdren"..... | 52 |
| Tabla 32-1: | División del rubro "Señalización"..... | 52 |
| Tabla 33-1: | División del rubro "Obras complementarias"..... | 52 |
| Tabla 34-1: | Descripción para la instalación de un peaje manual..... | 53 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 35-1: Rubros a considerar en un Mantenimiento Rutinario (cada año)..... | 54 |
| Tabla 36-1: Rubros a considerar en un Mantenimiento Periódico. (5años) | 55 |
| Tabla 1-3: Coordenadas Geográficas del Estudio..... | 67 |
| Tabla 2-3: División de la carretera según tramos y abscisas. | 67 |
| Tabla 3-3: Condición actual de la vía Riobamba – Alausí..... | 68 |
| Tabla 4-3: Resultado aforo vehicular. | 69 |
| Tabla 5-3: Composición del tráfico por tipo de vehículos..... | 71 |
| Tabla 6-3: Señalética vertical vial existente | 75 |
| Tabla 7-3: Número total de Señalética según su clasificación..... | 78 |
| Tabla 8-3: Abscisas de la señalética vertical con inconvenientes..... | 79 |
| Tabla 9-3: Dimensiones actuales de la Vía Riobamba – Alausí. | 80 |
| Tabla 10-3: Características y dimensiones de la vía de estudio. | 81 |
| Tabla 11-3: Señalética horizontal de la vía de estudio. | 81 |
| Tabla 12-3: Observaciones en la vía según sus tramos..... | 82 |
| Tabla 13-3: Análisis de parámetros en el punto 1. | 84 |
| Tabla 14-3: Análisis de parámetros en el punto 2. | 86 |
| Tabla 15-3: Análisis de parámetros en el punto 3. | 88 |
| Tabla 16-3: Cuadro de cumplimiento de parámetros para la ubicación del peaje | 90 |
| Tabla 17-3: Beneficiarios..... | 94 |
| Tabla 18-3: Presupuesto para implementar el peaje en estudio. | 96 |
| Tabla 19-3: Costo de vehículos..... | 97 |
| Tabla 20-3: Costos de equipos a implementar..... | 98 |
| Tabla 21-3: Presupuesto de la Rehabilitación Vial..... | 99 |
| Tabla 22-3: Inversión del proyecto..... | 100 |
| Tabla 23-3: Costos de Personal Operación..... | 101 |
| Tabla 24-3: Consumo anual de Servicio Básicos. | 102 |
| Tabla 25-3: Proyección de servicio básicos, productos de limpieza y uniformes..... | 102 |
| Tabla 26-3: Porcentaje depreciación. | 103 |
| Tabla 27-3: Costos materiales de oficina. | 103 |
| Tabla 28-3: Costo anuales proyectados de materiales de caseta..... | 104 |
| Tabla 29-3: Mantenimiento Rutinario. | 105 |
| Tabla 30-3: Personal mantenimiento rutinario. | 106 |
| Tabla 31-3: Maquinaria..... | 107 |
| Tabla 32-3: Herramientas..... | 107 |
| Tabla 33-3: Materiales y accesorios..... | 108 |
| Tabla 34-3: Indumentaria..... | 109 |
| Tabla 35-3: Mantenimiento Rutinario..... | 109 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 36-3: Mantenimiento Periódico..... | 110 |
| Tabla 37-3: Costo de Mantenimiento Periódico..... | 110 |
| Tabla 38-3: Proyección Anual del Mantenimiento Rutinario..... | 111 |
| Tabla 39-3: Mantenimiento Periódico cada 5 años..... | 112 |
| Tabla 40-3: Proyección de mantenimientos Viales..... | 113 |
| Tabla 41-3: Composición de tráfico asignado..... | 114 |
| Tabla 42-3: Parque automotor..... | 115 |
| Tabla 43-3: Clasificación Vehicular..... | 115 |
| Tabla 44-3: Regresión lineal vehículos livianos..... | 117 |
| Tabla 45-3: Regresión Lineal Vehículos Pesados..... | 118 |
| Tabla 46-3: Regresión lineal motocicletas..... | 119 |
| Tabla 47-3: Tasa de crecimiento..... | 120 |
| Tabla 48-3: Proyección vehicular del TPDA..... | 121 |
| Tabla 49-3: Tipo de carretera según el flujo vehicular..... | 122 |
| Tabla 50-3: Proyección Anual del flujo vehicular..... | 122 |
| Tabla 51-3: Tarifas para usuarios..... | 123 |
| Tabla 52-3: Ingresos vehículos livianos..... | 123 |
| Tabla 53-3: Ingresos motocicletas..... | 124 |
| Tabla 54-3: Ingreso por bus de 2 ejes..... | 124 |
| Tabla 55-3: Ingreso por bus de 3 ejes..... | 125 |
| Tabla 56-3: Ingreso por camión de 2 ejes..... | 126 |
| Tabla 57-3: Ingreso por camión de 3 ejes..... | 126 |
| Tabla 58-3: Ingreso por camión de 4 ejes..... | 127 |
| Tabla 59-3: Ingreso por camión de 5 ejes..... | 127 |
| Tabla 60-3: Ingreso anual camión 6 ejes..... | 128 |
| Tabla 61-3: Ingresos Anuales..... | 129 |
| Tabla 62-3: Total de ingresos anuales..... | 130 |
| Tabla 63-3: Indicadores de viabilidad..... | 133 |
| Tabla 64-3: Total de costos e ingresos..... | 133 |
| Tabla 65-3: Total Costos e Ingresos..... | 134 |
| Tabla 66-3: Periodo de Recuperación..... | 135 |
| Tabla 67-3: Impacto Ambiental del proyecto..... | 136 |
| Tabla 68-3: Impactos Ambientales..... | 137 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|---------------------|--|----|
| Figura 1-1: | Distancia de parada. | 22 |
| Figura 2-1: | Estación de peaje. | 41 |
| Figura 3-1: | Cubierta. | 41 |
| Figura 4-1: | Acceso a la estación de peaje. | 41 |
| Figura 5-1: | Área de operación. | 42 |
| Figura 6-1: | Área de administración y servicio. | 42 |
| Figura 7-1: | Muros de protección. | 42 |
| Figura 8-1: | Casetas de cobro. | 43 |
| Figura 9-1: | Equipos de operación. | 43 |
| Figura 10-1: | Señalización horizontal y vertical. | 43 |
| Figura 11-1: | Nota de venta. | 44 |
| Figura 12-1: | Caseta Tipo C. | 44 |
| Figura 13-1: | Caseta Tipo B. | 44 |
| Figura 14-1: | Caseta Tipo A. | 45 |
| Figura 15-1: | Costos Fijos. | 49 |
| Figura 16-1: | Costos Variables. | 49 |
| Figura 1-3: | Tramos de la vía de estudio. | 68 |
| Figura 2-3: | Señalética vial. | 74 |
| Figura 3-3: | Señalética Vertical Riobamba-Alausí. | 75 |
| Figura 4-3: | Sector Cajabamba. | 81 |
| Figura 5-3: | Puntos para la evaluación de los parámetros. | 83 |
| Figura 6-3: | Punto 1 para el análisis de los parámetros. | 84 |
| Figura 7-3: | Punto 2 para el análisis de parámetros. | 86 |
| Figura 8-3: | Punto 3 para el análisis de parámetros. | 88 |
| Figura 9-3: | Vista frontal del prototipo de cabinas con isletas a implementar. | 91 |
| Figura 10-3: | Vista posterior del prototipo de peaje a implementar. | 91 |
| Figura 11-3: | Vista lateral del prototipo de Cabinas a implementar para el peaje. | 92 |
| Figura 12-3: | Prototipo de isletas a implementar vista lateral. | 92 |
| Figura 13-3: | Prototipo del área administrativa y de servicio a implementar. | 93 |
| Figura 14-3: | Diseño del Peaje Propuesto. | 94 |
| Figura 15-3: | Prototipo de Peaje. | 96 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|----------------------|---|-----|
| Gráfico 1-3: | Composición de Tránsito Semanal. | 71 |
| Gráfico 2-3: | Clasificación porcentual de Vehículos livianos. | 72 |
| Gráfico 3-3: | Clasificación Porcentual de Vehículos Pesados. | 72 |
| Gráfico 4-3: | Tránsito Diario y Semanal. | 73 |
| Gráfico 5-3: | Mayor Flujo Vehicular | 73 |
| Gráfico 6-3: | Mantenimiento Rutinario. | 112 |
| Gráfico 7-3: | Mantenimiento periódico. | 112 |
| Gráfico 8-3: | Serie de Tiempo Matriculación Vehicular. | 116 |
| Gráfico 9-3: | Regresión lineal vehículos livianos | 117 |
| Gráfico 10-3: | Regresión Lineal vehículos pesados. | 118 |
| Gráfico 11-3: | Regresión lineal motocicleta. | 119 |
| Gráfico 12-3: | Regresión lineal vehicular provincia de Chimborazo..... | 120 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FORMATO FICHAS DE AFORO VAHICULAR

ANEXO B: FICHA DE OBSERVACIÓN SEÑALÉTICA VERTICAL

ANEXO C: FICHA DE OBSERVACIÓN DE SEÑALÉTICA HORIZONTAL

ANEXO D: FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION EN CAMPO

RESUMEN

El trabajo de titulación estudio de factibilidad para la implementación de un peaje en vías primarias del Ecuador caso de estudio Riobamba - Alausí, tuvo como objetivo determinar la necesidad de implementar un peaje en la vía Riobamba - Alausí. La investigación se realizó por medio del método cuantitativo mediante la aplicación de un aforo vehicular y fichas de observación relacionados con el sistema vial, por otro lado, fue de carácter analítico y sintético, ya que permitió recolectar información de las partes involucradas de manera individual para luego ser agrupadas. Una vez culminado el estudio técnico se logró identificar la localización óptima para la implementación del peaje, con la información recopilada se determinó en el sector Columbe debido a que cumple con los requisitos, como: TPDA mayor o igual a 4.000 vehículos, una tangente longitudinal de mínimo 600 metros, un trayecto mínimo de 50 km desde su último peaje concesionado, una pendiente de elevación menor o igual a 5%, disponibilidad de servicios básicos. En conclusión, el flujo vehicular y el excelente estado de la vía es el adecuado para la implementación de un peaje, con ello la apertura de fuentes de empleos y la creación de nuevos negocios, por ende, esto mejoraría la economía del sector, reduciendo los costos en mantenimiento vehicular y en especial con la aplicación de mantenimientos rutinarios y periódicos se evita gastos excesivos en la rehabilitación de la vía, sumado a esto será económica y financieramente rentable. Se recomienda dar a conocer este proyecto a autoridades como el Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo, MTOP, o a las diferentes concesiones viales para su respectivo análisis y posteriormente profundizar en el tema.

Palabras clave: <PEAJE>, <INFRAESTRUCTURA VIAL>, <FACTIBILIDAD>, <VÍAS PRIMARIAS>, <CHIMBORAZO (PROVINCIA)>



14-04-2022

0687-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The feasibility study for the implementation of a toll on primary roads in Ecuador case study Riobamba - Alausí, aimed to determine the need to implement a toll on the Riobamba - Alausí road. The investigation was carried out through a quantitative method through the application of a vehicle capacity and observation sheets related to the road system, on the other hand, it was of an analytical and synthetic nature, since it allowed collecting information from the parties involved individually to then be grouped. Once the technical study was completed, it was possible to identify the optimal location for the implementation of the toll, with the information collected it was determined in the Columbe sector because it meets the requirements, such as: TPDA greater than or equal to 4,000 vehicles, a longitudinal tangent of minimum 600 meters, a minimum distance of 50 km from its last concession toll, an elevation slope less than or equal to 5%, availability of basic services. In conclusion, the vehicular flow and the excellent state of the road is adequate for the implementation of a toll, thereby opening sources of employment and creating new businesses, therefore, this would improve the economy of the sector, reducing costs. costs in vehicle maintenance and especially with the application of routine and periodic maintenance, excessive expenses in the rehabilitation of the road are avoided, added to this it will be economically and financially profitable. It is recommended to make this project known to authorities such as the Decentralized Autonomous Government of Chimborazo, MTOP, or to the different road concessions for their respective analysis and later to delve into the subject.

Keywords: <TOLL>, <ROAD INFRASTRUCTURE>, <FEASIBILITY>, <PRIMARY ROADS>, <CHIMBORAZO (PROVINCE)>

**LUIS
FERNANDO
BARRIGA FRAY**

Firmado digitalmente
por LUIS FERNANDO
BARRIGA FRAY
Fecha: 2022.04.20
10:10:28 -05'00'

INTRODUCCIÓN

La vía Panamericana Sur E35 en el tramo Riobamba - Alausí, cuyo ente regulador encargado es el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo para satisfacer las necesidades en cuanto a tránsito, movilidad, transporte terrestre y seguridad vial; dentro de esta provincia se reportaron al menos 655 siniestros viales, siendo la infraestructura vial la causa principal para que estos accidentes se produzcan.

La E35 es el conector de la región sierra con la costa lo que la vuelve comercialmente atractiva, por lo que existe un alto flujo vehicular en la vía que provoca su deterioro con mayor rapidez, una de las principales razones por la cual la vía posee fallas es debido a no posee un plan de mantenimiento vial para que estas permanezcan en buen estado, lo que conlleva a que las vías se destruyan y necesariamente se tiene que rehabilitar generando un mayor gasto.

El trabajo de titulación está enfocado en un estudio de factibilidad para la implementación de un peaje en la vía E35 tramo Riobamba - Alausí, para comenzar se detalla la justificación del problema, luego de una formulación y delimitación del problema, además se detalla la justificación y partiendo de lo mencionado se procede a plantear los objetivos del proyecto.

En la presente investigación se planteó recolectar información sobre el flujo vehicular y situación actual de la vía, estos datos son el punto de partida para realizar nuestro proyecto. Además, de establecer los parámetros técnicos, económicos y financieros para conocer si el proyecto es factible.

En el capítulo I se desarrolló una valoración de antecedentes enmarcados en la problemática en estudio, así como marco teórico, el marco conceptual, y la base científica de términos necesarios para realizar el estudio.

En capítulo II se diseñó la metodología de investigación el cual está conformado por la modalidad, tipo, métodos, técnicas e instrumentos de investigación para indagar la información necesaria.

En capítulo III se desarrolló la propuesta de la implementación de un peaje en la vía E35 tramo Riobamba - Alausí, en esta se recolecto información sobre el flujo vehicular y la situación actual de la infraestructura vial. Además, se estableció los de parámetros técnico, económicos y financieros para conocer qué tan factible es la implementación del peaje en la parroquia Columbe cantón Colta de la provincia de Chimborazo.

Planteamiento del problema.

La vía E35 en el tramo Riobamba – Alausí se tiene un problema evidente en infraestructura vial, ya que el flujo vehicular que se presenta en esta vía es alto lo que hace que la capa asfáltica se vea afectada significativamente, debido a que circulan vehículos de carga pesada y liviana, lo cual conlleva a que las vías se deterioren con mayor rapidez, razón por la cual se deberían realizar acciones que busquen el mejoramiento de la vía, pero que no afecte en gran magnitud al presupuesto estatal.

En la actualidad, de acuerdo con el Anuario Estadístico de Transporte se reportan al menos 665 siniestros viales en la provincia de Chimborazo, siendo la infraestructura vial una de las principales causas para que estos accidentes se produzcan. Esto debido a la falta de mantenimiento tanto preventivo como correctivo de las vías, agravando el problema de circulación vehicular.

A lo largo de los años se ha podido evidenciar que los organismos del estado responsables de la construcción de vías luego de finalizar la obra de infraestructura vial las dejan en segundo plano, más aun sin ningún plan de mantenimiento vial para que estas permanezcan en buen estado o las dejan en abandono, por esta razón, las vías se destruyen y necesariamente se tiene que reconstruir lo cual involucra un gasto muy elevado lo cual se podría haber evitado con el mantenimiento correspondiente y de esta manera logra que las vías cumplan con el periodo de diseño estipulado.

Las vías principales del Ecuador son un caso evidente de la falta de mantenimiento, por lo que se observan vías que apenas tienen 5 o 6 años de inauguradas pero que tienen fallas y daños en la capa de rodadura. Se sabe que la infraestructura vial es el soporte para el correcto funcionamiento de los sistemas de transporte, por lo que las vías deben estar en buen estado para la circulación vehicular.

Formulación del problema.

¿De qué manera impacta el estudio de factibilidad para la implementación de un peaje en vías primarias del Ecuador? Caso de estudio Riobamba – Alausí.

Delimitación del problema.

Los parámetros en los que se va a basar la presente investigación son los siguientes:

Objeto de investigación: Proponer la implementación de un peaje en las vías primarias del Ecuador.

Campo de acción: Comportamiento vehicular, capacidad de la vía y estado de la vía.

Localización: Provincia de Chimborazo. Riobamba- Alausí

Tiempo: Periodo del año 2021

Justificación.

Justificación teórica.

La finalidad de esta investigación es considerar cuales son los parámetros técnicos para la implementación de un peaje; este documento servirá como línea base para estudios prospectivos de casos similares.

Justificación metodológica.

Se tiene que realizar el estudio de factibilidad en la implementación de un peaje en el caso de estudio vía Riobamba – Alausí, mediante la utilización de herramientas de investigación como son las fichas de observación y ficha de aforo vehicular para la recolección de información más relevante demostrando la situación actual en dicho tramo de vía, para luego ser evaluados determinando la aprobación o rechazo de la propuesta.

Justificación práctica.

La investigación, se realizará porque existe la necesidad de proponer soluciones ante los problemas que se evidencian, como el deterioro en sus calzadas, accidentes automovilísticos, mal estado de la señalética o en algunos casos la inexistencia de ellas en la red estatal del país, con los resultados que sean obtenidos demostrar la necesidad de la implementación de un peaje en la vía Riobamba – Alausí.

Objetivos General

Determinar la factibilidad de un peaje en las vías primarias del Ecuador – caso de estudio, Riobamba – Alausí.

Específicos

- Determinar la demanda vehicular y situación actual de la infraestructura por medio de técnicas o instrumentos con los que se evaluará la vía estudiada.
- Establecer los parámetros técnicos, económico y financiero para la implementación de un peaje que se ajuste a las necesidades y condiciones de la vía.
- Definir la factibilidad de implementación de un peaje en la carretera Riobamba – Alausí.

Antecedentes de investigación.

Antecedentes históricos en España.

La concesión vial en los municipios queda regulada por las bases fundamentales del derecho español siendo este el origen del sistema de concesión o peajes en España; los caminos de épocas antiguas se han construido por dicho sistema. Los ejemplos más representativos de concesiones en carreteras se dan en los siglos XVII y XIX en la carretera Bilbao a Pancorbo misma que fue construida en 1761 y en la carretera Bercedo a Burgos en 1830; siendo concesionadas al señorío de Vizcaya y a la sociedad concesionaria del camino Bercedo respectivamente

En la ley general de obras Públicas generada el 13 de abril de 1877 y en la ley de carreteras presentada el 4 de mayo de 1877 se da a conocer un sistema de concesión para la construcción de vías dentro de legislación de siglos anteriores; estas normativas dan pie a modelos y regulaciones para la ejecución de obras por particulares y también toma en cuenta la forma de financiación sea pública o privada

Este sistema de concesión publica que se aplica en las principales ciudades de España no es exclusivo, sino que en muchas ciudades de Europa ha sido adoptado buscando tener un enfoque de antigüedad en cuanto el desarrollo del ferrocarril consumo y abastecimiento de energía eléctrica y agua.

El sistema de concesión para las autopistas fue adoptado en primera instancia por Italia, Francia seguido de España y en último lugar, algunos países del sur de Europa. Las construcciones para las concesiones en España fueron cortas de carácter urbano y acometidas por el Estado: un claro ejemplo de esto se tiene en la Autopista Madrid – Barajas construida en el año 1953

En la aprobación de la ley con fecha 26 de febrero de 1953 se contempla por primera vez dentro de España el cobro de una tarifa por utilización de las carreteras; un peaje (Orellana, 2001).

Antecedentes históricos en Colombia.

En la década de los 60 se inicia la construcción de los primeros peajes en Colombia con la finalidad de financiar las obras viales como: construcción, mejoramiento y conservación de caminos y puentes en las zonas rurales a través de la recaudación de fondos por medio del Fondo de Caminos Vecinales, la Policía de Carreteras y el Fondo Vial Nacional (Huérfano & González, 2015).

El Art. 338 de la Constitución Política y la Ley 105 sobre contribuciones fiscales de 1993 menciona que los peajes viales se denominan un instrumento para la financiación de infraestructuras que se podrán aplicar en departamento y municipios por medio de una ordenanza y acuerdo en base a la suscrito en la Ley 787 de 2002. Esta norma señala que se deben establecer las tarifas de peajes en relación de las distancias de recorrido, características de los vehículos y los costos de operación, también indica que los recursos conseguidos por este medio serán destinados única y exclusivamente a la inversión del transporte terrestre; también indica que la nación puede fijar la tarifa (Duque, 2019).

Los peajes de cobro en la mayoría de los usuarios son costosos, pero al ser bien gestionados se pueden justificar porque:

En la parte urbana ayuda al uso del transporte público o colectivo al encarecer el uso del automóvil particular, en el 2017 la ciudad de Bogotá propuso el sistema de cobro en las casetas con el fin de recaudar recursos que serán destinados a la construcción y ampliación de avenidas y así poder reducir la congestión urbana.

En vías de enlace en los que se conectan los centros de producción y puertos es una principal herramienta para el financiamiento de infraestructura, lo cual se plantea alcanzar Colombia al construir vías de cuarta generación que ayudará a la reducción de emisiones de Dióxido de Carbono y el ruido (impactos medioambientales), de igual manera se reducirá en un 30% el costo de transporte de carga por su mayor seguridad y velocidad en la carretera (Duque, 2019).

Antecedentes históricos en Ecuador

Las concesiones viales en el Ecuador se dieron a finales de los años 90 cuando ocurrió el fenómeno del niño, el cual provocó fuertes daños en la infraestructura vial de algunas carreteras, el país no contaba con el presupuesto para la reconstrucción de su infraestructura vial, lo que conllevó a que el país entregó por primera vez a una empresa privada los cargos de: construcción, mantenimiento y reconstrucción del sistema vial.

Las concesiones viales en Ecuador se rigieron por las siguientes leyes:

- Ley de concesión vial: esta ley fue publicada en el Registro Oficial en 1990, aceptada como proyecto de ley a finales de los años 80 y fue la normativa que antecedió a la ley de modernización.
- Ley de modernización del Estado: constituye la normativa para la delegación de obras y servicios públicos; publicada en diciembre de 1993 y su reglamento en diciembre de 1994.

Convenio interinstitucional del estado: en 1997 como parte del convenio el Ministerio de Obras Públicas y Comunicación cede la competencia vial de 514 kilómetros al Honorable Consejo Provincial del Guayas.

Las primeras concesiones en la Provincia del Guayas se dieron el 20 de octubre de 1998, donde la Prefectura de Guayas firmó los contratos con CONORTE S.A. y CONCEGUA S.A., (Álvarez, 2019).

La historia de la infraestructura vial en el Ecuador tiene una serie de afectaciones, siendo los colapsos de puentes y caminos, así como las paralizaciones los daños más frecuentes; los principales problemas que ha tenido que afrontar la infraestructura vial vienen principalmente de la naturaleza como los factores climáticos y la alta actividad sísmica. Estos daños han sido costosamente reparados, pero sin tener un criterio técnico que garantice la seguridad y los altos rubros invertidos.

Las regulaciones técnicas formadas en el año 1974 por parte del MTOP han sido muy representativas para dar soluciones a los aspectos de fallas en las obras de construcción, posteriormente la Universidad Católica del Ecuador la actualizó con cambios mínimos en el año 1993. Se ha tratado de regular y homologar aspectos que no se contemplan en las regulaciones y normas internas mediante acuerdos ministeriales de igual manera se ha construido guías técnicas

referenciales para la reducción de las fallas en las obras de reconstrucción vial (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

En el gobierno del Economista Rafael Correa, bajo lo dispuesto en la constitución del 2008, por medio del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) se desarrolló e implementó una planificación estratégica para viabilizar de una mejor manera la planificación, el diseño, construcción y mantenimiento de proyectos viales en el Ecuador, establecido en la aplicabilidad del país de conocimiento científico y experiencias tecnológicas conformado por normativas internacionales, así se generó la NEVI-12 (Norma Ecuatoriana Vial), que su principal objetivo es revisar, actualizar y complementar las normas y especificaciones técnicas para el sector del transporte vial, y de esta manera tener una factibilidad y garantizar el desarrollo nacional (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Marco teórico

1.1.1. *Estudio de factibilidad.*

Un estudio de factibilidad principalmente no solo radica en establecer si un proyecto que se está realizando es rentable o no lo es, este ayuda a determinar o establecer varias alternativas de acción para estar en unas buenas condiciones en las cuales se puede recomendar la aprobación o el rechazo del proyecto basándose de una operación en el grado óptimo de su potencialidad real.

1.1.2. *Estudio técnico.*

Según (Córdoba, 2011), establece que un estudio técnico tiene como finalidad dar a conocer los recursos, métodos, cantidad, lugar, además debe establecer las condiciones en las cuales se debe producir el servicio que se va a brindar.

1.1.2.1. *Infraestructura vial*

Se conoce como infraestructura vial al conjunto de componentes físicos que se encuentran en una carretera, los mismos que tienen que cumplir con las especificaciones técnicas de diseño y de construcción para brindar comodidad y seguridad a todos los usuarios que hacen uso de estas vías para su movilización (Montañez, 2016).

La infraestructura vial es una parte clave e indispensable para que un país pueda manejar su economía y desarrollar su sector productivo, por medio de vías que permiten una gran conectividad terrestre a lo largo del territorio, aumentando así sus actividades de traslado de carga y de personas, ayudando a lo que es actividades de servicios turísticos y de atracción (Vallverdu, 2010).

1.1.2.2. Red Vial estatal del Ecuador.

La receptividad estatal se encuentra conformada por todas las vías administradas por el Ministerio de transporte y Obras Públicas (MTO), las cuales encuentran divididas en vías primarias y secundarias las mismas que registran el mayor tráfico vehicular en todo el país.

Vías primarias

Las vías primarias o de primer orden son las que permite conectar a ciudades, puertos, zonas de producción, capitales provinciales y cruces de frontera, los vehículos provienen de las vías colectoras o llamadas también vías secundarias, las vías primarias tiene estándares geométricos apropiados con una accesibilidad controlada y conserva una movilidad alta. El Ecuador tiene el 66% la longitud total de la Red Vial Estatal con 12 Vías Primarias.

Las vías primarias que atraviesan a lo largo del país Norte - Sur con consideradas como una Troncal, de la misma manera una vía secundaria que tiene sentido Este – Oeste es considerada como vía Transversal.

La clasificación de las vías primarias:

Tabla 1-1: Clasificación de Vías Primarias en Ecuador.

| Número de Corredor | Nombre |
|--------------------|-----------------------------------|
| E5 | Troncal Insular |
| E10 | Transversal Fronteriza |
| E15 | Troncal del Pacífico |
| E20 | Transversal Norte |
| E25 | Troncal de la Costa |
| E25A | Troncal de la Costa (Alternativa) |
| E30 | Transversal Central |
| E35 | Troncal de la Sierra |
| E40 | Transversal Austral |
| E45 | Troncal Amazónica |
| E45A | Troncal Amazónica (Alternativa) |
| E50 | Transversal Sur |

Fuente: MTO

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Vías Colectoras.

Denominadas también como vías secundarias o de segundo orden, son aquellas que adhiere el tráfico y conectan la zona rural o urbano para trasladar a las vías de primer orden. En Ecuador existen 43 vías colectoras que corresponde un 33% de la totalidad de la Red Vial Estatal.

Según el MTOP, en la actualidad el Ecuador conserva 10132,74 km en vías entre las primarias y secundarias.

1.1.2.3. *Partes de la vía.*

Calzada.

La calzada consta de un cierto número de carriles, puede tener uno o dos direcciones de circulación de tráfico de igual manera que tener uno o más carriles. La carretera se puede dividir longitudinalmente mediante un eje central en dos partes o lados, derecho e izquierdo, según el sentido de la marcha (Todo sobre tráfico, 2014).

Línea longitudinal.

Según él (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011), las líneas se utilizan para determinar los carriles y calzadas; de igual manera ayuda a los conductores indicando las zonas que están prohibidas para adelantar y estacionar; Asimismo delimita los carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

Líneas de separación de flujos opuestos.

Esta señal siempre será de color amarillo y se utiliza en carreteras de doble circulación para indicar dónde se separan los flujos de tráfico opuestos. Generalmente se ubican en el centro de la carretera; sin embargo, cuando la retribución de carriles para cada sentido de circulación vehicular es distinta a la del otro carril, dicha ubicación no coincide en el eje central. cuando hay juntas de construcción en la vía, es beneficioso mover estas líneas ligeramente para asegurar una mayor duración.

líneas de borde de calzada.

Estas líneas indican a los usuarios viales donde se encuentran los bordes de la calzada, principalmente cuando la visibilidad de la carretera es poco visible, lo que ayuda al conductor a ubicarse correctamente sin que se desvíe de su carril. Cuando un conductor es encandilado por

las luces de un vehículo que circula en sentido contrario, estas señales son las únicas que tiene el usuario vial para poder orientarse, por lo que son indispensables en la carretera, caminos vecinales o rurales y en las perimetrales.

Carril.

Franja longitudinal en la que está dividida la calzada, determinada o no por marcas longitudinales viales, siempre que sea lo suficientemente ancha para su correcta circulación de una fila de vehículos que no sean denominados motocicletas (Todo sobre tráfico, 2014).

Ancho de carriles.

Las experiencias internacionales aclaran que la mayoría del ancho de carril de circulación incita a que los conductores circulen a mayor velocidad, por lo tanto, el ancho de carril se debe establecer con una medida entre los centros de la línea según se indica en la Tabla:2-1.

Tabla 2-1: Ancho de carril por zonas y velocidad.

| Velocidad máxima de la vía | Zona | Ancho de carril |
|----------------------------|--------|-------------------|
| Mayor a 50 (km/h) | Urbana | Mínimo 3,00 |
| de 50 a 90 (km/h) | Rural | Entre 3,00 y 3,50 |
| Mayor a 90 (km/h) | Rural | Entre 3,50 y 3,80 |

Fuente: Norma INEN (2011) RTE parte 2
Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Separador o parterre.

Son áreas, generalmente zonas verdes o específicamente se encuentran ubicadas en la carretera y de forma paralela a ellas. su propósito lo de independizar el tráfico que posee en vías continuas, ya sean en un mismo sentido de circulación o en sentido contrario.

Berma.

Las bermas son las fajas longitudinales a ambos lados de la calzada, se localizan entre las cunetas y las líneas que limitan el borde de la calzada; no son destinadas para la circulación vehicular las bermas sirven para dar asistencia a los vehículos que tienen algún problema y puedan estacionarse por unos minutos sin obstruir la circulación de los otros vehículos que van en el mismo sentido.

Cunetas.

Ubicadas en los extremos de la calzada, tiene como función recolectar el agua fluvial.

1.1.2.4. Diseño geométrico de una vía.

Es la que se encarga de determinar las características técnicas geométricas de una vía basándose en los factores como es: el tránsito, la topografía, la velocidad para garantizar una circulación segura.

Características geométricas de las vías.

En las siguientes tablas se detallarán el tipo de carreteras según su desempeño:

Tabla 3-1: Características geométricas de un camino básico / convencional.

| Características | Camino básico | Camino convencional |
|------------------------------|---------------|---------------------|
| Ancho de vía | 9 m | 12 m |
| Ancho carril | 3 m | 3.5 m |
| Berma | 1.5 m | - |
| Cuneta | - | 1 m |
| Espaldón | - | 1.5 m |
| Número de carril por sentido | 1 | 1 |
| Pendiente máxima | 16% | 10% |
| Velocidad de proyecto | 40 km/h | 80 km/h |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 4-1: Características geométricas de una carretera de mediana capacidad.

| Características | Carretera de mediana capacidad normal | Carretera de mediana capacidad excepcional |
|---------------------------|---------------------------------------|--|
| Ancho de vía | 14.3 m | 18 m |
| Ancho de carril | 3.65 m | 3.65 m |
| Ancho de carril adicional | . | 3.65 m |

| | | |
|------------------------------|----------|----------|
| Berma | 1 m | 1 m |
| Espaldón | 2.5 m | 2.5 m |
| número de carril por sentido | 1 | 1 |
| pendiente máxima | 8% | 8% |
| velocidad de proyecto | 100 km/h | 100 km/h |
| | | |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 5-1: Características geométricas de una vía de alta Capacidad Interurbana.

| Características | Vías de alta capacidad interurbana |
|------------------------------|------------------------------------|
| Ancho de vía | 26.6 m |
| Ancho de carril | 3.65 m |
| Espaldón interno | 1.5 m |
| Espaldón externo | 2.5 m |
| Número de carril por sentido | 2 |
| Pendiente máxima | 6% |
| Velocidad de proyecto | 120 km/h |
| | |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 6-1: Características geométricas de vías de alta capacidad periurbana.

| Características | Vías de alta capacidad periurbana |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Ancho de vía | 48,6 m |
| Ancho de carriles internos | 3.65 m |
| Espaldón interior carriles internos | 1.5 m |
| Espaldón externo carriles internos | 2.5 m |
| Ancho carriles externos | 3.5 m |
| Espaldón interno carriles externo | 1.5 m |
| Espaldón externo carriles externo | 1.5 m |
| Número de carril por sentido | 4 |
| Número de parterre | 3 |
| Parterre | 2 m |
| Pendiente máxima | 8 % |
| Velocidad de proyecto | 100 km/h |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial.

Realizado por: Calero J, Villamarin B.2021

1.1.2.5. Tipo de pavimento.

Pavimentos flexibles o mixtos. Formado por una o varias capas asfálticas (carpetas o tratamientos superficiales) las cuales son colocadas sobre las capas de base las mismas que se encuentran conformado por material granular, material corregido o estabilizados en diversos agentes como cemento, cal, material bituminoso, etc.), en el caso a pavimento flexible, o sobre losas de hormigón tratándose de pavimentos mixtos (Irigoyen & Simo, 2016).

Pavimento rígido. Creado por losas de hormigón, las cuales son colocadas encima de una subbase de material natural granular, estabilizados o corregidos, o respectivamente puede estar sobre la subrasante.

Modos de fallas de pavimentos

En nuestro caso de estudio el tipo por el cual está construida la carretera es por pavimento flexible, el mismo que tiene cuatro modos de fallas para este tipo de pavimento mismos que serán detallados a continuación.

- Deformaciones permanentes
 - Ahuellamientos
 - Hundimiento
 - Corrugación
 - Corrimiento
 - Hinchamiento






- Fisuras o agrietamientos:
 - Longitudinal
 - Transversal
 - En bloque
 - Tipo piel de cocodrilo
 - Reflejadas
 - En arco

- Desintegraciones
 - Desprendimientos/ descubrimiento de agregados
 - Peladuras
 - Estrías longitudinales
 - Baches
 - Rotura de bloques
 - Pulimiento de la superficie

- otros modos de Falla
 - Exudación de asfalto
 - Bombeo/ exudación de agua
 - Bacheos/ reparaciones

Deformaciones permanentes.

Tabla 7-1: Deformaciones permanentes en pavimentos flexibles.







| Tipo | Descripción | Gráfico |
|-----------------------|--|---|
| Ahuellamientos | Se denomina como ahuellamientos cuando la longitud afectada es > 6 metros; es una depresión longitudinal continua a lo largo de las huellas de canalización del tránsito, se mide por la profundidad de la huella, con una regla 1.20 m colocada transversalmente en la calzada. Además, se mide en m^2 largo*ancho de la superficie afectada. |  |
| Hundimiento | Depresión o descenso de la superficie original del pavimento en un área localizada del mismo. Se miden en m^2 , registrado separadamente por el tipo de severidad Bajo (13-25)mm, Medio (25-50)mm, Alto >50 mm |  |
| Corrugación | Movimiento plástico caracterizado por la ondulación de la superficie del pavimento, formando crestas y valles por lo general en un rango de 0.60 a 0.90. Se mide en m^2 de acuerdo con su severidad en el área afectada. |  |
| Corrimiento | Movimiento plástico caracterizado por el desplazamiento o deslizamiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañado por el levantamiento del material, formando cordones principalmente laterales. |  |
| Hinchamiento | Abultamiento o acenso vertical de la superficie del pavimento, puede ocurrir en forma de onda abrupta y pronunciada sobre una pequeña área, o por el contrario en forma de una onda gradual, de más de 3 m de longitud, que distorsiona el perfil de la vía. Se mide en m^2 (largo * ancho) del área afectada. |  |

Fuente:(Irigoyen & Simo, 2016)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Fisuras o agrietamientos

Tabla 8-1: Fisuras o agrietamientos.

| Tipo de fisura | Descripción | Gráfico |
|--------------------------------|--|---|
| Longitudinal | Fracturamiento que se extiende a través de la superficie del pavimento paralelamente al eje de la calzada. Este tipo de falla tiene los siguientes niveles de severidad los cuales se detalla en la (tabla 9-1). Se identifica la longitud y severidad de cada fisura y se mide en metros lineales. Se totaliza el número de metros lineales correspondiente a cada uno de los tres niveles de severidad en la sección de pavimento evaluada. |  |
| Transversal | Fracturamiento rectilíneo que se extiende a través de la superficie del pavimento perpendicularmente al eje de la calzada. Su nivel de severidad se describe en la (tabla 9-1). Al igual que la fisura longitudinal, este tipo de falla se miden en metros lineales de acuerdo con el nivel de severidad en toda su extensión. |  |
| En bloques | Fisuras y grietas interconectadas las cuales dividen la superficie del pavimento en polígonos aproximadamente rectangulares. El tamaño de los bloques varia de 0.9m ² hasta 9m ² , si sobrepasan estas medidas las fallas son consideradas como fisuras longitudinales y transversales. |  |
| Piel de cocodrilo | Es una serie de fisuras interconectadas entre sí, formando en la superficie del pavimento pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos y dimensión mayor normalmente inferior de 0.30 m. Bajo (Fisuras finas, menores de 1.5 mm de ancho) Medio (Fisuras finas a moderadas, de ancho menor de 5 mm, presenta interconexiones formando polígonos pequeños y angulosos). Alto (Constituida por una malla cerrada de pequeños polígonos bien definidos). |  |
| Por reflexión de juntas | Este tipo de fisuras solo se da en pavimentos mixtos conformados por una superficie asfáltica sobre losa de hormigón, el nivel de severidad es la cual es descrita en la (tabla 9-1). Cabe recalcar que estas fallas se miden en metros lineales (m). |  |
| En Arco | Son en forma de media luna o más precisamente de cuarto creciente que tienen generalmente sus dos extremos apuntando hacia afuera en la dirección del tráfico. Estas fallas no se definen por diferentes niveles de severidad, ocurren básicamente en las huellas de canalización del tránsito en el sector de frenado o cambio de dirección. |  |

Fuente:(Irigoyen & Simo, 2016)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 9-1: Niveles de Severidad.


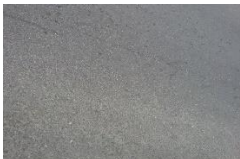

| | |
|--------------|--|
| Bajo | <p>Fisura simple sin sellar de ancho inferior a 5mm, sin descascaramiento ni desnivel alrededor de sus bordes.</p> <p>Fisura sellada, de cualquier ancho, con material de sello en condición satisfactoria.</p> |
| Medio | <p>Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm, no hay signos de descascaramiento o este muy leve. (no permite ingreso de agua)</p> <p>Fisura sellada de cualquier ancho material de sello en condición insatisfactoria. (permite ingreso del agua)</p> <p>Fisura sellada o no, de cualquier ancho con los siguientes signos: moderado descascaramiento o desportillamiento alrededor de sus bordes.</p> |
| Alto | <p>Fisura de bordes severamente desportillado o descascarados.</p> <p>Fisura múltiple, ramificada o acompañada de fisuras paralelas de severidad media a alta. La fisura causa un fuerte balanceo al vehículo al circular sobre ella.</p> |




Fuente: (Irigoyen & Simo, 2016)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Desintegraciones.

Tabla 10-1: Desintegración del pavimento flexible.

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| Por desprendimiento | <p>Desgaste gradual de la superficie de rodamiento como consecuencia de disgregación y desprendimiento del material fino que la conforma, o de la separación y pérdida del ligante más fino dejando expuesta a la acción abrasiva del tránsito y del clima.</p> |  |
| Por Peladuras | <p>Desprendimiento de pequeñas porciones del material que conforme la superficie de rodamiento, originando hoyos pequeños o cavidades en el pavimento. Su profundidad suele ser entre 15 y 20 mm, su diámetro es < 15 cm. Cuando obtienen dimensiones mayores (extensión y/o profundidad) se identifican como baches.</p> |  |
| Estrías longitudinales | <p>Es considerada la sucesión de peladura y/o de desprendimientos pétreos de la superficie pavimento que se distribuye linealmente, de forma</p> |  |

| | | |
|--|--|---|
| | de surcos longitudinales, paralelamente al eje de la vía. Además, este tipo de falla se miden en m^2 | |
| Por baches | Desintegración o descomposición total de la superficie del pavimento y su eliminación en una cierta extensión, comúnmente menor a 0.9 m de diámetro lo cual logra formar un hoyo o cavidad redonda, y sus lados verticales en la parte superior. Normalmente se cuenta el número de baches que existen según el nivel de severidad los mismo que se describen en la (tabla11-1). |  |
| Por Rotura de Bordes | Progresiva destrucción de los bordes de la calzada por desintegración total y pérdida de aglomerado asfáltico que conforma la superficie de rodamiento. Esta desintegración es medida en metros lineales, esto ocurre prácticamente en los 0,50m próximos al borde de la calzada. |  |
| Por Pulimiento de la Superficie | Este ocurre cuando en la superficie de rodamiento existe una textura muy lisa y suave al tacto, que reduce considerablemente la adherencia de los neumáticos de los vehículos. De ser necesario se mide en m^2 la superficie afectada no es posible definir los niveles de severidad en este caso. |  |

Fuente: (Irigoyen & Simo, 2016)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 11-1: Severidad en Baches.



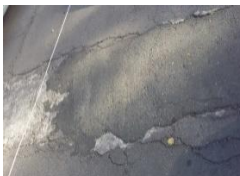
| Profundidad. | Diámetro promedio del bache | | |
|----------------|-----------------------------|---------------|----------------|
| | De 15 a 25 cm | De 25 a 50 cm | Mayor de 50 cm |
| Menor de 25 mm | B | B | M |
| De 25 a 50 mm | B | M | A |
| Mayor de 50 mm | M | M | A |

Fuente: (Irigoyen & Simo, 2016)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Otros modos de falla.

Tabla 12-1: Otros modos de falla en pavimentos Flexibles.

| Tipo de falla | Descripción | Gráfico |
|---------------------------------|---|---|
| Exudación de asfalto | Sucede en el momento que la superficie consigue un aspecto brillante, tornándose resbaladiza, reflectante, y pegajosa en tiempos de calor. Este proceso es irreversible si la superficie tiene las circunstancias antes mencionadas, estas no varían ya sea en estación calida o en clima frio. |  |
| Exudación de agua/bombeo | Ascenso de agua a la superficie del pavimento a través de los puntos más débiles y por las fisuras en la capa de rodamiento. Se muestra en forma de manchas de agua alrededor de dichos puntos, por lo general después de una lluvia intensa con frecuencia suele ir acompañada de otras manifestaciones. De ser necesario es medida en m ² , y no se definen niveles de severidad |  |
| Bacheos y Reparaciones | Área en el cual el pavimento original ha sido removido y reemplazado ya sea de forma parcial o total con materiales equivalentes a los originales casualmente diferente, con el propósito de reparar el pavimento existente. |  |


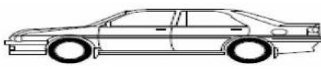
Fuente: (Irigoyen & Simo, 2016)

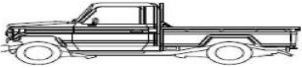

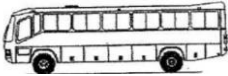
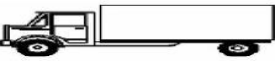




Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

1.1.2.6. *Tipos de vehículos.*

Para la realización de este proyecto debemos conocer el tipo de vehículo los cuales se muestran en la **tabla 13-1** según lo dispuesto por la NEVI volumen 2A.

Tabla 13-1: Clasificación de Vehículos.

| Tipo de vehículo | | Ejes | Esquema | Símbolo |
|--------------------|--------------|------|--|---------|
| Vehículos livianos | Motocicletas | 2 |  | A1 |
| | Automóviles | |  | |

| | | | | |
|---------------------|--|--------------|--|-----|
| | Camioneta | |  | A2 |
| Vehículos Pesados | Buses | 2 y 3 |   | B |
| | Camiones | 2 |  | C-1 |
| | | 3 |  | C-2 |
| | | |  | |
| | | 4, 5 y otros |  | C-3 |
| Otras Combinaciones |  | | | |

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 14-1: Dimensiones de los vehículos de diseño.

| TIPOS | Dimensiones de los vehículos (m) | | | | | | Radio mínimo de Giro (m) | | |
|--|----------------------------------|-------|----------|--------------------|------------------|----------------------|--------------------------|--------|----------|
| | Altura | Ancho | Longitud | Voladizo delantero | Voladizo trasero | Distancia entre ejes | Diseño | Centro | Interior |
| Vehículos livianos (automóvil – camioneta) | 1,3 | 2,13 | 5,79 | 0,91 | 1,52 | 3,35 | 7,3 | 6,4 | 4,4 |
| Autobuses | 4.1 | 2.6 | 12.1 | 2.1 | 2.4 | 7.6 | 13,7 | 12,4 | 8,4 |
| SU (Camión Sencillo) | 4.1 | 2.44 | 9.15 | 1.22 | 1.83 | 6.10 | 12,8 | 11,6 | 8,6 |
| Camión semirremolque WB-12 | 4.1 | 2.44 | 13,87 | 0.91 | 0,76 | 12.20 | 12,2 | 11,0 | 5,9 |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|------|-------|------|------|-------|------|------|-----|
| Camión semirremolque WB-15 | 4.1 | 2,59 | 16,77 | 0,91 | 0,62 | 15,24 | 13,7 | 12,5 | 5,2 |
| Camión semirremolque WB-19 | 4.1 | 2,59 | 20,88 | 1,22 | 0,76 | 18,90 | 13,7 | 12,5 | 2,4 |
| Camión semirremolque WB-20 | 4.1 | 2,59 | 22,41 | 1,22 | 1,77 | 19,42 | 13,7 | 12,5 | 1,3 |

Fuente: AASHTO, 2001

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

1.1.2.7. Distancia de visibilidad de parada.

La distancia de visibilidad de parada es en la cual un conductor requiere para poder detener su vehículo en el momento en el cual se presente una situación de peligro o también puede surgir un imprevisto con cualquier tipo de objeto los mismos que se puede encontrar a lo largo de su recorrido. esta distancia está conformada por distancia de parada o percepción y la distancia de frenado o reacción del conductor

$$d = d_1 + d_2$$

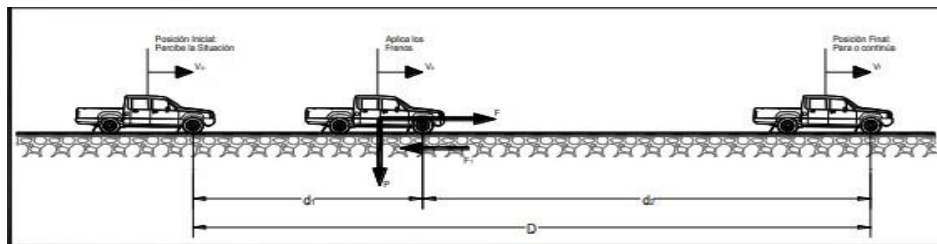


Figura 1-1: Distancia de parada.

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

Distancia de parada (d1). Se debe tomar en cuenta que cuando el obstáculo es esperado el tiempo de reacción del conductor es más rápido el mismo que se encuentra entre los 0.6 segundos a 2.0 segundos. En cambio, la situación varía cuando estas son inesperadas, Debido a esto el tiempo de reacción puede incrementar en un 35%, es decir hasta 2.7 segundos.

La distancia de parada se podrá calcular con la siguiente fórmula:

$$d_1 = 0,278 v * t \text{ (metros)}$$

Donde:

V= velocidad inicial, km/h

T = tiempo de percepción y reacción (2,5 segundos)

Distancia de frenado (d2). se obtiene de la siguiente manera:

$$d = \frac{v^2}{254} f \text{ (metros)}$$

V= Velocidad inicial, km/h

F= Coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento.

Tabla 15-1: Distancia de visibilidad de parada en terreno plano.

| Velocidad de diseño | Velocidad de marcha | Tiempo de percepción y reacción | | Coeficiente de fricción | Distancia de frenado | Distancia de parada |
|---------------------|---------------------|---------------------------------|--------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Km/h | Km/h | Tiempo(s) | Distancia(m) | F | (m) | (m) |
| 30 | 30-30 | 2.5 | 20.8 - 20.8 | 0.40 | 8.8 – 8.8 | 30 – 30 |
| 40 | 40-40 | 2.5 | 27.8 – 27.8 | 0.38 | 16.6 – 16.6 | 45 – 45 |
| 50 | 47-50 | 2.5 | 32.6 – 34.7 | 0.35 | 24.9 – 28.1 | 57 – 63 |
| 60 | 55-60 | 2.5 | 38.2 – 41.7 | 0.33 | 36.1 – 42.9 | 74 – 85 |
| 70 | 67-70 | 2.5 | 43.8 – 48.6 | 0.31 | 50.4 – 62.2 | 94 – 111 |
| 80 | 70-80 | 2.5 | 48.6 – 55.6 | 0.30 | 64.2 – 83.9 | 113 – 139 |
| 90 | 77-90 | 2.5 | 53.5 – 62.4 | 0.30 | 77.7 – 106.2 | 131 – 169 |
| 100 | 85-100 | 2.5 | 59.0 – 69.4 | 0.29 | 98.0 – 135.6 | 157 – 205 |
| 110 | 91-110 | 2.5 | 63.2 – 76.4 | 0.28 | 116.3 – 170.0 | 180 – 246 |

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 16-1: Distancia de visibilidad de parada en pendiente de bajada y subida.

| Velocidad de diseño | Distancia de parada en bajadas | | | Distancia de parada en subida | | |
|---------------------|--------------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|
| | 3% | 6% | 9% | 3% | 6% | 9% |
| 30 | 30.4 | 31.2 | 32.2 | 29.0 | 28.5 | 28.0 |
| 40 | 45.7 | 47.5 | 49.5 | 43.2 | 42.1 | 41.2 |
| 50 | 65.5 | 68.6 | 72.6 | 55.5 | 53.8 | 52.4 |
| 60 | 88.9 | 94.2 | 100.8 | 71.3 | 68.7 | 66.6 |
| 70 | 117.5 | 125.8 | 136.3 | 89.7 | 85.9 | 82.8 |
| 80 | 148.8 | 160.5 | 175.5 | 107.1 | 102.2 | 98.1 |
| 90 | 180.6 | 195.4 | 214.4 | 124.2 | 118.8 | 113.4 |
| 100 | 220.8 | 240.6 | 256.9 | 147.9 | 140.3 | 133.9 |
| 110 | 267.0 | 292.9 | 291.9 | 168.4 | 159.1 | 151.3 |

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

1.1.2.8. Pendiente

Pendientes refiere a la relación que existe entre el desnivel a superar y la distancia o recorrido en una carretera, por lo general se expresa normalmente en porcentaje (%), la misma que se la puede establecer en grados sexagesimales. si se conoce cualquier distancia, y también los niveles topográficos que proporcionan las curvas de nivel, se puede hallar una pendiente de una carretera con la siguiente Expresión:

$$P: \frac{\Delta h}{d} * 100\%$$

P = Pendiente expresada en porcentaje

Δh = Variación del desnivel a superar (metros)

d = Distancia (Metros)

1.1.2.9. Tránsito.

Se considera como tránsito a la acción de transitar, actividad la cual realizan las personas y vehículos mismos que hacen uso de una calle o carretera para su circulación.

Volumen de tránsito.

(Navarro Hudiel, 2017) Menciona que el volumen de tránsito es el número total de vehículos que pasan por un determinado punto durante un lapso de tiempo estimado este puede ser una hora, un día, una semana, un mes o un año.

- Tránsito Anual (TA): se considera como tránsito anual a un número total de vehículos que pasan en el lapso de un año es decir durante 365 días consecutivos. Donde (T=1 año). Este produce el TPDA (tránsito promedio diario anual). $TPDA = TA/365$.
- Tránsito mensual (TM): Se denomina como tránsito mensual al total de vehículos que transitan en el lapso de tiempo de un mes por un punto establecido. Donde (T=1 mes). Este genera al TPDM (Tránsito promedio diario mensual). $TPDM = TM/días\ del\ mes$.
- Tránsito semanal (TS): se menciona como tránsito semanal al total de vehículos que transita por un punto establecido durante una semana es decir los 7 días consecutivos. Donde (T=1 semana). Este genera el TPDS (Tránsito promedio diario semanal). $TPDS = TS/7$
- Tránsito diario (TD): se considera como tránsito diario al número total de vehículos que transitan por un punto establecido durante el día es decir las 24 horas consecutivas. Donde (T=1 día).
- Tránsito horario (TH): se denomina que el tránsito horario es el número total de vehículos que transitan por un punto en un lapso de 60 minutos consecutivos. Donde (T=1 hora). Para los volúmenes de tránsito menores a una hora, los más utilizados son en los intervalos de 15 minutos y de 5.

El MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012). Considera que para un estudio de volumen de tránsito se debe considerar los siguientes conceptos:

- Tránsito promedio diario. _ su respectiva abreviatura es TPDA que representa el tráfico total que circula en una vía durante un año él mismo que es dividido para los 365 días, mencionando que éste corresponde al volumen de tránsito promedio por día. Es muy importante conocer estos resultados para poder determinar su uso anual como justificación de costos en el análisis económico y de esta manera dimensionar los elementos estructurales y funcionales de la carretera.
- Volumen de la hora pico. _ es el volumen mediante el cual los vehículos circulan a lo largo de una carretera en una hora de mayor influencia u ocupación de la vía.

- Volumen de horario de diseño. se conoce también con sus abreviaturas VHD y es el volumen con el cual se utiliza para diseñar es decir para la comparación que hay con la capacidad de la vía en estudio.
- Tránsito proyectado. _ Es necesario al momento de construir carreteras nuevas o para realizar sus mejoras ya que es el tránsito que se espera usarla, también ayudara a que la vía tenga un mejor desempeño a lo largo de los años para la cual fue diseñada.

Estudio de aforos / volúmenes de tránsito. _ consiste en contabilizar la cantidad y tipos de vehículos que circulan en un determinado lugar en un tiempo determinado, dicho tiempo podrá ser en minutos, horas, días, semanas, años, etc.

Para el estudio se tomará en cuenta la capacidad vehicular (TPDA), debido a que es un factor primordial para la realización de este.

Tabla 17-1: Clasificación funcional en las vías con relación al TPDA.

| Clasificación funcional en las vías en base al TPDA | | | |
|---|-------------------------|--|-----------------|
| Descripción | Clasificación funcional | Tráfico promedio diario anual (TPDA) al año de horizonte | |
| | | Límite inferior | Límite superior |
| Autopista | AP2 | 80000 | 120000 |
| | AP1 | 50000 | 80000 |
| Autovía o carretera multi carril | AV2 | 26000 | 50000 |
| | AV1 | 8000 | 26000 |
| Carretera de 2 carriles | C1 | 1000 | 8000 |
| | C2 | 500 | 1000 |
| | C3 | 0 | 500 |

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

C1 = carretera de mediana capacidad

C2 = carretera convencional básica y camino básico

C3 = camino agrícola7 forestal

TPDA d = tráfico promedio diario anual al año horizonte o de diseño.

TPDA Dd = año de inicio de estudios + años de licitación, construcción + años de operación

1.1.2.10. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

El TPDA equivale a un número de vehículos que circula por un tramo de la carretera en un determinado transcurso de tiempo que es de mayor a un día, menor o igual a un año, dividido para el número días comprendidos en dicho tiempo en el cual se pudo realizar la medición.

Métodos de medición

Existen 3 maneras de realizar los aforos vehiculares es los cuales son:

- manera manual
- equipos o aparatos de medición
- manera mixta.

En este proyecto el tipo de Medición que utilizaremos para obtener el TPDA es de manera manual debido a que se contabilizara el número de vehículos que pasa por la vía llenando fichas de observación manualmente por cada aforador.

Tamaño de la muestra investigación semanal

$$\mathbf{TPDA = TPDS \pm A \text{ (1)}}$$

TPDA = tránsito promedio diario anual

TPDS = tránsito promedio diario semanal

A= máxima diferencia entre TPDA Y TPDS

K= número de desviaciones estándar correspondientes al nivel de confiabilidad propuesto

$$\mathbf{A=KE \text{ (2)}}$$

$\mathbf{E=\sigma \text{ (3)}}$ Error estándar de la media

σ = Estimador de la desviación estándar poblacional.

$$\tilde{\sigma} = \frac{S}{\sqrt{n}} \left[\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right] \text{ (4)}$$

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

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

n = tamaño de la muestra número de días del aforo.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (TDi - TPDS)^2}{n - 1}}$$

TDi = Volumen de tránsito en el día.

La relación entre los volúmenes de tránsito promedio anual y semanal es:

$$TPDA = TPDS \pm A$$

$$= TPDS \pm KE$$

$$= TPDS \pm K\sigma$$

Para los niveles de confiabilidad del 90% y 95% los valores constantes k son 1.64 y 1.96 respectivamente.

1.1.2.11. *Capacidad de la vía según el flujo vehicular.*

La capacidad es considerada mediante dos categorías: situaciones de flujo interrumpido y en circunstancias de flujo ininterrumpido. El flujo de tráfico interrumpido es aquel que se manifiesta básicamente en las vías de las zonas pobladas, Mientras tanto que el flujo ininterrumpido se da en caminos rurales o vecinales principalmente, debido a que en los alrededores no se han desarrollado mucho por lo cual el nivel de afluencia de las intersecciones no es muy significativo; o semejante en las carreteras o autopistas que tengan un control de acceso

El (HCM) manual de capacidades de carreteras, un trabajo primordialmente dedicado a lo que se refiera al estudio de las capacidades de las carreteras, definida la capacidad como “el número máximo de vehículos que pueden pasar a lo largo de un tramo establecido de un carril o carretera. (en lo que se refiere a las vías de 2 o más carriles durante un periodo determinado en el tráfico y condiciones en la carretera)”

Para evaluar la calidad del servicio de una autopista en un periodo dado se considera la velocidad promedio en la cual los vehículos circulan, de igual manera se considera el tiempo de viaje, la

maniobra que tiene cada conductor, las interrupciones de flujo, la seguridad, y comodidad que la vía puede brindar a sus usuarios, etc. se tiene 5 niveles de servicios en rangos de situación de operación, que van desde el libre flujo con un volumen de congestión bajo hasta volúmenes altos en una vía que posee buenas características. Dichos niveles de servicio están identificados con las letras que van desde la A hasta la E; y un sexto nivel con la letra F, la cual está identificado por un tráfico completamente congestionado con operaciones de paradas y de arranques. puede observar en la (tabla: 18-1) las condiciones, el volumen de servicios establecido, su velocidad de circulación para dichas carreteras que poseen dos carriles.

Tabla 18-1: Niveles de servicio y características para carreteras de 2 carriles.

| Nivel de servicio | Condición de Flujo | Velocidad Máxima de Circulación (km/h) | Volumen de Servicio (vph) |
|-------------------|----------------------|--|---------------------------|
| A | FLUJO LIBRE | 100 | 500 |
| B | FLUJO ESTABLE | 80 | 1200 |
| C | FLUJO ESTABLE | 65 | 2000 |
| D | FLUJO CASI INESTABLE | 55 | 2400 |
| E | FLUJO INESTABLE | 45 | 2800 |
| F | FLUJO FORZADO | 40 | Variable (0 a máx.) |

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

Realizado por: Calero J, Villamarin B.2021

1.1.2.12. Señalética.

Señalética vertical.




Las señales verticales de tránsito son importantes por la información que el usuario necesita en el momento que se traslada de un lugar a otro por las carreteras, estas señaléticas ayudan a un movimiento seguro y ordenado tanto de vehículos como de peatones, también establecen instrucciones o información acerca de destinos, rutas, direcciones y puntos de interés que necesitan los usuarios en el momento de su movilización por las diferentes vías, estas instrucciones deben ser obedecidas por los peatones y los conductores cada señalética tiene su mensaje cómo es una leyenda, símbolo, o puede estar combinada de las dos, respecto a la información que está proporciona (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Las señales verticales deben ser instaladas en la parte derecha de la vía, pero en algunos casos éstas se pueden colocar a su lado izquierdo o también en la parte superior de la calzada con infraestructuras metálicas a una cierta altura las mismas que están mencionadas en la norma

INEN, unos aspectos muy importantes al momento de la colocación de señalética es que nos puede obstaculizar otras señales o que tenga una reducida visibilidad para los usuarios de la vía, esto principalmente en las intersecciones.

Clasificación de la señalética vertical.

Tabla 19-1: Clasificación de la señalética vertical.

| Clasificación | Código | Función |
|---|--------|--|
| Señales reguladoras  | R | Su principal función es regular el movimiento de tránsito e indicar cuando se requiere una aplicación legal, el incumplir las instrucciones representa una infracción de tránsito. |
| Señales preventivas  | P | estas señales indican a los conductores y peatones sobre las condiciones que se encuentra la vía o sector en su actualidad y su posibilidad de riesgos inesperados o peligrosos que se puedan suscitar en la misma. |
| Señales de información  | I | Estas señales brindan indicaciones a sus usuarios de la vía, Estas son direcciones, rutas, distancias, ubicación de servicios, destinos y diferentes puntos de interés y atracción turística. |
| Señales especiales delimitadoras  | D | Perfilan al tránsito para advertir que se aproxima a una zona con cambio brusco como es en la anchura, altura y dirección de la vía, o a su vez indicar que la vía presenta una obstrucción. |
| Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales  | T | Brinda la información y la guía a usuarios de la vía en la que pueden circular con seguridad en el momento que se encuentren efectuando trabajos en la vía y aceras así mismo indican las condiciones actuales y peligrosas que podrían perjudicar a los usuarios de la vía. |

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Ubicación

Colocación longitudinal.

Para su respectiva colocación esta se sujeta a la naturaleza del mensaje o por su uso característico. Se requiere de un criterio especial al momento de su ubicación para de esta manera asegurar que los conductores puedan tener la mejor visualización al momento que se movilizan por la carretera, en lo que se refiere a señales preventivas éstas deberán ser colocadas con una suficiente anticipación de tal modo que el conductor tenga el tiempo respectivo para su redacción.

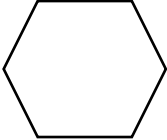
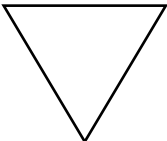

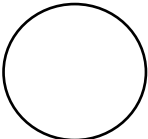
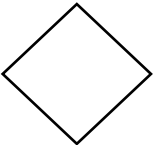
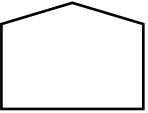
Al momento de su instalación, las señales que tengan el mismo tipo no deben ser instaladas más de una en un mismo poste, a menos que una de las señales complemente a la otra. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Colocación lateral y altura

El (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011). Establece las siguientes reglas para la ubicación de señales a un costado de la vía:

- Para su colocación lateral se toma en cuenta las medidas desde el filo de la vía hasta el borde de la señal más cercana a la misma
- Su altura debe ser desde la superficie de la calzada al filo interior de la señal o el lado inferior de la señal más baja en el poste que tenga varias señales.
- En zonas rurales en los cuales no posean bordillos, la señal deberá ser colocada a una distancia mínima de 60 cm desde el borde, espaldón o filo exterior de la berma, guardavías de protección. Su separación no debe ser menor de 200 cm ni mayor a 500 cm desde la orilla del pavimento de la vía tomando en cuenta que las señales de información que tengan un gran tamaño se requiere de una mayor separación en las autopistas.
- En el sector rural, las señales deben estar rotundamente visibles bajo la iluminación de los faros de aquellos vehículos que transitan en la noche, Asimismo estas señales deben estar alejadas de la vegetación ya que esto obstaculizaría su apreciación y de esta forma el conductor no podrá visualizar claramente la señal. Altura desde la superficie del terreno hasta el borde interior de la señal debe ser superior a los 150 cm. Para las zonas en intersecciones y pobladas las señales de información deberán tener una altura libre de 200 cm.

Tabla 20-1: Formas de identificación para el usuario vial de las señales verticales.

| Formas | Descripción |
|---|--|
|  | El octógono se usa exclusivamente para la señal del PARE. |
|  | El triángulo equilátero con un vértice hacia abajo se usa exclusivamente para la señal de CEDA EL PASO |
|  | El rectángulo con el eje mayor vertical se usa generalmente para señales regulatorias. |
|  | El círculo se usa para señales en los cruces de ferrocarril. |
|  | El rombo se usa para señales preventivas y trabajos en la vía con pictogramas. |
|  | El pentágono se usa para señales en zona escolar. |

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Señales aéreas.

Según el (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011), las señales aéreas principalmente están ubicadas en vías de múltiples carriles, son ancladas sobre estructuras como báculos, ménsulas, pórticos, etc. Y estas transmiten información de tránsito, que depende de un grado de control en cada uno de sus carriles, donde el espacio lateral que lo separa es insuficiente para ubicar una señal lateral.

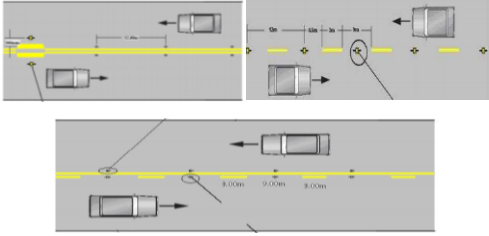
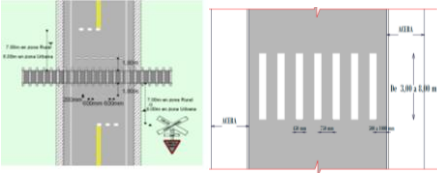
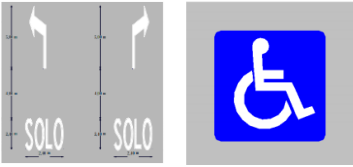
Instalación. - las señales tienen que ser colocadas con un ángulo de 5 grados en dirección al tráfico para de esta manera evitar el deslumbramiento que causan a la visibilidad de los usuarios viales; en los alineamientos curvos se debe tomar en cuenta que el ángulo de instalación tiene que ser definido por la trayectoria del tránsito antes que por el filo de la vía en el punto donde la señal es ubicada.

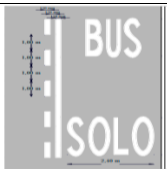

Señalización horizontal.

La señalización horizontal se utiliza como una forma de advertir o guiar para los usuarios viales y de la misma manera ayuda a regular la circulación entre los propósitos que tienen las señales horizontales es dar seguridad y proteger la salud a las personas, del mismo modo prevenir que los usuarios puedan cometer errores en las vías y espacios públicos, estas señales también ayudan a proteger al medio ambiente.

Las señales horizontales tienen una ventaja en relación con los otros tipos de señales debido a que se ubican en la calzada, el usuario puede divisar el mensaje que se requiere indicar sin que se distraiga o quite la atención sobre la vía en la que circula; sin embargo, tiene una desventaja en el momento que se presenta lluvia, neblina exceso de tráfico, polvo, etc., porque su visibilidad se ve afectada.

Tabla 21-1: Clasificación de la señalética horizontal.

| Clasificación | Función |
|---|---|
| <p>Líneas Longitudinales</p>  | <p>Se emplean para determinar carriles, calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.</p> |
| <p>Líneas Transversales</p>  | <p>Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.</p> |
| <p>Símbolos y Leyendas</p>  | <p>Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, FLECHAS, TRIANGULOS CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE, BUS,</p> |

| | |
|--|---|
|  | CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXI, PARADA, BUS, entre otros. |
| Otras señalizaciones  | Como chevrones, etc. |

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)
Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 22-1: Características de la señalización horizontal.

| Líneas Longitudinales | | |
|--|--|--|
| Tipo | Detalle | Medidas |
| Línea continua | Color amarillo la cual prohíbe el rebasamiento. | Ancho mínimo 100 mm y máximo 150mm. |
| Doble línea continua | Color amarillo las cuales prohíbe el rebasamiento o cruce. | Ancho mínimo 100 mm y máximo 150 mm Espacio de Separación = Ancho de la línea. |
| Tachas | Blancas: líneas que se pueden traspasar. Amarilla: líneas que pueden o no ser traspasadas. Rojas: exclusivamente junto a la línea de borde derecho no deben ser cruzadas. | |
| Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta. | Siempre de color amarillo, pueden rebasar donde sus características geométricas de la vía lo permitan, siempre y cuando haya seguridad. Ancho vía rural = 5,60 y con TPDA 300 Ancho vía urbana = 6,80m, prohibición de estacionamientos laterales y TPDA 1500 o más. | Ancho mínimo 100 mm – 150 mm Señalización = 3 m. Brecha = 9 m. Patrón de tacha a tacha= 12 m. |
| Doble línea continua | De color amarillo paralelas, impiden efectuar un rebasamiento debido a que son colocadas en zonas donde la | Ancho mínimo 100 mm y máximo 150 mm Separación: 100 mm |

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| | visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes, u otros. | |
| Doble línea mixta | Paralelas de color amarillo una continua y otra segmentada, | <p>Continua:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ancho mínimo 100 mm y máximo 150 mm ▪ Separación: 100 mm <p>Segmentada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Señalización = 3 m. • Brecha = 9 m. |
| Líneas Transversales | | |
| Cruce Cebra | <p>Esta señalización indica por donde el peatón tiene derecho de paso de manera irrestricta.</p> <p>Está constituida las bandas paralelas al eje de la calzada de color blanco.</p> | <p>Longitud de 3m a 8m.</p> <p>Ancho de 450 mm</p> <p>Separación de 700 mm</p> <p>Realizar de 500 mm a 1000 mm a partir del bordillo o borde de la calzada.</p> |
| Pare | <p>Línea de pare en intersección con señal vertical:</p> <p>Línea continua demarcada en la calzada ante lo cual los vehículos deben detenerse.</p> | <p>Vías de hasta 50 km/h el ancho = 400mm.</p> <p>Vías superiores a 50km/h = 600 mm</p> |
| | <p>Línea de pare en intersección semaforizadas:</p> <p>La línea indica al conductor que debe detenerse al momento de encontrarse el semáforo con la luz roja.</p> | <p>Debe estar a 2m del poste del semáforo.</p> <p>Vías de hasta 50 km/h el ancho = 400mm.</p> <p>Vías superiores a 50km/h = 600 mm</p> |
| | <p>Línea de pare en intersección con semáforo, con cruce peatonal.</p> | <p>Debe estar a 2 m del poste del semáforo con 400 mm de ancho, con un ancho de 250 mm una línea pare en dirección del poste del semáforo y a una distancia de 3 m</p> |

| | | |
|---------------------------------|--|--|
| | | mínimo del comienzo de la intersección a el poste del semáforo con un ancho de 600mm |
| Otras Señales | | |
| Reductores de velocidad. | <p>Son o pertenecen a otro tipo de señales de tránsito estos son elemento, reformas geométricas, materiales de pavimento, dispositivos construidos o fijados en la calzada, que sirven para disminuir la velocidad de diseño y/u operación, con el objetivo de proteger a los peatones, sin tener que detener el vehículo.</p> <p>Reformas geométricas. – Redondeles, agostamiento de vías, carriles en S, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resaltos. – Se utiliza en intersecciones con alto índice de accidentabilidad, proteger el flujo peatonal en diversos tipos de vía disminuyendo la velocidad a no más de 25 km/h elevando así el margen de seguridad en el sector. Este tipo de señalética no se la puede utilizar en vías con un TPDA mayor a 500 vehículos/h. | |

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Conservación y mantenimiento.

Toda señalética posee una vida útil que está en función de los materiales que se utiliza para su respectiva fabricación, la acción de agentes externos, del entorno o medio ambiente y de la permanencia de las condiciones que justifican. Para ello, es primordial que las autoridades responsables de la instalación y mantenimiento de la señalética cuenta con un inventario de las mismas y un programa para la inspección y mantenimiento que asegure adecuada limpieza, remoción o reemplazo de las señales (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

1.1.2.13. *Concesión y peajes.*

Concesión.

La concesión establece una asociación público-privada con el cual el estado faculta al sector privado mediante un tiempo determinada su construcción, operación y financiamiento de alguna área o servicio mediante su periodo. El gobierno emplea este mecanismo para atraer inversión, financiación y gestión privada a los sectores públicos (Vivar, 2010).

Mediante la concesión se busca la rehabilitación, construcción operación y el mantenimiento de un servicio público siendo la empresa privada la encargada. Algo importante y que se debe tener en cuenta que el área o servicio que está en concesión todavía es propiedad del estado y terminado su tiempo de concesión se debe entregar toda su infraestructura en las óptimas condiciones de servicio.

El concesionario debe recibir un beneficio por el cobro de las tarifas en las estaciones de peaje durante su periodo de concesión en ciertos casos también recibe aportes del estado para que garantice la rentabilidad de dicho proyecto.

Concesiones viales en Ecuador.

El Ministerio de Transportes y Obras Públicas es quien se encarga de la gestión y concesión de las licitaciones. En los últimos años se ha seguido una línea en el que las autoridades indagan asociaciones público-privadas para la concesión la misma se encargara de la construcción como también de su mantenimiento (Hernández, 2020).

De los 10000 kilómetros de la red vial estatal, el 15% se encuentra concesionado. En la actualidad el presupuesto del gobierno es de unos 300 millones de dólares (una quinta parte del año anterior), de ahí que las concesiones sean una buena opción.

Se pronostica que hasta el 2021 la Delegación para el sector privado de más del 22% de los corredores viales. Se estima que el estado en 4 años recibirá una inversión de más de 2000 millones de dólares, ahorrará 19000 millones de dólares en lo que se refiera a infraestructura vial y unos 200 millones de dólares en mantenimiento anual. De esta manera el país generará más de 40000 puestos de trabajo. Sin embargo, estas cifras mencionadas provisionalmente deberán revisarse debido a los efectos económicos de las crisis del COVID (Hernandez, 2020).

Peajes.

Definición de peajes.

Según la real academia española se define como peaje al precio que debe pagar un usuario por utilizar una infraestructura viaria.

Jurídicamente, peaje es el derecho adquirido por la concesionaria encargada de la obra, para establecer o exigir su respectiva contribución o pago a personas públicas o del concesionario que usan de este beneficio (Jurídica, 2020).

Mediante estas definiciones se puede manifestar que un peaje es una tarifa que el usuario debe cancelar para poder transitar por la carretera las cuales se encuentran en condiciones para ofrecer un mejor nivel en lo que respecta a seguridad, comodidad y seguridad, con la contribución de las tarifas servirá para el respectivo mantenimiento y la conservación de la infraestructura.

Tipos de peajes.

Tabla 23-1: Tipos de Peaje.

| Tipos de Peaje | Descripción |
|----------------------------|---|
| Peaje Abierto | Este tipo de peaje abierto se encuentra a lo largo de una ruta determinada cada cierta distancia y establece que los usuarios deben cancelar la tarifa establecida en cada estación de peaje en el transcurso de su trayectoria. |
| Peaje Cerrado | El sistema de peaje cerrado funciona cuando el usuario cancela una tarifa dependiendo de la distancia recorrida, los usuarios recibirán un ticket en la entrada a la carretera lo que servirá para determinar la distancia recorrida y posteriormente determinar su valor a cancelar. |
| Peaje Anual | En varios países de Europa utilizan este tipo de peaje, en el cual los usuarios deben cancelar la cantidad establecida para el año, utilizan un dispositivo en el parabrisas el mismo que permite hacer uso libremente de las autopistas y vías, los turistas o personas que hacen uso ocasionalmente también pagan la misma cantidad. |
| Peaje urbano de congestión | Estos peajes por lo general existen en ciudades donde tienen un excesivo parque automotor lo cual causa un gran congestionamiento vehicular, principalmente en las áreas céntricas o de alta demanda, con el propósito de reducir el ingreso de vehículos y descongestionar estas zonas se implantan este tipo de peajes con un valor que tienen que pagar al entrar. |
| Peaje Sombra | En este tipo de sistema de peaje, una empresa privada tiene que invertir sus recursos en la construcción y mantenimiento de la carretera, para recuperar su inversión la tarifa por el uso de la vía no es cancelada por los usuarios, por el contrario, el estado es quien cancela de este servicio anualmente, basándose en la demanda de vehículos en la zona concesionada y para el pago se utiliza el dinero proveniente de la recaudación de los impuestos. |

Fuente:(Pesántes, 2014)

Elaborado por: Juan C. Bryan V.

Ubicación del peaje.

Los requisitos necesarios para ubicar las estaciones de peajes son:

Derecho de vía.

Según el artículo 42 del reglamento ley de infraestructura vial del transporte terrestre, las estaciones de cobro de peaje deben estar ubicadas dentro del derecho de vía, es decir que de manera general se extenderá a 25 metros, los cuales se encuentran medidos desde la parte central de la vía hacia cada uno de sus costados, a partir de esta distancia se podrá llevar el cerramiento y la construcción de una vivienda deberá tener un retiro adicional de 5 metros (Ministerio de Transporte y Obras Publicas., 2018).

Tránsito.

Se debe realizar un estudio de tráfico vehicular para la ubicación de la o las estaciones de cobro de peaje en el lugar con mayor flujo vehicular, evitando las evasiones que puede tener por parte de los usuarios, con el objetivo primordial de recaudar la mayor cantidad posible.

Área de ubicación.

Para el área de ubicación del peaje debe contar con un espacio suficientemente amplio para la construcción de la infraestructura operativa, teniendo en cuenta la infraestructura de servicios y accesos a estas, basándose en la normativa de la seguridad vial para este tipo de instalaciones.

Criterios de ubicación e implementación para las estaciones de peaje.

La ubicación de las estaciones de peaje se deberá colocar entre una distancia media de 50 kilómetros entre cada una de ellas, dicha ubicación podría variar por sus costos de inversión como operación y mantenimiento a ejecutarse (Ministerio de Transporte y Obras Publicas., 2018).

- Las estaciones de peaje deben ser ubicadas en áreas donde el usuario no pueda evitar el pago de su respectiva tarifa.
- Debe disminuir en lo posible los conflictos sociales que se generan con los usuarios de la zona donde se deba colocar las estaciones de peaje más aún si es cerca de centros poblados.
- Para la ubicación de peajes se necesita establecer mediante un criterio de controlar el volumen máximo de tráfico posible.

- Se menciona cumplir las características siguientes:
 - a) Pendientes longitudinales máximo de un 5%
 - b) Tangentes longitudinales mínimas de 600 metros.
 - c) Facilidades desde agua potable, drenaje, electricidad, teléfono, etc.

Viabilidad para la ubicación de las estaciones de peaje en función de TPDA.

Para establecer si es viable la colocación de peajes en la red vial nacional se debe considerar:

- Para las tarifas en los distintos peajes se conviene emplear en aquellas vías que indican un flujo de vehículos diarios superior o igual a los cuatro mil vehículos.
- Para emplear la tarifa en los peajes como no tráfico vehicular se evidenciará, mediante informe técnico que la recaudación anual que generaría las tarifas por lo menos cubrirán los costos operativos, servicios viales complementarios al cincuenta por ciento de su mantenimiento rutinario de cada año. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas., 2018)

Estación de peaje abierto.

Es la infraestructura física, la cual contiene variedad de equipos los cuales son exclusivos para el cobro de una tarifa o también llamado peaje establecido mediante la normativa vigente (Pesántes, 2014)

Las estaciones de peaje usualmente poseen como mínima la siguiente infraestructura:

- Estación de peaje
- Cubierta
- Acceso a la estación de peaje
- Área de operación
- Área de administración y servicios
- Isletas de protección
- Cabinas de peaje
- Equipos de operación
- señalización horizontal y vertical
- Nota de venta (documento de pago)

Estación de peaje: Se menciona como una estación de peaje a aquella infraestructura física, así como también a equipos los cuales están destinados a ejecutar las actividades únicamente de la recaudación del peaje establecido (Calderón, 2009).



Figura 2-1: Estación de peaje.

Fuente: Panavia.

Cubierta: Es la estructura superior o llamada comúnmente como techo cuya función principal es proteger su infraestructura operativa como son las casetas de peaje y equipos, la cubierta puede ser de hormigón o de metal (Calderón, 2009).



Figura 3-1: Cubierta.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Acceso a la estación de peaje: Se designa como acceso a la estación de peaje a aquel tramo de aproximación a la infraestructura operativa es decir dónde están las casetas para el cobro del peaje, estos accesos pueden ser ensanchamientos de la calzada para dirigir a cada una de las casetas (Calderón, 2009)



Figura 4-1: Acceso a la estación de peaje.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Área de operación: El área de operación básicamente es la infraestructura en que se desarrollara las operaciones de recaudación por el cobro del peaje.



Figura 5-1: Área de operación.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Área de administración y servicio: Es la infraestructura física que se construye generalmente a un costado en la que se encuentra el personal que labora en administración como el gerente, personas destinado a servicio al cliente, guardias; de igual manera se encuentran otros servicios como: Dispensario Médico, Baterías Sanitarias y Asistencia Mecánica (Calderón, 2009).



Figura 6-1: Área de administración y servicio.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Isla de protección: Conocidas igualmente como muros de protección son construidos con el principal objetivo de proteger la infraestructura operativa, así como al personal que labora en las casetas; las isletas de protección ayudan a dirigir a los vehículos hacia las casetas de peaje. Los muros son construidos de hormigón armado (Calderón, 2009).



Figura 7-1: Muros de protección.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Cabinas del peaje: Son los espacios o lugar que es destinado para colocar los equipos necesarios y al personal con la finalidad de cobrar el respectivo valor del peaje por el uso de vía a los usuarios.



Figura 8-1: Casetas de cobro.

Fuente: Mundo Aberturas S.A

Equipos de operación: Son todos los equipos indispensables para su gestión, cobro y recaudación del peaje, se utilizan generalmente equipos electrónicos y equipos mecánicos; Semáforos, consolas, brazos mecánicos, cámaras entre otros (Calderón, 2009).



Figura 9-1: Equipos de operación.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Señalización horizontal y vertical: Son todas las señales que ayudan al conductor respecto a su información correspondiente a la estación de peaje, existen los siguientes tipos de señales en un peaje: restrictivas, preventivas e informáticas, así como la demarcación horizontal.



Figura 10-1: Señalización horizontal y vertical.

Fuente: Junior Saint Hilarie.

Nota de venta (Documento de pago): Es el documento que entrega el personal localizado en cada una de sus cabinas de cobro del peaje a los conductores, con este documento queda en

constancia que el usuario pago su respectivo valor y puede hacer uso de su infraestructura vial y servicios que se ofrece (Calderón, 2009).

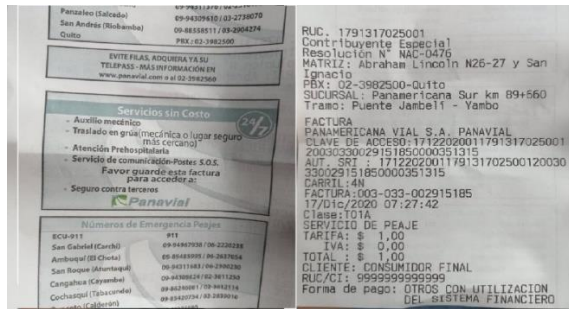


Figura 11-1: Nota de venta.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Especificaciones referenciales al tipo de Caseta.

Casetas Tipo C

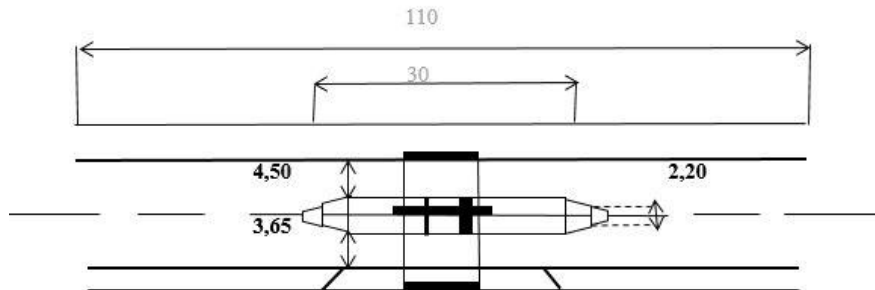


Figura 12-1: Caseta Tipo C

Fuente : (ABC, 2018)

Caseta Tipo B

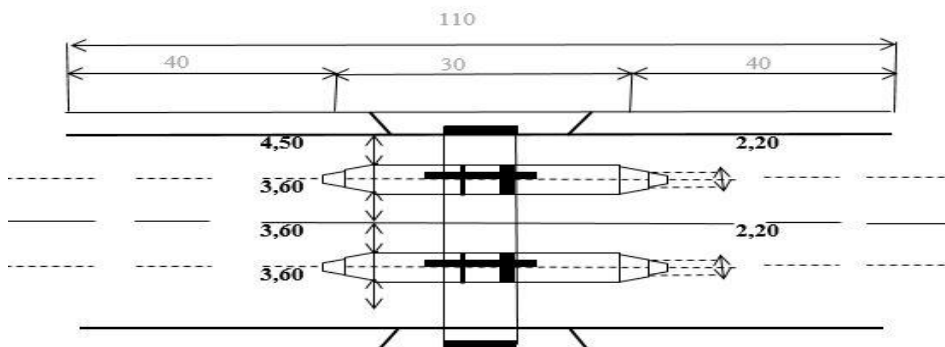


Figura 13-1: Caseta Tipo B

Fuente: (ABC, 2018)

Caseta Tipo A

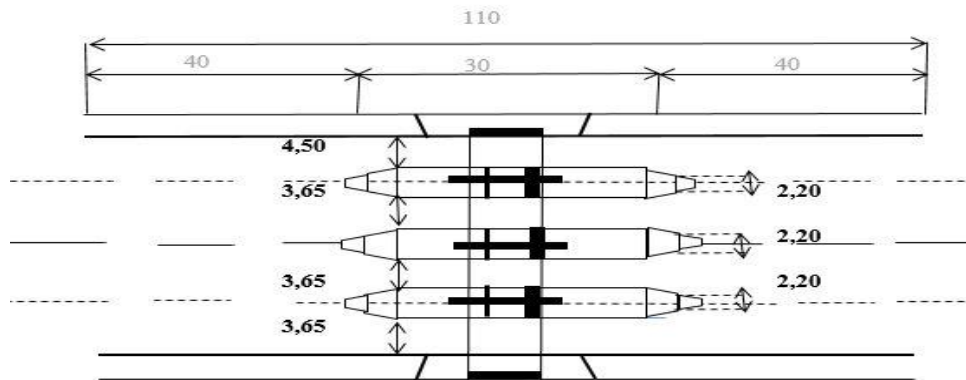


Figura 14-1: Caseta Tipo A.

Fuente: (ABC, 2018).

Descripción de los sistemas de peaje

Los sistemas de peajes permiten recuperar las inversiones ejecutadas o inversiones a ejecutarse en la construcción de una infraestructura vial. Los sistemas de peaje también funcionan como una herramienta de guía para trasladar vehículos de manera confiable hacia las vías menos congestionadas, y restaurar la movilidad de zonas congestionadas clasificadas como críticas, por último, brinda servicios importantes para los usuarios y operadores viales, como también para empresas de transporte que tienen una circulación continua por la vía (Pesántes, 2014).

Sistema de cobro.

Respecto la recaudación o pago de un peaje se tiene en la actualidad los siguientes sistemas:

Sistema manual.

El sistema manual de peaje se caracteriza por poseer dentro de la infraestructura del peaje una caseta de cobro la misma que la persona u operador realizará el cobro de una manera manual de cada uno de los vehículos que circulan por la carretera concesionada, esta forma de pago se puede efectuar de las siguientes maneras:

- De manera tradicional con efectivo.
- Con tarjetas de débito o crédito.
- Tarjetas con o sin chip de proximidad.

- Tarjetas que proporciona la empresa misma que deberán ser recargadas.

Sistema automático.

Para este tipo de sistema no se requiere a un operador, los lectores de frecuencia se encargan de identificar las tarjetas o chips instalados en cada uno de los vehículos. Con este método los vehículos realizan el proceso de pago sin que tengan que detenerse. La transferencia de la información es directa entre la antena, el TAG y el sistema de cobro.

Sistema mixto.

Para los sistemas mixtos existen los dos tipos de sistemas antes mencionados, las estaciones de peajes pueden optar por estos dos sistemas ya que ayuda a sus clientes a elegir su forma de pago debido a que muchos usuarios no transitan a diario o frecuentemente por la vía que esta concesionada y por ellos no desean adquirir las tarjetas ya que les representa un gasto por un servicio que lo ocupan en pocas ocasiones, por esta razón la mayoría de usuarios prefieren el sistema manual para el pago del peaje (Pesántes, 2014).

Criterios para determinar tarifas de peaje, rebajas y exoneraciones.

Según los Art. 35, Art 37 y Art 38 del Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre establece lo siguiente:

Tarifas de peajes

Las variables que se debe considerar para realizar el cálculo y determinar la tarifa son:

- Tipo o Categoría vehicular;
- Los costos de la inversión, de los mantenimientos y la operación de la carretera;
- El periodo de vida útil del proyecto en ejecución.
- El tráfico promedio diario anual. (TPDA)

Rebajas

- Los usuarios que posean su lugar de domicilio cerca de las estaciones de peajes.
- Las personas que realicen actividades económicas de transporte de pasajeros.

- Se puede reducir hasta en un 50 por ciento de la tarifa a las personas que por motivo socioeconómico o de riesgo se ubiquen cerca de las estaciones de peaje.

Exoneraciones.

- Ambulancias;
- Bomberos;
- y otros vehículos que deben tener un juicio de regulación previo por parte del MTOP o la concesionaria para estar exentos o con tarifa especial.

1.1.2.14. *Parámetros técnicos para la implementación de un peaje.*

Tabla 24-1: Parámetros técnicos para la implementación de un peaje.

| Parámetro | Criterio |
|------------------|---|
| Tipos de peaje | Abierto |
| | Cerrado |
| | Anual |
| | Urbano de congestión |
| | Sombra |
| Sistema de cobro | Manual |
| | Automático |
| | Mixto |
| Tarifas | Cantidad del TPDA |
| | Costos = Inversión, mantenimiento y operación de la vía. |
| | Rebajas = A personas que vivan cerca del peaje en un 50% y las que realicen actividad económica de transporte de pasajeros. |
| | Exoneraciones = A vehículos bomberos, ambulancias y juicios de regulación pertenecientes al MTOP o Concesionaría. |
| Ubicación | Distancia entre peajes es ≥ 50 km |
| | Estación de conteo a criterio del investigador |
| | Derecho de Vía es de 25 m medidos desde la línea separadora de carril. |
| | Pendiente $\leq 5\%$ |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | Tangente Longitud mínima 600 m |
| | Facilidades de Agua, drenaje, electricidad etc, |
| Viabilidad de la Ubicación del Peaje | Recomendable TPDA \geq 4000 vehículos |
| | Si no cumple TPDA $<$ 4000 vehículos, el recaudo de la tarifa anual debe cumplir al menos con el 50% del mantenimiento rutinario cada año. |

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Publicas., 2018)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

1.1.3. *Estudio económico - financiero*

Análisis Económico – Financiero.

La comparación entre el estudio económico y el estudio financiero se trata de que en las finanzas se estudia la interrelación de conceptos de riesgo, tiempo y dinero, en cambio, los estudios económicos se toman en consideración la producción, consumo y distribución de los servicios o bienes. Además, que la mayor diferencia es que la finanza tiende a buscar la maximización de la riqueza a diferencia de la economía que busca la optimización de la valorización de bienes.

1.1.3.1. *Análisis financiero.*

Se trata de determinar la rentabilidad de una inversión que tendrá el proyecto que se va a efectuar, de la misma manera establecer su valor presente neto en un determinado año y la rentabilidad anual de su inversión propuesta (Duarte & Ramón, 2007).

1.1.3.2. *Análisis económico.*

El análisis económico trata de determinar los beneficios y sus costos desde un punto de vista del país, de la población que la rodea y su impacto en la economía que causará dicho proyecto (Duarte & Ramón, 2007).

1.1.3.3. *Costos.*

Los costos se representan a la determinación de los valores monetarios utilizados con un propósito u objetivo en lo que se refiere a la mano de obra, proyectos de construcción, materia prima u otros, denominados como el costo general de producción, el cual ayuda a decidir su nivel óptimo (Corvo, 2020).

(Chiliquinga & Vallejos, 2017) Menciona que los costos según su variedad están clasificados en costos fijos, costos variables y costos mixtos.

Costos fijos.

Los costos fijos son aquellos que se originan en el lapso de tiempo con el propio que se cancela la inversión de una infraestructura, este costo fijo no varía con el nivel de la producción, es decir, aunque el nivel de la producción tienda a cero o no produzca nada (Pesántes, 2014).

Los costos fijos permanecen constante frente a cualquier volumen de su producción, ejemplo: la mano de obra ya sea directa o indirecta, la depreciación que tienen sus activos fijos, los seguros, arriendos, etc.

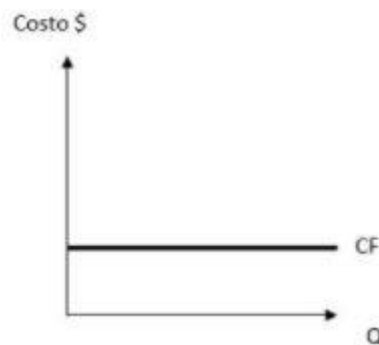


Figura 15-1: Costos Fijos

Fuente: (Chiliquinga & Vallejos, 2017)

Costos Variables.

Se menciona como costos variables a aquellos valores, que se encuentran directamente relacionados con la operación y mantenimiento de la infraestructura vial, de esta manera permitirá asegurar su vida útil y funcionamiento de una carretera (Pesántes, 2014).

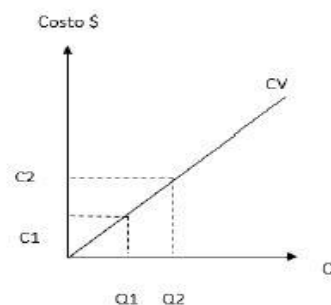


Figura 16-1: Costos Variables

Fuente: (Chiliquinga & Vallejos, 2017)

Costos mixtos.

Los denominados costos mixtos tienen las peculiaridades de los variables y fijos. Estos se clasifican en semivARIABLES y ESCALONADOS (Chiliquinga & Vallejos, 2017).

1.1.3.4. Rubros en la implementación de un peaje.

Tomando de referencia los datos de construcción de varios peajes en el Ecuador, los principales trabajos a realizar para la construcción de un peaje son los siguientes:

Tabla 25-1: División del rubro "Preliminares"

| N° | Actividades Preliminares | Unidad |
|----|--|--------|
| 1 | Replanteo y nivelación | m^2 |
| 4 | Corte y perfilado de calzada a nivel de DTSB | m |
| 5 | Remisión de DTSB | m^2 |

Fuente: Empresa Vial del Azul Enviar S.A.
Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 26-1: División de rubros "Movimiento de tierras"

| N° | Actividades de Movimientos de Tierras | Unidad |
|----|--|------------|
| 1 | Excavación a máquina en suelo sin clasificar | m^3 |
| 2 | Excavación a mano en suelo sin clasificar | m^3 |
| 3 | Desalojo de material hasta 5 km | m^3 |
| 4 | Sobrecarreo más de 5 km | $m^3 - km$ |

Fuente: Empresa Vial del Azul Enviar S.A.
Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 27-1: División de rubro "Bordillos y veredas"

| N° | Actividades en Bordillos y Veredas | Unidad |
|----|------------------------------------|--------|
| 1 | Bordillos de hormigón 30x10 | m |
| 2 | Cuneta de hormigón | m |
| 3 | Replatillo de Piedra | m^2 |
| 4 | hormigón simple $f'c=180kg/cm^2$ | m^3 |

| | | |
|---|---------------------------------------|-------|
| 5 | Mampostería de piedra con mortero 1:3 | m^3 |
| 6 | Malla electrosoldada | m^2 |
| 7 | Acero de refuerzo | kg |

Fuente: Empresa Vial del Azul Enviar S.A.

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 28-1: División en rubro "Isla central"

| N° | Actividades en Isla central | Unidad |
|----|----------------------------------|--------|
| 1 | Bordillo de hormigón 30x10 | m |
| 2 | Replanto de piedra | m^2 |
| 3 | hormigón simple $f'c=180kg/cm^2$ | m^3 |
| 4 | hormigón ciclópeo | m^3 |

Fuente: Empresa Vial del Azul Enviar S.A.

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 29-1: División del rubro Actividades de "Pavimentación flexible"

| N° | Actividades de Pavimentación Flexible | Unidad |
|----|--|------------------|
| 1 | Acabado de la obra básica existente | m^2 |
| 2 | Geomalla biaxial BX 1100 | m^2 |
| 3 | Geotextil no tejido (separador), clase 2 especificaciones ASSHTO M288-00 | m^2 |
| 4 | Subbase clase 3 | m^3 |
| 5 | Transporte de material de subbase (d=30 km) | $\frac{m^3}{km}$ |
| 6 | Capa de base de hormigón asfáltico, mezclado en planta (e=12,5 cm) | m^2 |
| 7 | Transporte de mezcla asfáltica (base asfáltica) (d=30 km) | $\frac{m^3}{km}$ |
| 8 | Capa de rodadura de hormigón asfáltico, mezclado en planta (e=10 cm) | m^2 |
| 9 | Transporte de mezcla asfáltica (capa asfáltica) (d=30 km) | $\frac{m^3}{km}$ |
| 10 | Asfalto MC-250 para imprimación | lt |
| 11 | Asfalto RC-250 para riego adherencia | lt |

Fuente: MTOP Subsecretaría de Obras y Comunicaciones Coordinación de Licitaciones Proyecto Santo Domingo – El Carmen.

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 30-1: Rubro "Reconstrucción de muro de cerramiento"

| N° | Reconstrucción de muro de cerramiento | Unidad |
|----|---|-----------------------|
| 1 | Replanteo y nivelación | <i>m</i> |
| 2 | Excavación a mano en suelo sin clasificar | <i>m</i> |
| 3 | Desalojo de material hasta 5 km | <i>m</i> ² |
| 4 | Sobrecarreo más de 5 km | <i>m</i> ³ |
| 5 | Mampostería de piedra con mortero | <i>m</i> ³ |

Fuente: Empresa Vial del Azul Enviar S.A.

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 31-1: División del rubro "Subdren"

| N° | Actividades en Subdren | Unidad |
|----|--|-----------------------|
| 1 | Excavación a máquina en suelo sin clasificar | <i>m</i> ³ |
| 2 | Excavación a mano en suelo sin clasificar | <i>m</i> ³ |
| 3 | Geotextil | <i>m</i> ² |
| 4 | Tubo PVC D = 200 mm (perforado) | <i>m</i> |
| 5 | Agregado limpio para Subdren (d=6plg) | <i>m</i> ³ |
| 6 | Geomembrana | <i>m</i> ² |

Fuente: Empresa Vial del Azul Enviar S.A.

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 32-1: División del rubro "Señalización"

| N° | Actividades Señalización | Unidad |
|----|--------------------------------|----------|
| 1 | Marcas de pavimento pintura | <i>m</i> |
| 2 | Señales preventivas (90x45 cm) | <i>U</i> |
| 3 | Señales a lado de la carretera | <i>U</i> |

Fuente: Empresa Vial del Azul Enviar S.A.

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 33-1: División del rubro "Obras complementarias"

| N° | Obras Complementarias | Unidad |
|----|--|-----------------------|
| 1 | Excavación a mano en suelo sin clasificar | <i>m</i> ³ |
| 2 | Replanteo de piedra | <i>m</i> ² |
| 3 | Hormigón simple f' c= 180 kg/cm ² | <i>m</i> ³ |
| 4 | Mampostería de ladrillo con mortero 1:3 | <i>m</i> ² |
| 5 | Enlucido con mortero 1:3 + impermeabilizante | <i>m</i> ² |

| | | |
|----|---|----------------|
| 6 | Acero de refuerzo | kg |
| 7 | Encofrado recto | m ² |
| 8 | Mampostería de ladrillo con mortero 1:3 | m ² |
| 9 | Enlucido con mortero 1:3 | m ² |
| 10 | Preparado y pintado de paredes | m ² |
| 11 | Cubierto fibrocemento (incluye correa metálica) | m ² |
| 12 | Puerta metálica | m ² |

Fuente: Empresa Vial del Azul Enviar S.A.

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 34-1: Descripción para la instalación de un peaje manual.

| N° | Descripción o Rubro | Unidad |
|----|--|---------------------|
| 1 | Costo de Expropiación | m ² |
| 2 | Desbroce, Desbosque y Limpieza | HA |
| 3 | Demolición de Estructuras | m ² |
| 4 | Excavación sin clasificar | m ³ |
| 5 | Transporte de material de excavación | m ² – Km |
| 6 | Costo promedio de obra civil de cabina de peaje manual (incluye cubierta General) | U |
| 7 | Costo Pavimento flexible | m ² |
| 8 | Equipamiento tecnológico de cabina de peaje (incluye sistemas operativos – señalización – iluminación) | U |

Fuente:(Pesántes, 2014)

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

1.1.3.5. Costo de mantenimiento vial.

El mantenimiento vial tiene como objetivo conservar el nivel óptimo de las vías, para brindar a los vehículos una forma rápida, segura, económica y cómoda, se tiene varios tipos de mantenimientos (Peña, 2013).

Mantenimientos de rutina.

Es el que se realiza con mayor frecuencia requiriendo una inversión menor a comparación del mantenimiento periódico. Se realizan actividades de prevención, con reparaciones menores y trabajos de forma continua que permiten conservar el buen estado de la vía conservando así su

nivel de servicio. Un plan de mantenimiento vial rutinario anual en este caso de pavimento asfáltico flexible, se realizará, las siguientes actividades las mismas que están con sus respectivos rubros los cuales se detallan en la (Tabla 35-1).

Actividades:

- Mantenimiento de los taludes.
- Mantenimiento de drenaje.
- Mantenimiento de la estructura de pavimento (flexible).
- Mantenimiento de señalización.

Tabla 35-1: Rubros a considerar en un Mantenimiento Rutinario (cada año)

| Rubro | Descripción | Unidad |
|---|---|----------------|
| Mantenimiento de taludes | | |
| 1 | Supervisión de campo | H |
| 2 | Limpieza de derrumbe a máquina – incluye transporte | m ³ |
| 3 | Limpieza de derrumbes a mano – incluye transporte | m ³ |
| 4 | Otros mejoramientos – Estabilización de taludes | m ³ |
| Mantenimiento de drenaje | | |
| 5 | Roza a mano | Ha |
| 6 | Limpieza de cunetas con motoniveladora | Km |
| 7 | Limpieza de cunetas a mano | Km |
| 8 | Limpieza de alcantarillas | m ³ |
| 9 | Inspección y mantenimiento de puentes | u |
| 10 | Mantenimiento de espaldones | m ³ |
| 11 | Reparación de cunetas | m ³ |
| Mantenimiento de la estructura de pavimento flexible | | |
| 12 | Bacheo asfáltico menor | m ³ |
| 13 | Bacheo asfáltico mayor | m ³ |
| 14 | Sello de fisuras | m ³ |
| Señalización | | |

| | | |
|----|--|---|
| 15 | Mantenimiento de señalización vertical | U |
| 16 | Mantenimiento de señalización horizontal | M |
| 17 | Mantenimiento de guardavías | M |
| 18 | Colocación de nuevas señales verticales | U |

Fuente: Caminosca 2015(Pesántes, 2014)(Pesántes, 2014)

Elaborado por: Juan C. Bryan V.

Mantenimiento periódico.

Este tipo de trabajos requieren una mayor consideración, porque se necesita reponer las características que tenía la vía y por diferentes razones fueron desapareciendo. Son trabajos que necesitan constante: Pintura en puentes, sellos, reposición de material, etc.

- Se necesita realizar un sello asfáltico cada 3 años.
- Un recapéo de 2" de espesor para toda la superficie, por lo general en el octavo año y décimo cuarto.
- Un mantenimiento de taludes.
- Mantenimiento de la estructura de pavimento (Flexible).
- Mantenimiento de señalización.

Tabla 36-1: Rubros a considerar en un Mantenimiento Periódico. (5años)

| Rubro | Descripción | Unidad |
|---|---|----------------|
| Mantenimiento de taludes | | |
| 1 | Supervisión de campo | H |
| 2 | Limpieza de derrumbe a máquina – incluye transporte | m ³ |
| 3 | Limpieza de derrumbes a mano – incluye transporte | m ³ |
| 4 | Otros mejoramientos – Estabilización de taludes | m ³ |
| Mantenimiento de drenaje | | |
| 5 | Roza a mano | Ha |
| 6 | Limpieza de cunetas con motoniveladora | Km |
| 7 | Limpieza de cunetas a mano | Km |
| 8 | Limpieza de alcantarillas | m ³ |
| 9 | Inspección y mantenimiento de puentes | u |
| 10 | Mantenimiento de espaldones | m ³ |
| 11 | Reparación de cunetas | m ³ |
| Mantenimiento de la estructura de pavimento flexible | | |

| | | |
|---------------------|--|----------------|
| 12 | Bacheo asfáltico menor | m ³ |
| 13 | Bacheo asfáltico mayor | m ³ |
| 14 | Sello de fisuras | m ³ |
| 15 | Asfalto tipo RC grado 60 para riego de adherencia | l |
| 16 | Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de espesor de 5 cm | m ² |
| Señalización | | |
| 15 | Mantenimiento de señalización vertical | u |
| 16 | Mantenimiento de señalización horizontal | m |
| 17 | Mantenimiento de guardavías | m |
| 18 | Colocación de nuevas señales verticales | u |

Fuente: Caminosca 2015

Elaborado por: Juan C. Bryan V.

Mantenimientos de mejoramiento o modernización.

En este tipo de mantenimiento se encuentran los trabajos con mayor importancia, el cual resulta de estudios especiales para agregar o modificar las características geométricas y estructurales de la vía, para aumentar sus niveles de servicio y resolver los problemas que se suscita por el incremento del volumen de tránsito, para sus mejoras está el caso de colocar un pavimento nuevo, ensanchamiento de la vía, corrección geométrica, etc.

1.1.3.6. Análisis de valores de dinero en el tiempo.

VAN (Valor Actual Neto).

Es la cantidad de beneficios y costos descontados a un interés definido. Este se utiliza para que el inversionista en este caso el concesionario, analice si la inversión que va a realizar es rentable comparada con otras posibilidades de inversión que este tenga pensado hacer. Cabe recalcar que el inversionista busca la alternativa con mayor VAN y la tasa social de descuento con enfoque en el Ecuador (Vivar, 2010).

VAN > 0 se acepta la alternativa con el mayor VAN.

VAN = 0 la alternativa es indiferente.

VAN < 0 la alternativa se rechaza.

TIR (Tasa Interna de Retorno)

El TIR es la tasa de interés para el cual el VAN es cero y debe ser mayor a la tasa mínima atractiva de retorno TMAR. No existe un TIR mínimo normado ya que depende exclusivamente de las características de cada país. Cabe mencionar que según el banco mundial los países en vías de desarrollo, proyectos que tienen un TIR mayor al 12% suelen tener una alta prioridad para realizarse (Vivar, 2010).

TIR > TMAR se acepta alternativa

TIR = TMAR la alternativa es indiferente

TIR < TMAR la alternativa se rechaza

Relación costo/beneficio.

El análisis de costo/beneficio debería ser comparado en las diferentes alternativas de financiamiento, construcción y operación. En el presente proyecto la alternativa de concesión al implementar un peaje en la vía E35 Riobamba-Alausí que es una carretera financiada con fondos públicos.

Los beneficios que recibe el concesionario son importantes, pero también deben ser tomados en cuenta los beneficios sociales que deben ser mayores a los costos en total. Los cuales son:

El mejoramiento de la vía incrementa las actividades productivas que pueden ser, turísticas, agrícolas, ganaderas, etc.

Los costos de operación vehicular se reducen con el menos consumo de combustible, llantas, aceite, etc. Así como la reducción de los accidentes, un menor tiempo de viaje y ganancias ambientales.

Para saber si la alternativa debe ser escogida, la relación costo/beneficio debe ser:

$B/C > 1$ Se acepta la alternativa.

$B/C = 1$ la alternativa es indiferente.

$B/C < 1$ la alternativa se rechaza.

1.1.4. Factibilidad ambiental.

(Rodrigues et al., 2014) Menciona que la evaluación de la factibilidad o viabilidad ambiental tiene como objetivo la identificación, interpretación y predicción de los impactos ambientales que produciría cualquier tipo de proyecto en el caso de llegar a ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos; todo ello con el propósito de ser aceptado, modificado o rechazado por los miembros competentes.

Para la evaluación de la viabilidad ambiental de proyectos se propone el procedimiento siguiente:

1. Identificación de las diferentes actividades del proyecto: se refiere a la determinación de las actividades que se realizarán en el proyecto en cualquier etapa del mismo, como puede ser en la etapa de construcción, operación o abandono; con un impacto ambiental ya sea en el aire, agua, residuos sólidos, ruidos o vibraciones, así como también a la flora y fauna.
2. Para llevar a cabo un análisis de factibilidad ambiental en un proyecto, se debe promover un proceso participativo, es decir realizar consultas a aquellas personas que son involucradas directamente en el proyecto, así como técnicos, conocedores del territorio y población aledaña al lugar o área de intervención o a su vez a juicio de expertos.
3. Determinar la intensidad del impacto ambiental. Para ello, se sugiere el uso del método de comparación al más alto nivel. Este método se basa en la evaluación que realizan expertos de los impactos determinados, para lo cual proporciona una evaluación.

1.2. Normativa legal

1.2.1. Plan de desarrollo “Toda una Vida 2017-2021”

Este modelo territorial se basa en la actual estrategia territorial nacional en las directrices:

- Cohesión territorial con la sostenibilidad ambiental y la gestión de riesgos
- Acceso equitativo a la infraestructura y el conocimiento
- Gestión territorial y gobernanza multinivel

1.2.2. *Ley orgánica del sistema de infraestructura vial en el transporte terrestre.*

Art.10 “Componentes Funcionales y Operativos. Son componentes funcionales y operativo aquellas estructuras adheridas a las vías terrestres, destinadas a ordenar y mejorar la fluidez del transporte terrestre que contribuyen a un mejor servicio público de vialidad, tales como: puentes, intercambiadores, facilitadores de tránsito, estaciones de paje y pesaje de vehículos, estaciones de inspección, estacionamientos para emergencias, centros logísticos y señalización acorde a las normas dictadas para el efecto.” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

Art.28 “Uso y fuentes de materiales. Las entidades públicas encargadas de la ejecución de obras de infraestructura del transporte terrestre podrán explotar los materiales de construcción necesarios para la obra pública en áreas libres o concesionadas, acorde a los preceptos constitucionales y legales vigentes. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales o metropolitanos deberán autorizar el acceso sin costo al aprovechamiento de los materiales pétreos necesarios para la obra pública. La explotación de los materiales de construcción para obras de infraestructura vial podrá ser realizada por el Estado mediante administración directa o a través de sus contratistas o concesionarios, en áreas no concesionadas o concesionadas. En concordancia con la ley de Minería, cuando las canteras se encontraren en propiedad de particulares, se deberá cancelar un valor monetario por concepto de uso y goce de la servidumbre, así como por los daños causados por efectos de la explotación mas no por el valor de los materiales extraídos.” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

1.2.3. *Reglamento ley de sistema de infraestructura vial del transporte terrestre.*

Art. 16 “Estudios Técnicos. Son todos los documentos que engloban el conjunto de investigaciones, exámenes, expropiaciones y actividades que sirven como base para el desarrollo del diseño y construcción de un proyecto de infraestructura del transporte terrestre y pueden comprender, estudios de pre-factibilidad, preliminares y definitivos, estudios de impacto socio-ambiental; estudios de fuentes de materiales; estudios relativos al régimen de determinación de tarifas de peaje u otros que se establezcan, entre otros.” (Ministerio de Transporte y Obras Publicas., 2018).

Art. 68 “Prohibición. Prohíbese el cobro de peaje en caminos particulares sin la autorización del Ministerio rector será otorgado mediante acto administrativo. en caso de los gobiernos autónomos descentralizados, deberán solicitar por escrito al Ministerio rector. La concesión de cobro de peaje deberá suscribirse a un contrato entre el Ministerio rector y el beneficiario del peaje. El Ministerio

rector podrá cancelar su autorización, dando por terminado el contrato de concesión por las siguientes causas:”(Ministerio de Transporte y Obras Publicas., 2018).

- Por la elevación de tasas permitidas o cobro arbitrario de la misma por parte del concesionario o sus dependientes.
- Por negación por parte del concesionario o sus dependientes a prestar el camino privado para fines urgentes de servicio público.
- Declaración de utilidad pública del camino particular.
- La falta de mantenimiento adecuado del camino particular por parte del concesionario o sus dependientes

1.2.4. Acuerdo ministerial No 56 (24-06-2013)

Se localiza toda la información pertinente a la concesión vial en el Ecuador.

“Art.10.- Peajes. - menciona que el MTOP encargado del establecimiento, control, operación y el cobro de peajes en una red vial estatal, sin embargo, si las vías son delegadas o concesionadas se podrá autorizar el control, gestión, operación y el cobro según lo acordado en el contrato. El MTOP en la competencia exclusiva de la regulación y el establecimiento de tarifas.

Para los corredores viales concesionados, el cobro de los peajes será llevado por parte del concesionario, con el objetivo de que con dichos recursos obtenidos estén invertidos y utilizados de acuerdo con lo fijado en los respectivos contratos.”

1.2.5. Ley de modernización del estado (12-07-2014)

“Art. 6.- El Estado podrá delegar a empresas mixtas o privadas la prestación de servicios públicos y la exploración y explotación de recursos naturales no renovables de su propiedad. Esta delegación se hará por cualesquiera de los medios establecidos en la Constitución garantizando que, si se tratare de servicios públicos, estos respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, accesibilidad, universalidad, calidad y continuidad, con énfasis en la determinación de equidad de precios y tarifas; y al tratarse de la exploración y explotación de los recursos, se cumpla en función de los intereses nacionales.”(Ley de modernizacion del estado, 2014).

“Art. 8.- BASE LEGAL. – Estableciere el Consejo Nacional de Modernización (COMAN), como un órgano administrativo encargado de coordinar, dirigir y supervisar los procedimientos establecidos en la ley para la modernización del Estado.”(Ley de modernizacion del estado, 2014).

“Art. 41.- DELEGACIÓN. - El Estado podrá delegar a empresas privadas o mixtas la prestación de servicios públicos de agua potable, saneamiento, riego, telecomunicaciones, fuerza eléctrica, vialidad, facilidades portuarias, ferroviarias y aeroportuarias, servicio postal u otras de naturaleza similar. La participación de las empresas privadas o mixtas se realizará mediante concesión, asociación, capitalización, traspaso de la propiedad accionaria o cualquier otra forma contractual “o administrativa” de acuerdo con lo establecido en la ley.”(Ley de modernización del estado, 2014).

“Art. 47.- MONOPOLIOS. - Prohíbese la existencia de monopolios en cualquier forma y en su totalidad, se autoriza el establecimiento de actividades o la prestación de servicios de igual o similar naturaleza. Cuando la concesión de un servicio público implique una posición dominante en el mercado, su titular no podrá ser propietario, por sí mismo ni por terceras personas, de medios de comunicación colectiva o instituciones financieras. Cada una de estas actividades deberá ser desarrollada, en forma exclusiva por sus administradores o propietarios.”(Ley de modernización del estado, 2014).

1.3. Marco conceptual

1.3.1. Transporte

El transporte es una actividad económica básica la misma que se encuentra desarrollada por elementos fundamentales como: la infraestructura, vehículos y empresas de transporte. Su objetivo principal es el traslado de personas, mercancías o bienes materiales de un lugar de inicio a un destino final en un menor tiempo posible y brindando la mayor seguridad posible (Truyols Mateu, 2012).

1.3.2. Tránsito

Es el movimiento ordenado de personas, animales y vehículos a través de la variedad de rutas terrestres públicas o privadas, sujetas a las leyes, normativas y reglamentos sobre la materia. (Reglamento general para la aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, 2015).

1.3.3. Volumen vehicular

Se denomina volumen vehicular al número de vehículos que pasan por un determinado tramo de vía o carretera, en un tiempo definitivo, y se consigue mediante un coteo directo, denominado aforo vehicular.

1.3.4. *Intervalo de tiempo*

Es el tiempo establecido en el cual se procederá a determinar el flujo vehicular en uno o varios puntos de vía definidos (Navarro Hudiel, 2017).

1.3.5. *Infraestructura*

La infraestructura es un conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones que ayudan o permiten al desarrollo de una actividad, la cual permite un normal funcionamiento de la vida ciudadana

1.3.6. *Tarifa*

Es el monto de dinero establecido por parte del estado o responsable de una concesión, para que sus usuarios cancelen por la prestación de servicio brindado que están ocupando.

1.3.7. *Calzada*

Es el área de la carretera que se encuentra destinada a la circulación de vehículos, generalmente este tramo de vía se encuentra pavimentada o acondicionada por algún tipo de material de fijo (Instituto Nacional de Vías, 2018).

1.3.8. *Asfalto*

Betún sólido, semisólido o líquido, de color negro o pardo oscuro, encontrado en depósitos naturales u obtenido artificialmente como un residuo del petróleo (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013).

1.3.9. *Cuneta*

Son canales en los cuales se construyen a los lados de una carretera con el propósito de recolectar el agua lluvia que se escurre en la corona de la vía, del talud y de pequeñas áreas adyacentes, para transportar el flujo de agua a un drenaje natural o a una obra transversal con la finalidad de alejarla de la calzada (MTO, 2003).

1.3.10. *Red vial*

La red vial comprende el conjunto de vías de primer orden y secundarias o denominadas como vías colectoras las mismas que tienen mayor afluencia vehicular, y que son de acceso principal para unir a las principales capitales provinciales, cabeceras cantonales y camino vecinales. (E-asphalt, n.d.)

1.3.11. *Red vial estatal*

Se denomina una red vial estatal al conjunto de vías que forman partes de las troncales y transversales nacionales, a su vez están constituidas por las vías declaradas como vías primarias y secundarias que tienen un mayor tráfico vehicular según lo mencionado por el ministerio rector (Ministerio de Transporte y Obras Publicas., 2018).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de la investigación

2.1.1. *Cuantitativo*

El presente trabajo de investigación se realizará con una modalidad cuantitativa, ya que se aplicarán técnicas como son las fichas de observación y aforos vehiculares de las cuales se obtendrá una base de datos para el respectivo análisis sobre la infraestructura vial.

2.2. Nivel de investigación

2.2.1. *Exploratorio*

Este nivel de investigación es necesario por lo que se inspeccionó el campo de estudio a fin de obtener una mayor cantidad de información para la factibilidad en la implementación de peajes.

2.2.2. *Descriptiva*

Este estudio es de carácter descriptivo porque permite analizar la cantidad de vehículos que circulan por la ruta establecida. Para esto se utilizó la observación como método descriptivo. Además, se observó el estado actual en el que se encuentra su infraestructura vial.

2.2.3. *Aplicativo*

Para el presente estudio se aplicó un nivel de investigación aplicativo para conocer si es factible o no la implementación de un peaje en la ruta establecida.

2.3. Diseño de investigación

2.3.1. *No experimental*

Este estudio es de carácter no experimental debido a que no se realizó experimentos dentro de un laboratorio ni de una simulación, de igual modo este estudio se realizó con un análisis de variables

sin tener que intervenir en el curso natural de las mismas, ya que se necesita conocer el contexto natural de estas para poder determinar si es factible la implementación de un peaje.

2.3.2. *Transversal*

Este tipo de estudio fue transversal porque el fenómeno a estudiarse se realizó en un momento, es decir en un tiempo determinado, sin la necesidad de obtener una nueva información posteriormente.

2.4. Tipo de estudio

2.4.1. *De campo*

Para el presente trabajo de investigación se procedió al estudio de campo, por el motivo que la información recolectada fue de manera directamente en la ruta establecida.

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.

2.5.1. *Métodos de investigación*

2.5.1.1. *Método analítico*

Mediante la información recopilada podemos realizar el análisis de acuerdo con cada elemento que se tomó en cuenta para la investigación.

De esta manera se pudo llevar a cabo la investigación por partes, tanto para la infraestructura como para los vehículos que circulan en la zona, y de esta manera desarrollar el tema que se investigó.

2.5.1.2. *Método sintético*

Con este método se debe sintetizar la información proporcionada por las fichas de observación en infraestructura vial para definir las conclusiones y recomendaciones para el presente trabajo de titulación.

2.5.2. *Técnicas de investigación*

2.5.2.1. *Observación*

Se aplicó la observación directa para el levantamiento de información, como: aforo vehicular e infraestructura vial, de esta manera se obtuvo la recolección de datos.

2.5.3. *Instrumentos de investigación*

2.5.3.1. *Fichas de infraestructura vial*

El análisis de la infraestructura vial se realizó a lo largo de la ruta establecida, esta ficha nos permitió el levantamiento de información para conocer el estado actual de la vía, señalización vertical y señalización horizontal.

2.5.3.2. *Ficha de aforo vehicular*

Estos aforos se los realizan para determinar el flujo vehicular que existe actualmente en la vía en estudio.

CAPITULO III



3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Referencia de investigación.

3.1.1. Características geométricas actuales de la vía Riobamba – Alausí

El presente proyecto de estudio tiene su comienzo en la ciudad de Riobamba la capital de la provincia de Chimborazo hasta una de sus cabeceras cantonales como lo es Alausí en el sur de la provincia a 2.374 metros sobre el nivel del mar, con una distancia de vía de 88,20 km por la carretera/troncal de la sierra E35.

Tabla 1-3: Coordenadas Geográficas del Estudio.

| PUNTOS | Latitud | Longitud | Imagen |
|--|--------------|---------------|---|
| Inicio Riobamba (Sector Lican salida de Riobamba) | -1.6557959 S | -78.8423472 O |  |
| Final Alausí (intervención entre las vías E35 con la E47) | -2.1934855 S | -78.695217 O |  |

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

CARRETERA: E35 Riobamba – Alausí “Provincia de Chimborazo”.

Tabla 2-3: División de la carretera según tramos y abscisas.

| N° Tramo | Tramos | Distancia | Abscisas |
|----------|----------------------------|-----------|---------------------------|
| 1 | E35: Lican – Calpi | 4,5 km | Desde 0 a 04+500 |
| 2 | E35: Calpi – Cajabamba | 8,2 km | Desde (4+501) a (12+700) |
| 3 | E35: Cajabamba – Balbanera | 3,1 km | Desde (12+701) a (15+800) |
| 4 | E35: Balbanera – Columbe | 18,2 km | Desde (15+801) a (34+000) |
| 5 | E35: Columbe – Guamote | 10,6 km | Desde (34+001) a (44+600) |
| 6 | E25: Guamote – Palmira | 13,4 km | Desde (44+601) a (57+800) |
| 7 | E35: Palmira – Tixán | 15,4 km | Desde (57+801) a (73+200) |
| 8 | E35: Tixán – Alausí | 11,4 km | Desde (73+201) a (88+200) |

Elaborado por: Calero J, Villamarin B. 2021

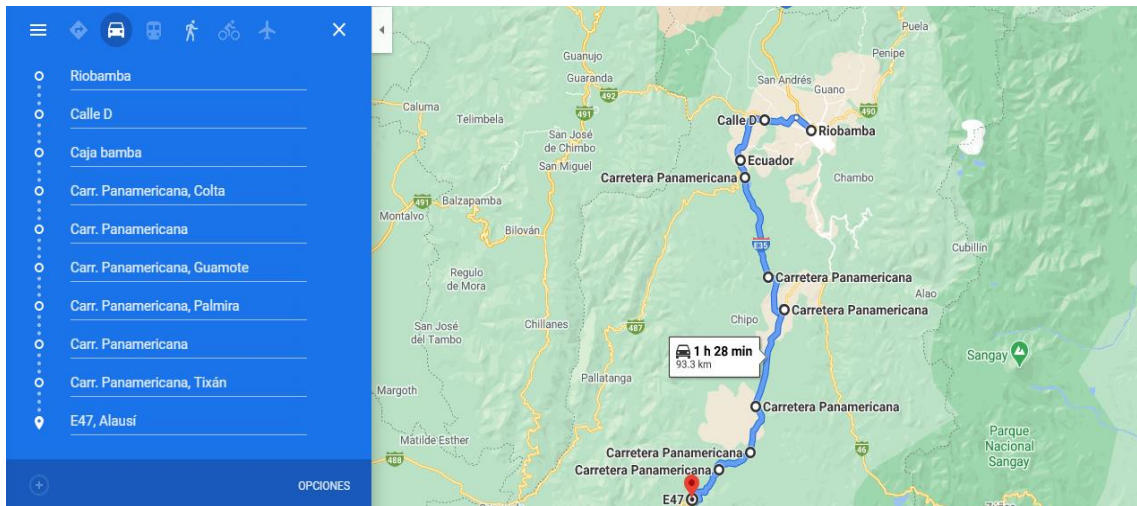


Figura 1-3: Tramos de la vía de estudio.

Fuente: Google Maps.

Tabla 3-3: Condición actual de la vía Riobamba – Alausí.

| Condiciones viales actuales Vía Riobamba – Alausí | |
|---|--|
| Longitud | 88,2 km |
| Tipo de Vía | Corredor Estatal E35 |
| Tipo de Terreno | Montañoso – Ondulado |
| Tipo de capa de rodadura | Pavimento Flexible |
| Estado de la vía | Buena |
| Carriles de Circulación | 2 carriles |
| Cunetas | Existen |
| Alcantarillas | Existen |
| Señalización | Buena |
| Estado | La capa de rodadura presenta baches y fisuras con un grado de severidad alto, la vía se encuentra en rehabilitación. |

Fuente: Informe Técnico_001_2019

Elaborado: Calero J, Villamarin B. 2021














3.2. Levantamiento de información de la demanda vehicular actual e infraestructura vial.

3.2.1. Aforo de flujo vehicular.

El conteo vehicular se realizó de forma manual, este conteo se llevó a cabo en un punto determinado, cuyas coordenadas son (-1.919129, -78.716410) localizadas en el sector de Columbe, el registro del flujo vehicular se llevó a cabo durante 7 días consecutivos durante las 24 horas con intervalos de 15 minutos, el conteo se lo realizó por sentido de circulación, a

continuación, se presenta los datos obtenidos en el periodo que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación.

Tabla 4-3: Resultado aforo vehicular.

|  ESCUELA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS ESCUELA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE RESULTADOS DE AFORO VEHICULAR  | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|
| AFORADOR | Juan Carlos Calero. | | | | | TIPO DE VÍA | Primer Orden | | | | |
| | Bryan Alejandro Villamarin. | | | | | VÍA: | E 35 | | | | |
| UBICACIÓN | | | | | | CANTÓN | Guamote | | | | |
| DIA | MOTOS | AUTOMOVILE | BUSES Y BUSETAS | | | CAMIONES Y SEMIREMOLQUE | | | | | TOTAL |
| | A1 | A2 | B | | | C-1 | C-2 | C-3 | | | |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| LUNES | 22 | 3080 | 311 | 2 | 89 | 886 | 79 | 13 | 40 | 116 | 4638 |
| MARTES | 29 | 2688 | 319 | 2 | 70 | 665 | 69 | 13 | 54 | 99 | 4008 |
| MIERCOLES | 34 | 2747 | 321 | 2 | 74 | 1108 | 87 | 5 | 48 | 145 | 4571 |
| JUEVES | 46 | 4774 | 410 | 3 | 153 | 1399 | 79 | 9 | 57 | 131 | 7061 |
| VIERNES | 37 | 3097 | 325 | 0 | 75 | 1079 | 66 | 14 | 48 | 133 | 4874 |
| SABADO | 32 | 2662 | 317 | 0 | 54 | 998 | 57 | 1 | 38 | 110 | 4269 |
| DOMINGO | 19 | 1581 | 321 | 0 | 24 | 757 | 13 | 1 | 19 | 78 | 2813 |
| TOTAL | 219 | 20629 | 2324 | 9 | 539 | 6892 | 450 | 56 | 304 | 812 | 32234 |
| PROMEDIO | 0,68% | 64,00% | 7,21% | 0,03% | 1,67% | 21,38% | 1,40% | 0,17% | 0,94% | 2,52% | 100% |

Realizado por: Calero J, Villamarin B.2021

Cálculo del tránsito promedio diario anual (TPDA).

$$TPDA = TPDS \pm A \quad (1)$$

$$TPDS = TS/7$$

$$TPDS = \frac{32234}{7} = 4605 \text{ Vehículos por día}$$

A = KE (2) E = σ (3) error estándar de la media.

σ = estimador de la desviación estándar poblacional.

$$\sigma = \frac{s}{\sqrt{n}} \left[\sqrt{\frac{(N-n)}{(N-1)}} \right] \quad (4)$$

Desviación estándar muestral (S)

$$S = \sqrt{\left(\frac{(\sum_{t=1}^n (TDi - TPDS)^2)}{n} - 1\right)}$$

$$S = \sqrt{((4638 - 4605)^2 + (4008 - 4505)^2 + (4571 - 4605)^2 + (7061 - 4605)^2 + (4874 - 4605)^2 + (4269 - 4605)^2 + (2813 - 4605)^2)/(7 - 1)}$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{1089 + 356409 + 1156 + 6031936 + 72361 + 112696 + 3211264}{6}\right)}$$

$$s = \sqrt{\frac{9787111}{6}}$$

$$S = \sqrt{1631185}$$

$$s = 12277 \text{ vpd}$$

Estimador de la desviación estándar poblacional.

$$\sigma = \frac{1277}{\sqrt{7}} \left[\sqrt{\left(\frac{(365 - 7)}{(365 - 1)}\right)} \right]$$

$$\sigma = \frac{1277}{\sqrt{7}} \left[\sqrt{\left(\frac{(358)}{364}\right)} \right]$$

$$\sigma = \left(\frac{1277}{2.65}\right) \left[\sqrt{(0.98)}\right]$$

$$\sigma = 483(0.99)$$

$$\sigma = 478$$

Para los niveles de confiabilidad del 90% y 95% los valores constantes K son 1.64 y 1.96 respectivamente.

$$TPDA = TPDS \pm A$$

$$TPDA = TPDS \pm KE$$

$$TPDA = TPDS \pm K\sigma$$

$$TPDA = 4605 \pm 1.64(478)$$

$$TPDA = 4605 \pm 1.96(478)$$

$$TPDA = 4605 + 784 = 5389 \text{ vpd}$$

$$TPDA = 4605 + 937 = \mathbf{5542 \text{ vpd}}$$

$$TPDA = 4605 - 784 = 3821 \text{ vpd}$$

$$TPDA = 4605 - 937 = 3668 \text{ vpd}$$

Tabla 5-3: Composición del tráfico por tipo de vehículos.

| Motos | Automóviles | Busetas | Bus (2 ejes) | Bus (3 ejes) | Camiones y Semirremolques | | | | |
|---------------------------|-------------|---------|--------------|--------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 219 | 20629 | 539 | 2324 | 9 | 6892 | 450 | 56 | 304 | 812 |
| 0,68% | 64% | 1,67% | 7,21% | 0,03% | 21,38% | 1,40% | 0,17% | 0,94% | 2,52% |
| Vehículos livianos | | | | Vehículos pesados | | | | | |
| 21387 | | | | 10847 | | | | | |
| 66% | | | | 34% | | | | | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

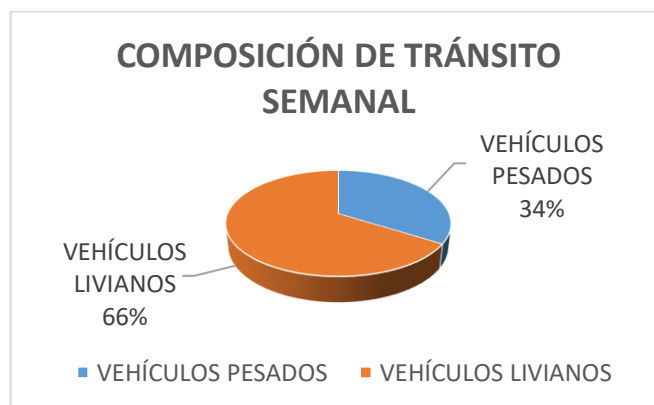


Gráfico 1-3: Composición de Tránsito Semanal.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

La Composición de tráfico en el punto de conteo que se estableció indica que: el 34% del tráfico es correspondiente a vehículos pesados y lo que refiera al 66% restante pertenece a los vehículos livianos.

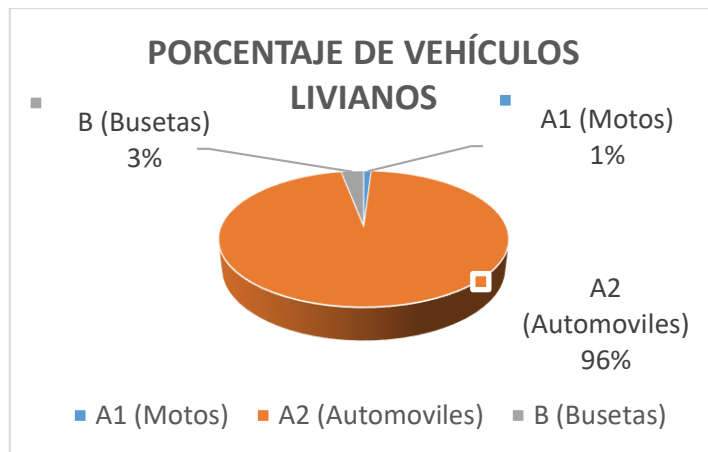


Gráfico 2-3: Clasificación porcentual de Vehículos livianos.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Los vehículos livianos tienen su mayor importancia en el flujo vehicular en cuanto respecta a automóviles la misma que posee una notoria superioridad con un valor correspondiente al 96%, mientras que un 3% concierne a vehículos denominados como busetas, el porcentaje restante lo ocupan las motos.

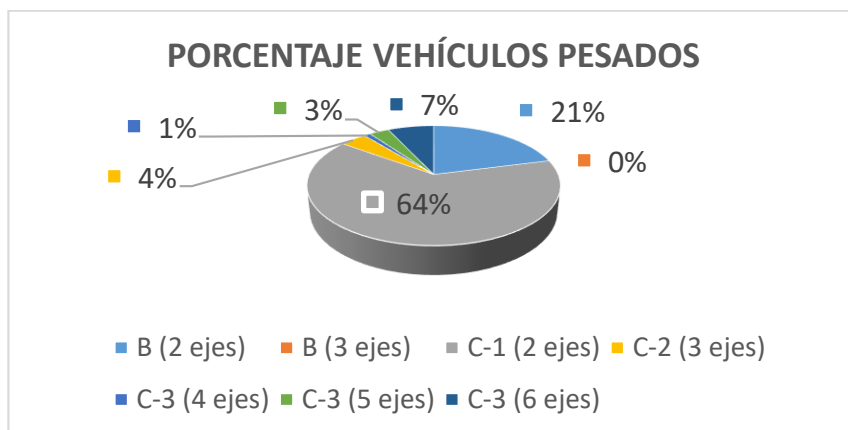


Gráfico 3-3: Clasificación Porcentual de Vehículos Pesados.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Al referirse a los vehículos pesados la mayor cantidad corresponde a camiones de 2 ejes con un 64%, el segundo lugar lo ocupan los buses de 2 ejes con un 21%, mientras que el porcentaje restante se dividen entre los buses de 3 ejes, camiones y semirremolques de 3 a 6 ejes.

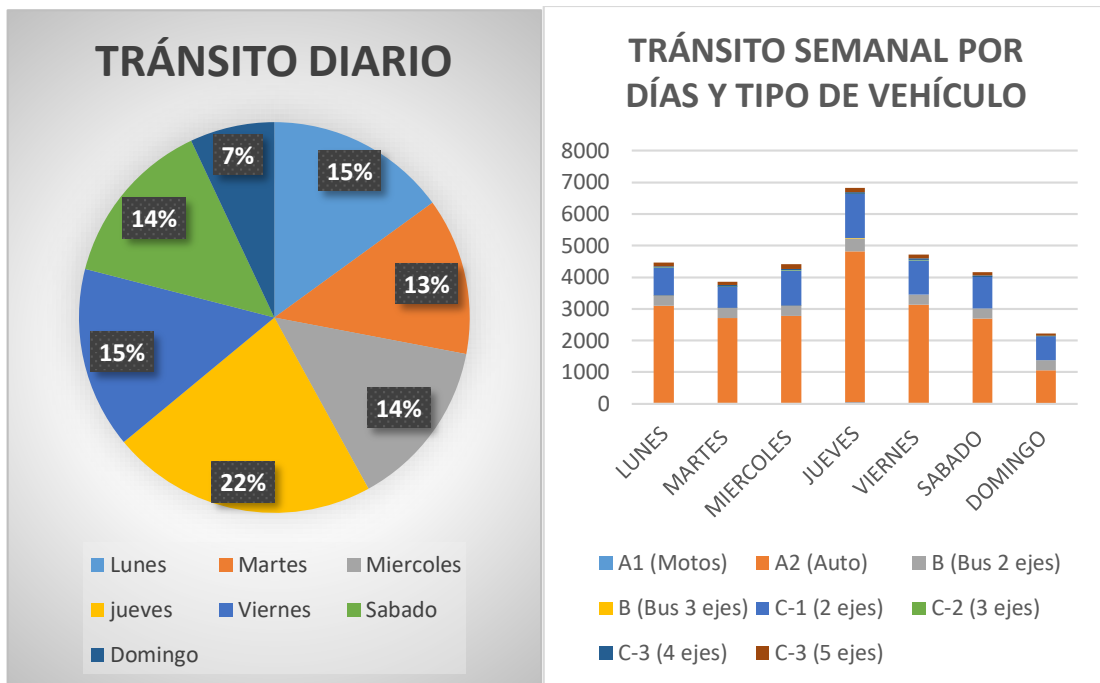


Gráfico 4-3: Tránsito Diario y Semanal.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

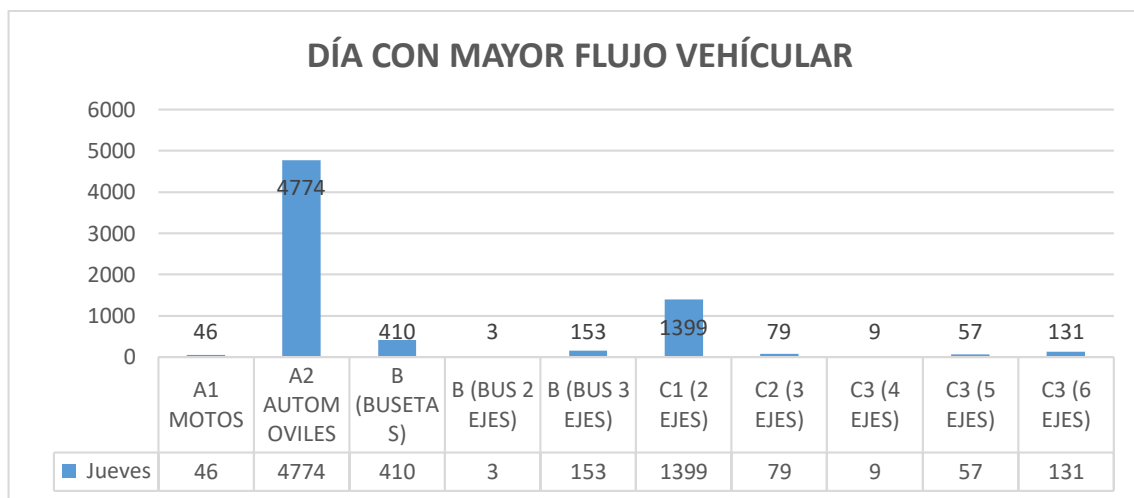


Gráfico 5-3: Mayor Flujo Vehicular

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

La información del flujo vehicular que se recolecto por 24 horas los 7 días de la semana demostró que el día con mayor flujo vehicular es el jueves que contiene un porcentaje del 22%, el cual equivales a 7061 vehículos que transitaron en aquel día.

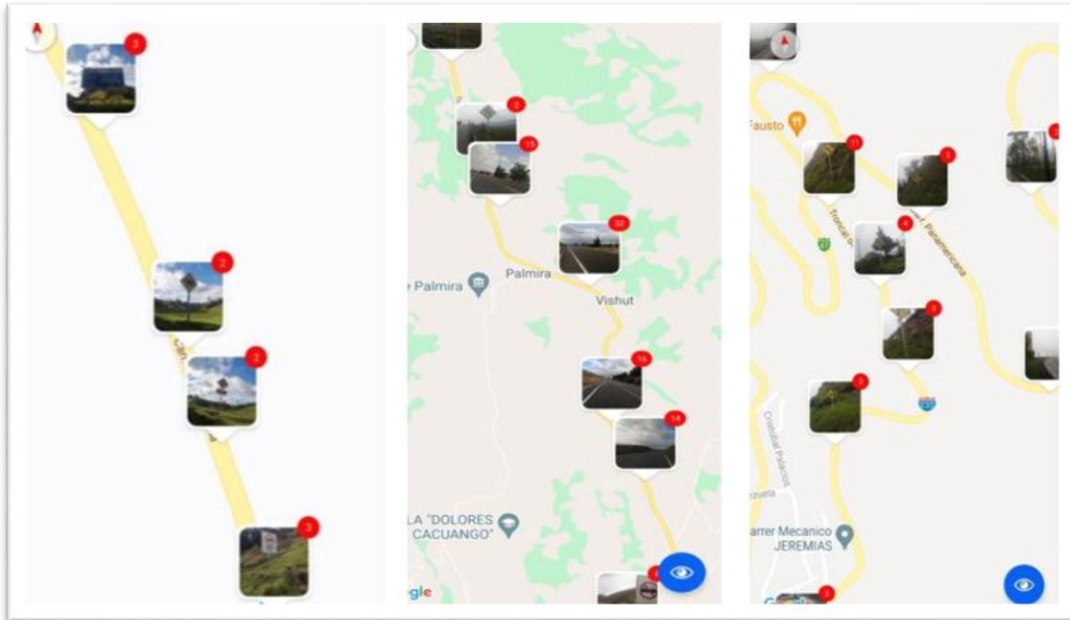








































Figura 3-3: Señalética Vertical Riobamba-Alausí.


















Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 6-3: Señalética vertical vial existente

| Resultados de la señalética vertical | | | |
|---|----------|--|---|
| Nombre | Cantidad | Grafico | Fotografía |
| Curva pronunciada a la derecha (P1-2D) e izquierda (P1-2I). | 131 |   P1-1I P1-1D |  |
| Curva Cerrada (P1-1I), (P1-1D) | 19 |   P1-1I P1-1D |  |
| Curva tipo U (P1-6I), (P1-6D) | 9 |   P1-6I P1-6D |  |
| Ascenso y descenso pronunciado (P6-4) | 9 |   P6-4I P6-5 |  |
| Animales en la vía (P6-17) | 10 |  P6-17 |  |

| | | | |
|---|----|--|---|
| Aproximación a semáforo (P3-4) | 5 |  P3-4 |  |
| Empalme Lateral (P2-5) | 11 |  P2-5I |  |
| Resalto/Reductor de velocidad (P6-2) | 10 |  P6-2 |  |
| Peso Máximo (P4-12) | 4 |  P4-12 |  |
| Zona de derrumbes (P6-6) | 4 |  P6-6I |  |
| Bandas transversales de alerta BTA (P6-5) | 3 |  P6-5 |  |
| Cruce de ferrocarril (P2-18) | 10 |  P2-18 |  |
| Curva y contra curva abierta (P1-4) | 10 |  P1-4I |  |
| Vía resbalosa (P6-8) | 3 |  P6-8 |  |
| Vía Sinuosa (P1-5) | 2 |  P1-5I |  |
| Cruce de línea férrea con barreta y semáforos (P2-20) | 8 |  P2-20 |  |
| Cruce de ferrocarril sin barreras (P2-19) | 6 |  P2-19a |  |

| | | | |
|---|----|--|---|
| Bifurcación (P2-15I) (P2-15D) | 1 |  |  |
| Cruce de línea férrea a 90° | 8 |  |  |
| Zona | |  |  |
| Peatones en la vía (P6-1) | 1 |  |  |
| Reduzca la velocidad (R4-4) | 12 |  |  |
| Velocidad Máxima (R4-1) | 32 |  |  |
| Prohibido rebasar (R2-13) | 8 |  |  |
| Curva peligrosa | 2 |  |  |
| Peso Máximo (R4-7) | 4 |  |  |
| Pare (R1-1) | 1 |  |  |
| No recoger ni dejar pasajeros (R7-2) | 2 |  | |
| Decisión de destino (I1-2) | 34 |  |  |
| No genere incendio cuidemos los árboles | 2 |  |  |

| | | | |
|--|-----|--|---|
| Use cinturón de seguridad | 3 |  |  |
| Si bebes no conduzcas | 1 | NO BEBER MIENTRAS CONDUCES | |
| El río es vida no contamines/no arrojar basura/mantener limpio el entorno. (SR5) | 7 |  |  |
| Parada de Bus (R5-6) | 4 |  R5-6 |  |
| Policía Nacional UPC | 2 |  | |
| Señal de servicios (I2) | 3 |  |  |
| Puente (P4-1) | 1 |  | |
| Delineadores de curva horizontal (D6-2I) (D6-2D) | 165 |  D6-2I  D6-2D |  |
| Ancho de vía (D3-1I) (D3-1D) | 2 |  D3-1I  D3-1D | |
| Desvío vehicular (T3-3a) | 1 |  T3-3aI  T3-3aD | |
| Total | | | 556 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 7-3: Número total de Señalética según su clasificación.

| Clasificación de señaléticas | Cantidad |
|------------------------------|----------|
| Preventivas | 271 |
| Regulatorias | 61 |
| Informativas | 56 |
| Delineadores | 167 |
| Trabajo y propósitos | 1 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Se debe indicar que en la actualidad existen varias señales preventivas que deben ser retiradas, ya que la infraestructura vial actual no cuenta ya con esas características que indican estas señaléticas. Además, existe una cantidad de señales de tránsito que no se encuentran visibles ya sea por mala ubicación o la existencia de vegetación que ha crecido en el transcurso del tiempo.

Tabla 8-3: Abscisas de la señalética vertical con inconvenientes.

| Abcisas | Señalética | Observación |
|----------|----------------------------------|----------------------------|
| 03 + 200 | Aproximación a semáforo | No existe |
| 06 + 900 | Reductor de velocidad | No existe |
| 06 + 200 | Reductor de velocidad | Oculto por hierba |
| 12 + 500 | Reduzca la velocidad | Antigua |
| 15 + 800 | Reduzca la velocidad | Deteriorado |
| 15 + 800 | Cruce escolar | Deteriorado |
| 17 + 700 | Cruce escolar | Muy alejado de la calzada |
| 17 + 700 | Reductor de velocidad | No existe |
| 17 + 800 | Reductor de velocidad | No existe |
| 30 + 700 | Velocidad máxima 50 km/h | Deteriorada |
| 32 + 500 | Curva pronunciada a la derecha | Se encuentra virada |
| 42 + 800 | Decisión de destino | Deteriorado |
| 42 + 800 | Velocidad máxima | Deteriorada |
| 44 + 500 | Reductor de velocidad | No existe |
| 61 + 900 | Reductor de velocidad | No existe |
| 62 + 100 | Reduzca la velocidad | Deteriorado |
| 62 + 900 | Reduzca la velocidad | Deteriorado |
| 63 + 000 | Reduzca la velocidad | Deteriorado |
| 77 + 400 | Delineadores de curva horizontal | 2 se encuentran caídos |
| 78 + 400 | Animales en la vía | Deteriorado |
| 84 + 200 | Curva cerrada a la izquierda | No visible por los árboles |
| 86 + 800 | Curva pronunciada a la izquierda | No visible por los árboles |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

3.2.2.2. Dimensiones de vía

Para el levantamiento de información a lo que se refiere a señalética horizontal y dimensiones de la vía se o realizo mediante fichas de observación, donde se pudo obtener en qué situación se encuentra actualmente.

Tabla 9-3: Dimensiones actuales de la Vía Riobamba – Alausí.

| N° | Tramos | Ancho de vía (m) | Número de carriles por sentido. | Prom. Ancho de carril (m) | | Prom. Ancho de berma (m) | | Prom. Ancho de cunetas (m) | |
|----|----------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------|------|--------------------------|------|----------------------------|------|
| | | | | R-A | A-R | R-A | A-R | R-A | A-R |
| 1 | E35: Lican – Calpi | 14,11 | 1 | 4,93 | 4,70 | 0,99 | 1,10 | 1,09 | 1,30 |
| 2 | E35: Calpi – Cajabamba | 12,77 | 1 | 4,47 | 4,04 | 1,43 | 1,44 | 1,10 | 1,12 |
| | Cajabamba | 23,15 | 2 | 7,5 | 7,6 | 2,75 | 2,4 | 3,10 isleta | |
| 3 | E35: Cajabamba – Balbanera | 11,45 | 1 | 3,96 | 4,20 | 0,86 | 0,80 | 1,12 | 1,16 |
| 4 | E35: Balbanera – Columbe | 12,77 | 1 | ---- | ---- | ---- | --- | 1,34 | 1,26 |
| 5 | E35: Columbe – Guamote | 11,64 | 1 | 3,93 | 3,90 | 1,18 | 1,20 | 1,53 | 1,27 |
| 6 | E35: Guamote – Palmira | 10,26 | 1 | --- | --- | --- | --- | 0,92 | 1,27 |
| 7 | E35: Palmira – Tixán | 11,37 | 1 | 3,86 | 3,88 | 1,04 | 1,11 | 1,00 | 1,01 |
| 8 | E35: Tixán - Alausí | 12,15 | 1 | 3,82 | 3,86 | 1,00 | 1,04 | 1,37 | 0,99 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Nota: Las iniciales (R, A) mostradas en la **Tabla 9-3**, corresponde al sentido de la vía en este caso Riobamba y Alausí. Se debe mencionar que desde la coordenada (-1,70143; -78.76882) hasta la coordenada (-1.70143, -7876882) que corresponde a la entrada y salida de Cajabamba, posee 2 carriles por sentido como se muestra en la **Figura 5-3**, la misma que se encuentra dividida por un parterre de 3,10 metros de ancho y 600 metros a lo largo.



Figura 4-3. Sector Cajabamba

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 10-3: Características y dimensiones de la vía de estudio. .

| N° | Vía E35 | Prom. Ancho de Vía (m) | Prom. Ancho de Carril (m) | | Prom. Ancho de Berma (m) | | Prom. Ancho de cuneta (m) | |
|-----|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------|--------------------------------|------|---------------------------------|------|
| | | | R-A | A-R | R-A | A-R | R-A | A-R |
| 1-8 | E35: Riobamba - Alausí | 12 | 4,16 | 4,70 | 0,93 | 1,12 | 1,18 | 1,17 |
| | | | 4,43 | | 1,03 | | 1,18 | |
| | | | 8,26 | | 2,04 | | 2,35 | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

3.2.2.3. Señaléticas horizontales.

Al referirnos a señalética horizontal de la vía, en el levantamiento de información se pudo observar y tomar las medidas de ancho de líneas, las cuales serán detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 11-3: Señalética horizontal de la vía de estudio.

| Tramos | Líneas (cm) | | Cruce o Paso cebra |
|----------------------------|-------------|---------------|-----------------------|
| | De borde | De separación | |
| E35: Lican – Calpi | 15 | 15 | No existe |
| E35: Calpi – Cajabamba | | | |
| E35: Cajabamba – Balbanera | | | |
| E35: Balbanera – Columbe | | | |
| E35: Columbe – Guamote | | | |
| E35: Guamote – Palmira | | | |
| E35: Palmira – Tixán | | | |
| E35: Tixán - Alausí | | | |

Realizado por: Calero j, Villamarin B. 2021

3.2.2.4. Observaciones de la vía estudiada

Se debe tomar en consideración que, en algunos tramos de la vía no existe señalética horizontal por el motivo que en la actualidad la vía se encuentra en mantenimiento. Estos puntos se detallarán en la siguiente tabla.

Tabla 12-3: Observaciones en la vía según sus tramos.

| Tramos | Fallas en pavimento flexible | Observaciones |
|----------------------------|------------------------------|---|
| E35: Lican – Calpi | No existen fallas | La vía se encuentra en excelente estado |
| E35: Calpi – Cajabamba | No existen fallas | 12 + 700 no existen cunetas 12 + 900 no existen cunetas y existe una isleta de 3,10m de ancho. |
| E35: Cajabamba – Balbanera | No existen fallas | 15 + 100 no existe señalética horizontal. 16 + 000 no cuenta con señalética horizontal. |
| E35: Balbanera – Columbe | No existen fallas | 10+100 no existe señalética horizontal. 20+100 solo se encuentra asfaltado un carril y no cuenta con señalética horizontal. 20+400 falta asfaltar. 21+700 solo un carril se encuentra asfaltado, no existe señalética horizontal. 22+500 falta asfaltar. 22+700 falta asfaltar un carril, no cuenta con señalética horizontal. 29+000, 30+00 y 33+000 no posee señalética horizontal. |

| | | |
|------------------------|-------------------------|---|
| E35: Columbe – Guamote | No existe fallas | 34+00, 37+000 y 38+200 no existe señalética. 37+000 no existe cuneta sentido R-A |
| E35: Guamote – Tixán | No existe fallas | 44+500, 50+700 y 52+300 no cuenta con señalética horizontal. |
| E35: Tixán – Alausí | No existe fallas 83+900 | Zona resbalosa por la humedad. 66+300 no cuenta con señalética horizontal. 71+600 muro de derrumbe hasta 71+800 con una altura de 2 metros. 72+100 muro con longitud de 20 metros y altura de 2 metros. 72+300 muro con longitud de 20 metros y altura de 2 metros. 72+400 muro con longitud de 20 metros y altura de 2 m. |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

3.3. Estudio técnico

3.3.1. Evaluación de los parámetros técnicos para la ubicación del peaje.

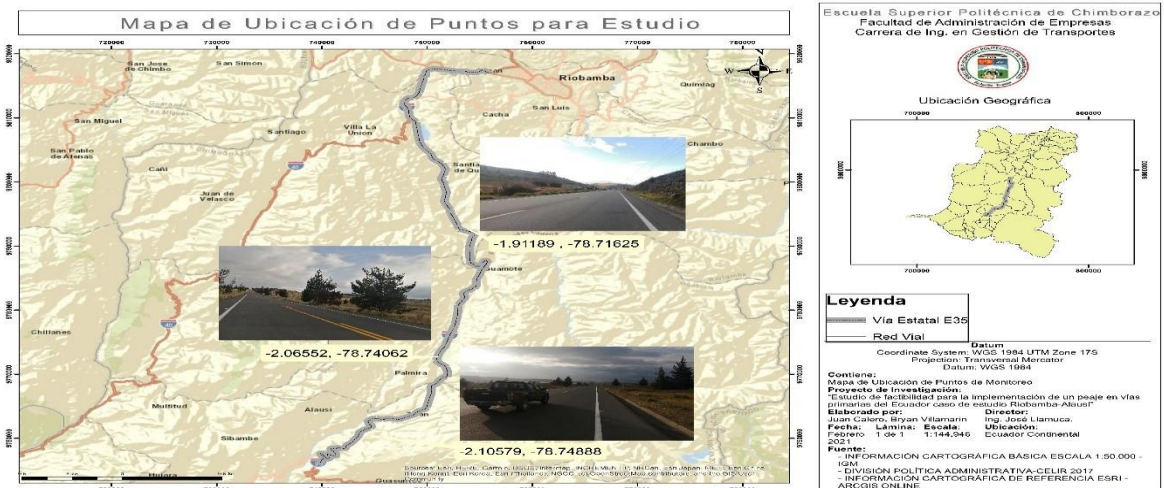


Figura 5-3: Puntos para la evaluación de los parámetros.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Para escoger la ubicación donde se pretende implementar el peaje caso de estudio Riobamba-Alausí, se ha propuesto tres puntos clave, los mismos que son los óptimos, estos puntos deberán cumplir con los parámetros técnicos establecidos en el Reglamento Ley Sistema de Infraestructura Vial Del Transporte Terrestre, se puede observar en la **Tabla 24-1**.

Punto 1.

Sector: Columbe **Coordenadas:** -1.91189, -78.71625.


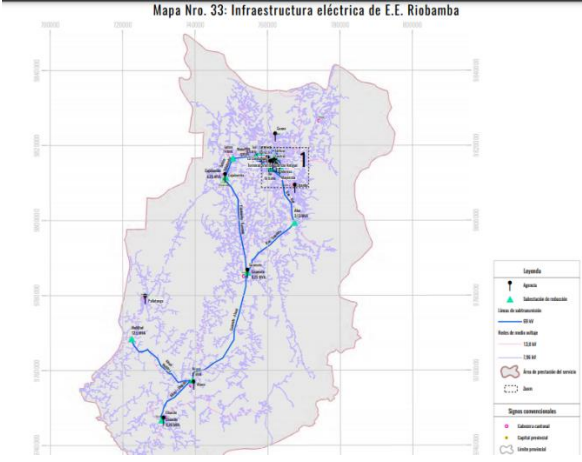
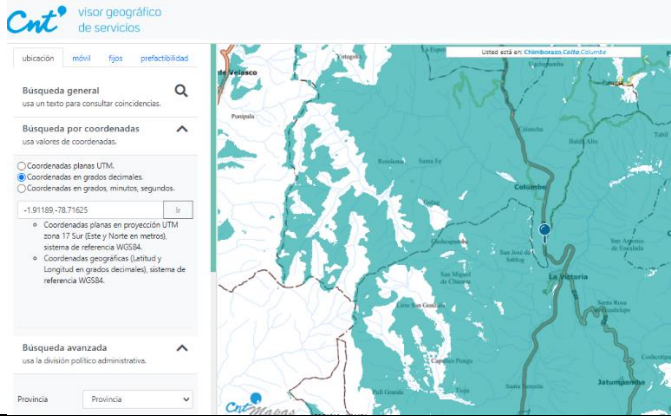


Figura 6-3: Punto 1 para el análisis de los parámetros.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 13-3: Análisis de parámetros en el punto 1.

| | | |
|--|---|--|
| <p>Distancia del peaje más cercano hasta el punto del peaje a implementar</p> | <p>Coordenadas: Desde (-1.57258; -7871746) Hasta (-1.91189; -78.71625) Distancia = 53,4 km</p> | |
| <p>Pendiente</p> | $P: \frac{\Delta h}{d} * 100\%$ $P: \frac{3204m - 3203m}{200m} * 100\%$ $P = 0,005 x 100$ | |

| | | |
|------------------------------|---|--|
| | P = 0,05% | |
| Tangente longitudinal | Inicio: (-1.90192; -78.71665) Final: (-1.92081; -78.71589) | |
| |  <p style="text-align: center;">Distancia = 2,34 km</p> | |
| Sistema | Agua | Existe |
| | Drenaje | Existe |
| | Electricidad |  |
| | Internet |  |
| Desvíos | No existe ningún desvío que influya con el flujo vehicular que circula por el punto seleccionado. | |
| Conflictos | No existe una población que tenga una vivienda en el punto seleccionado, por lo cual no dificulta la expropiación de las tierras. | |
| TPDA | 5542 vehículos | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Punto 2.

Sector: Palmira

Coordenadas: (-2.06552, -78.74062).

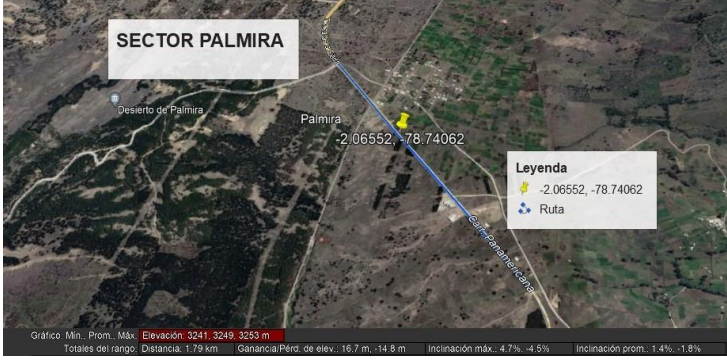
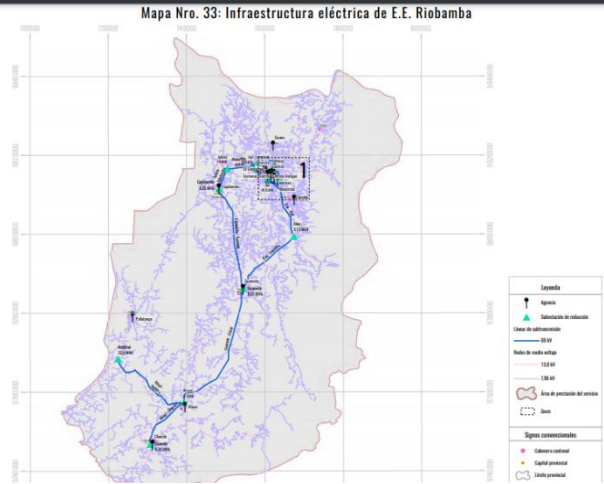
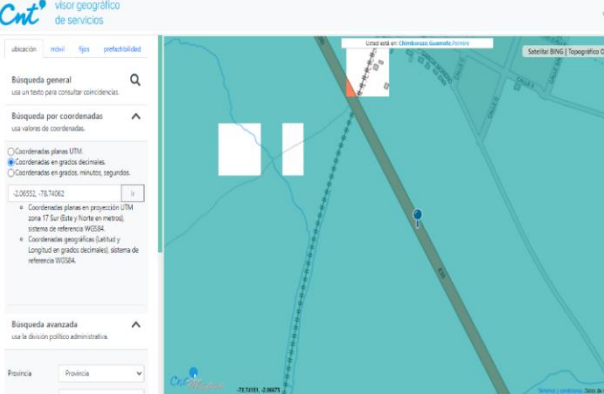


Figura 7-3: Punto 2 para el análisis de parámetros.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 14-3: Análisis de parámetros en el punto 2.

| | | |
|--|---|--|
| <p>Distancia del peaje más cercano hasta el punto del peaje a implementar</p> | <p>Coordenadas: Desde (-1.57258, -78.71746) Hasta (-12.06551, -78.74062) Distancia = 74,7 km</p> | |
| <p>Pendiente</p> | $P = \frac{\Delta h}{d} * 100\%$ $P: \frac{3252m - 3251m}{200m} * 100\%$ $P = 0,005x100\%$ $P = 0,05\%$ | |
| <p>Tangente longitudinal</p> | <p>Inicio (-2.06010, -78.74411); Final (-2.072732, -78.735977)</p> | |

| | | |
|-------------------------------|--|--|
| |  <p style="text-align: center;">Distancia = 1,79 km</p> | |
| Facilidad de Sistemas. | Agua | Existe |
| | Drenaje | Existe |
| | Electricidad |  |
| | Internet |  |
| Desvío | Existen desvíos cerca al punto de estudio por donde los conductores podrían evitar el pago del peaje, en otras palabras, estos desvíos influirán en el flujo vehicular de la vía | |
| Conflictos | Existen conflictos con la sociedad ya que en este punto se encuentra sobre una zona poblada | |
| TPDA | No realizado | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B.202

Punto 3.

Sector: Tixán **Coordenadas:** (-2.10579, -78.74888).



Figura 8-3: Punto 3 para el análisis de parámetros.

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 15-3: Análisis de parámetros en el punto 3.

| | | |
|--|---|--|
| <p>Distancia del peaje más cercano hasta el punto del peaje a implementar</p> | <p>Coordenadas: Desde (-1.57258, 78.74888) Hasta (-2.10579, -78.74888) Distancia = 80,2 km</p> | |
| <p>Pendiente</p> | $P = \frac{\Delta h}{d} * 100\%$ $P: \frac{3326m - 3320m}{200m} * 100\%$ $P = 0,03x100\%$ $P = 3\%$ | |
| <p>Tangente longitudinal</p> | <p>Inicio (-2.06010, -78.74411); Final (-2.072732, -78.735977)</p> | |

| | | |
|------------------------------|---------------------|--|
| | Distancia = 1,59 km | |
| Facilidad de sistemas | Agua | Existe |
| | Drenaje | Existe |
| | Electricidad | <p style="text-align: center;">Mapa Nro. 33: Infraestructura eléctrica de E.E. Riobamba</p> |
| Internet | No es optima | |
| Desvíos | No existe | |
| Conflictos | No existe | |
| TPDA | No realizado | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 16-3: Cuadro de cumplimiento de parámetros para la ubicación del peaje

| Puntos | Distancia entre peajes | | Tangente longitudinal | | Pendiente | | Facilidad del Sistema | | | | Desvíos Influentes | | Conflictos | | TPDA | |
|--------|------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|--------------|---------|----------|--------------------|-----------|------------|-----------|------|----|
| | Cumple | No cumple | Cumple | No cumple | Cumple | No cumple | Agua | Electricidad | Drenaje | Internet | Existe | No existe | Existe | No existe | SI | NO |
| 1 | X | | X | | X | | X | X | X | X | | X | | X | X | |
| 2 | X | | X | | X | | | X | X | X | X | | X | | | X |
| 3 | X | | X | | X | | | | X | X | | X | | X | | X |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Al realizar el debido estudio en cada uno de los puntos propuesto como lugar establecido para la implementación del peaje se pudo determinar que el Punto 1 en el sector de Columbe es el que cumple con todos los parámetros técnicos establecidos en el Reglamento Ley De Infraestructura Vial Del Transporte Terrestre.

3.3.2. *Peaje por implementar.*

Establecida la ubicación en donde se implementará el peaje se debe proceder a detallar el diseño del peaje que se propone para este proyecto, en cuanto al área de operación este tipo (ver figura 14-1), el cual tendrá 3 casetas, Exteriores operarán con sentido unidireccional y la caseta de Interior se encargará de operar en sentido bidireccional cabe recalcar que se escoge este tipo de caseta debido a que el flujo vehicular aumentará según su proyección a 20 años (ver tabla 48-3), por lo cual con el pasar del tiempo la infraestructura elegida será la apropiada para brindar un excelente servicio. Además, el área de operación contará con isletas de protección (ver figura 13-3) con la finalidad de proteger la infraestructura operativa (ver figura 11-3) y su personal. o de casetas son apropiadas debido a que la norma NTE INEN 2964 sistema de gestión integrado para la operación y control de estaciones de peaje se especifica que un vehículo debe circular a un máximo de 40 km/h. dicha velocidad necesita una Distancia de visibilidad de parada de 45 m en terreno plano según se manifiesta en la tabla 15-1.

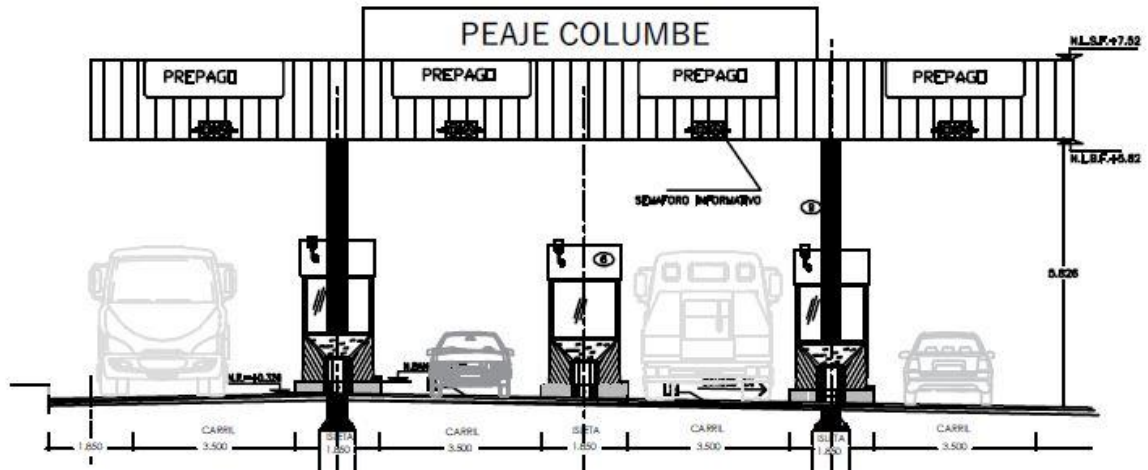


Figura 9-3: Vista frontal del prototipo de cabinas con isletas a implementar

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

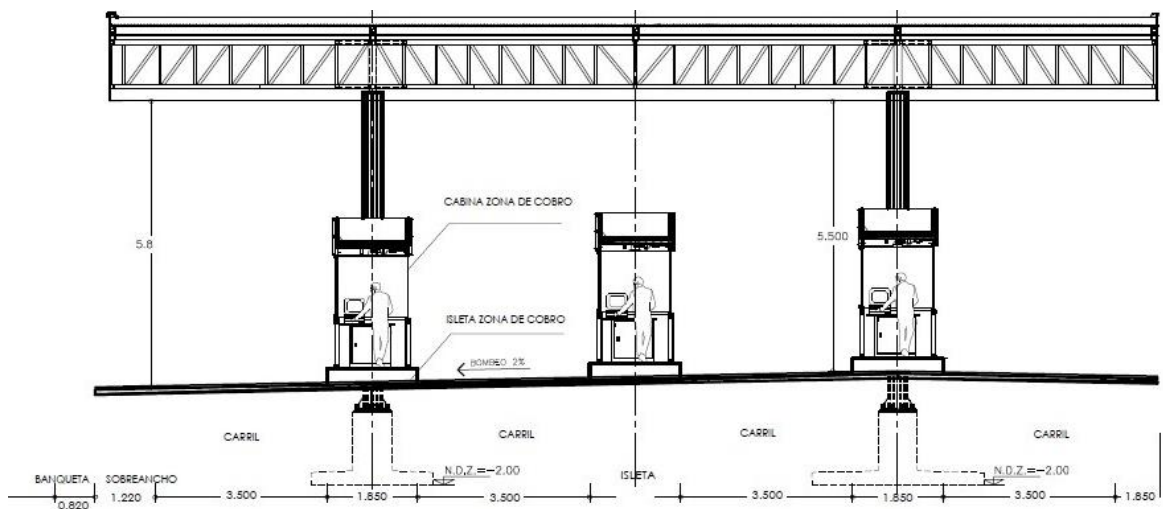


Figura 10-3: Vista posterior del prototipo de peaje a implementar.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

El tipo de peaje será el abierto ya que el pago de la tarifa se realizará en cada estación de peaje por el servicio brindado en una vía determinada cada cierto tramo de vía. en el peaje se realizará un recaudo manual donde las dos casetas de Exteriores requieren de un recaudador por cada una de ellas para realizar la transacción y la caseta interior contará con dos recaudadores, en donde cada 1 se encargará de realizar el cobro de servicio por sentido (ver figura 10-3 y figura 12-3). va con una cubierta metálica la cual protegerá el área de operación y los equipos los cuales se encuentran detallados en la tabla 19-3, son fundamentales para el buen funcionamiento del peaje. Además, el contar con un acceso a la estación de peaje de 40 m en sus lados, lo cual contará con una debida señalética tanto horizontal como vertical.

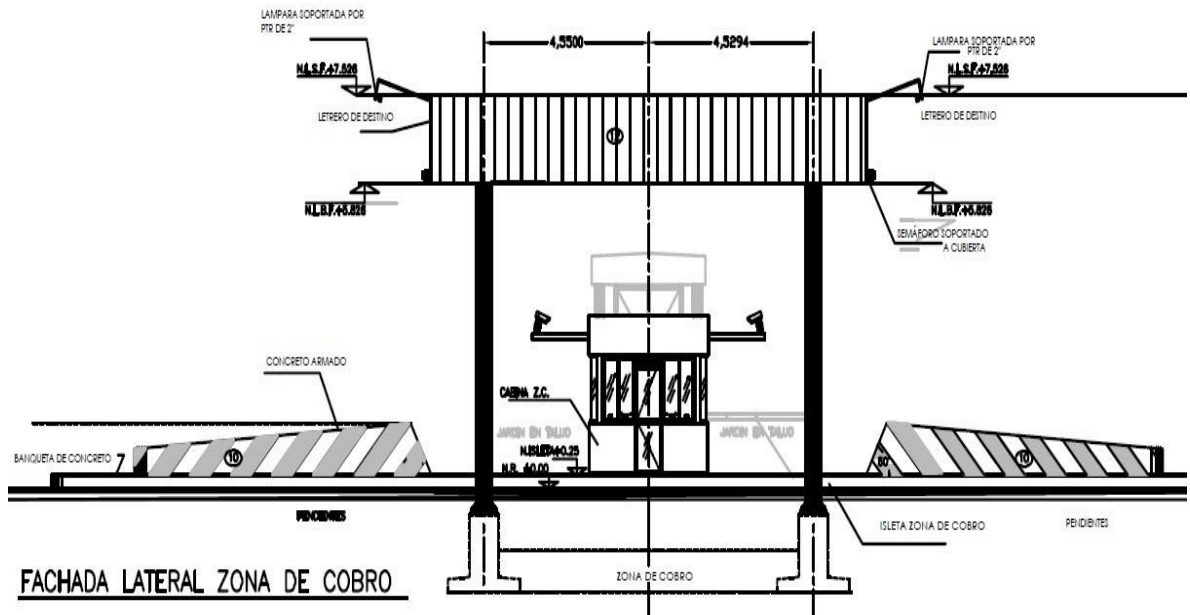


Figura 11-3: Vista lateral del prototipo de Cabinas a implementar para el peaje.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

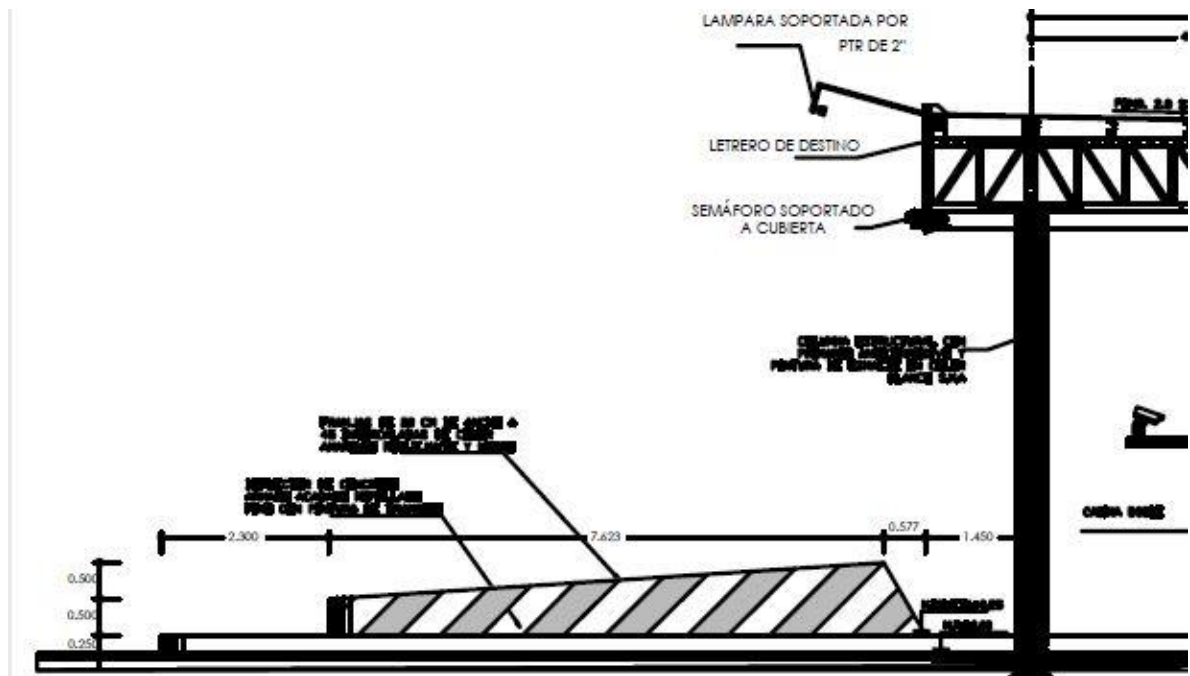


Figura 12-3: Prototipo de isletas a implementar vista lateral.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Contará con un área administrativa y de servicios, donde además de realizar las operaciones de control administrativo operación y seguridad, contará con servicios de Atención al Cliente, dispensario médico, servicios sanitarios ver figura 14-3. Además de contar con vehículos que son fundamentales para prestar un buen servicio y su debido estacionamiento ver tabla 18-3.

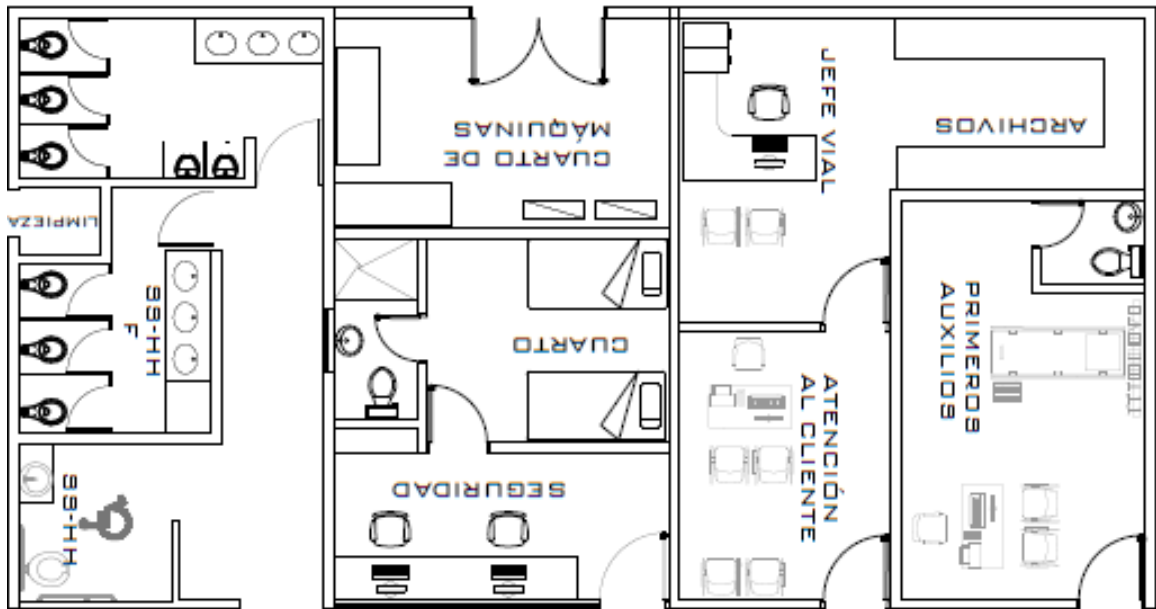


Figura 13-3: Prototipo del área administrativa y de servicio a implementar.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Mediante el levantamiento de información se pudo obtener la tangente longitudinal de 2,34 km en la recta donde se encuentra el punto uno con las siguientes coordenadas (-1.91189, -78.71625), el cual es la ubicación óptima para la implementación del peaje, en dicho punto se obtuvo la medida actual respecto al ancho de vía con un valor de 13,50 metros, con la finalidad de conocer si el espacio físico es el necesario para realizar la construcción del peaje. Por lo cual el peaje a implementar cuenta con una distancia total de 112.98 metros de largo y 46,46 metros de ancho lo cual incluye (carriles, isletas, casetas de cobro, bermas, banquetas, administración, estacionamiento).

Por lo antes mencionado, se puede manifestar que se requiere un aumento en el ancho de la cartera para la construcción del peaje el mismo que necesita como mínimo 59 metros, y actualmente cuenta con 13,50 metros. Debido a esto se deberá expropiar una parte de los terrenos que se encuentran en el área a implementar el peaje.



Figura 14-3: Diseño del Peaje Propuesto

Fuente: Calero J, Villamarin B. 2021

3.4. Estudio económico.

El presente proyecto para la vía E35 Riobamba-Alausí es importante en cuanto al avance del desarrollo de la provincia de Chimborazo como del país al ser la troncal de la Sierra la misma que conecta el norte con el sur de Ecuador, es una vía muy transitada para vehículos pesados como buses y camiones que transportan productos a lo largo del territorio ecuatoriano, de poseer una vía en excelente estado genera un impacto significativo en el tiempo de viaje el cual genera un ahorro en lo que sería sus gastos de operación como en su distancia.

El beneficio social que genera este proyecto se encuentra en la generación de empleos los cuales corresponden con su mano de obra desde su fase de construcción, mantenimiento y posterior generará empleos para el área de administración y operación. otro impacto social que se genera es para las personas que tienen sus terrenos cerca del área del proyecto debido a que la plusvalía de sus terrenos se aumentará.

Tabla 17-3: Beneficiarios.

| | |
|---------------------------|-----------------------|
| Beneficiarios directos | 2.528.720 conductores |
| Beneficiarios indirectos | 44.838 habitantes. |
| Ofertas de Trabajo | 45 empleos |
| Ingreso Anual por trabajo | \$ 425.577,95 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Componentes Socio-Económicos:

Ofertas de trabajo: es compatible debido a las plazas de trabajo que se abrieran para la atención al usuario por parte del peaje y también cabe recalcar que se abrirán fuentes de trabajo en la construcción de dicha obra.

Valorización de predios: los terrenos tendrán un alza en sus precios debido a la actividad económica que ocasionara el peaje en la zona con el incremento vehicular ocasionado con la administración de la vía.

Aumento de negocios de la zona: el incremento vehicular en la vía ocasionará que las personas con ideas innovadoras emprendan con sus negocios buscando mejorar su calidad de vida.

Grado de pobreza: 90% de las familias radicadas en el cantón Colta son consideradas pobres. Donde en el sector de Columbe existen 380 habitantes considerados no pobreza y 15.941 habitantes considerados pobres, el peaje se aumentarán negocios, alza de precios de tierras, aumento de clientes, facilidades en cuanto a la movilidad, etc. lo que el actual proyecto ayudará a mejorar la economía en el lugar y por ende reducirá el grado de pobreza.

3.5. Estudio financiero.

Para el estudio financiero se establecerán los siguientes puntos.

- Inversión total;
- Costos para la implementación del peaje;
- Ingresos por operación del servicio;
- Estado de resultados proyectados;
- Determinar el VAN, TIR y la relación costo-beneficio.

3.5.1. *Inversión total*

Inversión de construcción de infraestructura (PEAJE)



Figura 15-3: Prototipo de Peaje

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Para el presente trabajo de investigación se ha realizar un trabajo de campo respecto a los diferentes parámetros que son necesarios a implementar en función de sus costos, los cuales se podrán observar en las siguientes tablas:




Tabla 18-3: Presupuesto para implementar el peaje en estudio.

| Descripción | unidad | cantidad | precio u. | Precio Total |
|--|----------------|----------|-----------|--------------|
| Desbroce y limpieza | m ² | 5248,63 | \$0,60 | \$3.149,18 |
| Replanteo y nivelación | m ² | 5248,63 | \$1,84 | \$9.657,48 |
| Excavación y desalojo | m ³ | 3149,18 | \$5,48 | \$17.257,50 |
| Subbase clase 3 | m ³ | 2100,72 | \$18,56 | \$38.989,39 |
| base clase 1 | m ³ | 1167,07 | \$25,13 | \$29.328,41 |
| mallla electrosoldada | m ² | 530 | \$5,30 | \$2.809,00 |
| Contrapiso y con 210 kg/cm2 | m ² | 116,87 | \$170,23 | \$70.956,97 |
| Columnas hormigón armado | m ³ | 8,97 | \$180,00 | \$1.614,60 |
| Capa de rodadura hormigón asfáltico e=7.5 cm | m ² | 2114,43 | \$11,00 | \$23.258,73 |
| Isletas de protección | m ³ | 113,17 | \$150,00 | \$16.974,90 |
| Cabinas | m ² | 28,77 | \$183,37 | \$5.275,55 |
| Vidrio claro flotado | m ² | 28,98 | \$61,70 | \$1.788,07 |
| Guardavías | m | 210 | \$110,88 | \$23.284,80 |
| Instalaciones hidrosanitarias | m | - | - | \$2.428,00 |
| Paredes bloque de 10 | m ² | 197,715 | \$18,00 | \$3.558,87 |

| | | | | |
|---|----------------|---------|----------|---------------------|
| Columna perfil | kg | 12 | \$40,00 | \$480,00 |
| Hormigón ciclópeo cortapiso | m ³ | 40,3 | \$199,93 | \$8.057,18 |
| Losa con placa colaborante | m ³ | 27,277 | \$250,07 | \$6.821,28 |
| Vigas 2G | kg | 176,79 | \$45,00 | \$7.955,55 |
| Viguetas tipo G | kg | 324 | \$35,00 | \$11.340,00 |
| Instalaciones eléctricas | m | - | - | 14.997,49 |
| Acabado interior | m ² | 78,52 | \$23,99 | \$1.883,69 |
| Acabados para baños | m ² | 34,062 | \$32,01 | \$1.090,32 |
| Ventana aluminio y vidrio | m ² | 15,75 | \$44,67 | \$703,55 |
| Protección de hierro ventanas | m ² | 15,75 | \$46,75 | \$736,31 |
| Puertas | u | 7 | \$101,75 | \$712,25 |
| Puertas aluminio baño | u | 9 | \$94,41 | \$849,69 |
| Urinario varones | u | 2 | \$58,03 | \$116,06 |
| Sanitarios | u | 9 | \$124,24 | \$1.118,16 |
| Acabados de pared interior | m ² | 197,715 | \$5,71 | \$1.128,95 |
| Estructura metálica | kg | 520 | \$70,39 | \$36.602,80 |
| Capa de rodadura hormigón asfáltico e=5cm | m ² | 2553,84 | \$8,50 | \$21.707,64 |
| Cubierta galvalumen | m ² | 520,11 | \$6,80 | \$3.536,75 |
| Pintura termoplástica (Ancho=15cm, e=2,3mm). Incluye microesferas. | m | 301,66 | \$2,90 | \$874,81 |
| Total | | | | \$371.043,94 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B.2021

Tabla 19-3: Costo de vehículos.








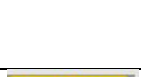

| Descripción | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Valor total | Gráfico |
|--|--------|-----------------|----------|----------------|---|
| Ambulancia tipo II | u | 136.400 | 1 | 136.400 |  |
| Plataforma grúa (capacidad 5.5 ton, 138 hp.) | u | 52.000 | 1 | 52.000 |  |
| Camioneta | u | 28.600 | 1 | 28.600 |  |
| Total | | | | 217.000 | |










Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Equipos de operación

Los equipos de operación se basaron en los numerales 7.1.2. de la NTE INEN 2964 Sistema de Gestión Integrado para la Operación y Control de Estaciones de Peaje. Además, se consideró el documento oficio No 0847 GJ-DCP-2019 realizado por la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas hacia el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, en el cual se detalla en el numeral 5.2 los equipos tecnológicos mínimos que son necesarios para la operación del peaje Oswaldo Guayasamín.

Tabla 20-3: Costos de equipos a implementar.

| Descripción | Precio U | Cant. | Total | Gráfico |
|---|----------|-------|----------|---|
| Computadoras touch screen con software para cada carril con pago manual | 1.049,00 | 4 | 4.196,00 |  |
| Computadoras con software para centro de atención y para supervisión | 770,00 | 4 | 3.080 |  |
| Impresora láser monocromáticas para centro de atención | 279,00 | 3 | 837,00 |  |
| Barreras rápidas (barrera vehicular Zkteco brazo 4 metros) | 660,00 | 8 | 5.280,00 |  |
| Luces de tráfico para la estación de peaje | 86,00 | 8 | 688,00 |  |
| Impresora térmica de alta velocidad (1.5s) | 120,00 | 4 | 480,00 |  |
| Cámaras ALPR y/o ANPR (origen hik 2mp 3CD4A26FWD-IZHS/P POE bala IP67 60fps coche tráfico IR inteligente Darkfighter Ultra-baja ANPR LPR cámara CCTV IP) | 488,00 | 8 | 3.904,00 |  |
| Radares de tecnología activo y pasiva | 1.999,00 | 2 | 3.998,00 |  |
| Cámara de vigilancia (hik vision EKI-K41T44 4-Channel 8mp NVR with 1 TB HBB & 44mp Night Vision Turret cam kit) | 99,98 | 8 | 799,90 |  |

| | | | | |
|---|--|----|------------------|---|
| Contador de vehículos modelo VP5910 <ul style="list-style-type: none"> • 1 cable de comunicación USB metrocount(1,80m) • 1 Road Pod VP5910 Plus inc RC • 1 gabinete de pedestal solar con poste • 4 MSI BL Pieza Sensor 8'X300' cable • 1 paquete de baterías SLA de 12V • 1 cable fusionado Total | 1.345,59 73,00 1.025,00 2.752,00 123,00 6,00 5.324,5 | 8 | 42.596,00 |    |
| Extintor CO ₂ recargable de 10 lb | 492,80 | 6 | 2.956,80 |  |
| Cono PVC Reflectivo 70 cm (Seguridad vial flexible) | 32,00 | 40 | 1.280,00 |  |
| Letrero eléctrico 1m x 0,20 cm | 45,99 | 8 | 367,92 |  |
| Escritorios | 165,00 | 8 | 1.320,00 |  |
| Alarma de seguridad | 107,00 | 4 | 428,00 |  |
| Silla oficina escritorio ergonómica reclinable | 194,00 | 8 | 1.552,00 |  |
| Total \$: | | | 73.763,62 | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Nota: Además de los equipos detallados anteriormente, se deberá considerar cualquier otro equipo necesario para mejorar el servicio, teniendo en cuenta que estos deben ser nuevos y vigentes.

En la inversión total del proyecto se considera según el MTOP la infraestructura vial E35: tramo Riobamba- Rio Angas con 150,42 km la cual fue encargada a la compañía VERDU S.A, la cual tiene como finalidad la rehabilitación de la vía. Cabe recalcar que actualmente los trabajos que se realizan en dicho tramo se encuentran por culminar. En el informe técnico del proyecto se encuentra con un presupuesto estimado de las obras iniciales de pavimento de 24.092.760,05 la cual se encuentra compuesta de la siguiente manera:

Tabla 21-3: Presupuesto de la Rehabilitación Vial.

| Tramo | Inicio | Fin | Presupuesto |
|-------|-----------|-----------|------------------|
| 1 | Riobamba | Balbanera | \$ 2.440.716,59 |
| 2 | Balbanera | Alausí | \$ 11.218.974,62 |
| 3 | Alausí | Guasuntos | \$ 2.515.566,03 |

| | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|
| 4 | Guasuntos | Chunchi | \$ 3.587.917,78 |
| 5 | Chunchi | Rio Angas | \$ 4.329.494,03 |

Fuente: MTOP

Por lo mencionado anteriormente, para este proyecto se tomará como parámetro de inversión la rehabilitación en los tramos 1 y 2, ya que es cubre el tramo que será analizado en el presente proyecto Riobamba – Alausí. La vía se encuentra en excelente estado por su reciente rehabilitación vial.

Tabla 22-3: Inversión del proyecto.

| No. | Descripción | Valor (\$) |
|--------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | Equipos de operación | \$ 661.807,56 |
| 2 | Infraestructura del peaje | |
| 3 | Vehículos | |
| 4 | Estudios previos | \$ 5.000,00 |
| 5 | Rehabilitación de la vía | \$ 13.659.691,21 |
| TOTAL | | \$ 14.326.498,77 |

Realizado por: Calero J. Villamarin B. 2021

3.5.2. Costos para la implementación del peaje.

3.5.2.1. Costos fijos.

Costos de personal.

Se tomará en cuenta el personal que influye en la operación del peaje, es decir el personal que es fundamental para que el peaje brinde su servicio de una manera eficiente. Los talentos humanos que conforman el departamento de operaciones son un total de 45, los cuales laboraran de la siguiente manera:

- El personal que pertenece al Departamento de Operaciones y contenga un horario de tipo administrativo, tendrán una jornada de 08H00 a 17H00 (director, supervisor, etc.).
- Doce agentes recaudadores laborarán bajo jornada especial de trabajo 24/7 con tres turnos rotativos de 08H00 a 16H00; 16H00 a 24H00 y de 24H00 a 08H00, el horario de alimentación será definido por el jefe de peaje.

- Nueve guardias los cuales trabajaran dos en cada turno, ya mencionados al igual que los agentes de recaudación.

Listados del personal con sus respectivas remuneraciones

La remuneración del personal de trabajo será impuesta de acuerdo con lo establecido en la tabla de remuneración mensual 2021 de la Ley Orgánica de Servicio Público (LOSEP) y la tabla de salarios mínimos sectoriales 2021 establecido de acuerdo con el código de trabajo que fue publicado por el Ministerio de Trabajo.

Tabla 23-3: Costos de Personal Operación.

| Talento Humano | Cant. | Mensual Unificad | Unificado anual | Décimo tercero | Décimo cuarto | Total |
|--|-----------|------------------|-----------------|----------------------|---------------|------------|
| Jefe peaje y central de recaudación | 1 | 2.034,00 | 24.408,00 | 2.034,00 | 400,00 | 26.841,00 |
| Supervisor calidad de servicio y atención al usuario | 2 | 817,00 | 9.804,00 | 817,00 | 400,00 | 22.042,00 |
| Supervisor Vial y de peaje | 1 | 817,00 | 9.804,00 | 817,00 | 400,00 | 11.021,00 |
| Contador | 1 | 1.200,00 | 14.400,00 | 1.200,00 | 400,00 | 16.000,00 |
| Asistente peaje | 4 | 817,00 | 9.804,00 | 817,00 | 400,00 | 44.084,00 |
| Agente recaudación | 12 | 733,00 | 8.796,00 | 817,00 | 400,00 | 119.148,00 |
| Asistente administrativo peaje | 1 | 817,00 | 9.804,00 | 817,00 | 400,00 | 11.021,00 |
| Analista planeamiento, logística y control operaciones | 1 | 1.212,00 | 14.544,00 | 1212,00 | 400,00 | 16.156,00 |
| Chofer de ambulancia | 3 | 614,84 | 7.378,08 | 614,84 | 400,00 | 25.178,76 |
| Chofer de plataforma | 3 | 614,84 | 7.378,08 | 614,84 | 400,00 | 25.178,76 |
| Chofer vehículo Liviano | 1 | 414,11 | 4.969,32 | 414,11 | 400,00 | 5.783,43 |
| Paramédicos | 3 | 817,00 | 9.804,00 | 817,00 | 400,00 | 33.063,00 |
| Paramédicos de apoyo | 3 | 675,00 | 8.100,00 | 675,00 | 400,00 | 27.525,00 |
| Responsable de materiales | 1 | 585,00 | 7.20,00 | 585,00 | 400,00 | 8.005,00 |
| Conserje | 1 | 404,40 | 4.848,48 | 404,40 | 400,00 | 5.652,20 |
| Coordinador seguridad integral | 1 | 817,00 | 9.804,00 | 817,00 | 400,00 | 11.021,00 |
| Guardias | 9 | 404,40 | 4.852,80 | 404,40 | 400,00 | 50.914,80 |
| TOTAL | 45 | | | \$ 425.577,95 | | |

Fuente: (Rodas, 2016)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Servicios básicos, productos de limpieza y uniformes.

Tabla 24-3: Consumo anual de Servicio Básicos.

| Servicios | Consumo mensual | Consumo anual |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Luz | \$ 630,00 | \$ 7.560,00 |
| Agua | \$ 100,00 | \$ 1.200,00 |
| Telefonía e internet | \$ 130,00 | \$ 1.560,00 |
| Productos de Limpieza | \$ 100,00 | \$ 1.200,00 |
| Uniformes | \$ 120,00 | \$ 5.400,00 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 25-3: Proyección de servicio básicos, productos de limpieza y uniformes.

| Año | Servicios Básicos | Productos de Limpieza | Uniformes |
|-----|-------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | \$ 10.515,61 | \$ 1.200,19 | \$ 5.404,10 |
| 2 | \$ 10.715,03 | \$ 1.200,38 | \$ 5.408,21 |
| 3 | \$ 10.918,33 | \$ 1.200,57 | \$ 5.412,32 |
| 4 | \$ 11.125,60 | \$ 1.200,76 | \$ 5.416,43 |
| 5 | \$ 11.336,90 | \$ 1.200,95 | \$ 5.420,55 |
| 6 | \$ 11.552,32 | \$ 1.201,15 | \$ 5.424,67 |
| 7 | \$ 11.771,94 | \$ 1.201,34 | \$ 5.428,79 |
| 8 | \$ 11.995,85 | \$ 1.201,53 | \$ 5.432,92 |
| 9 | \$ 12.224,13 | \$ 1.201,72 | \$ 5.437,05 |
| 10 | \$ 12.456,86 | \$ 1.201,91 | \$ 5.441,18 |
| 11 | \$ 12.694,14 | \$ 1.202,10 | \$ 5.445,32 |
| 12 | \$ 12.936,05 | \$ 1.202,29 | \$ 5.449,45 |
| 13 | \$ 13.182.,70 | \$ 1.202,48 | \$ 5.453,60 |
| 14 | \$ 13.434,16 | \$ 1.202,67 | \$ 5.457,74 |
| 15 | \$ 13.690,55 | \$ 1.202,87 | \$ 5.461,89 |
| 16 | \$ 13.951,95 | \$ 1.203,06 | \$ 5.466,04 |
| 17 | \$ 14.218,46 | \$ 1.203,25 | \$ 5.470,19 |
| 18 | \$ 14.490,20 | \$ 1.203,44 | \$ 5.474,35 |
| 19 | \$ 14.767,26 | \$ 1.203,63 | \$ 5.478,51 |
| 20 | \$ 15.049,74 | \$ 1.203,82 | \$ 5.482,68 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Depreciación.

Los activos fijos que se deprecian son los detallados en la siguiente tabla:

Tabla 26-3: Porcentaje depreciación.

| Descripción | Valor del activo | Vida útil (Años) | % |
|-------------------------------|------------------------|------------------|--------------|
| | | | Depreciación |
| Construcciones | \$371.043,94 | 20 | 5% |
| Asfalto | \$13.659.691,21 | 20 | 5% |
| Vehículos | \$217.000,00 | | |
| Camioneta | \$28.600,00 | 5 | 20% |
| Plataforma Grúa | \$52.000,00 | 5 | 20% |
| Ambulancia | \$136.400,00 | 5 | 20% |
| Muebles y enseres | \$73.763,62 | | |
| Equipos Computación | \$7.276,00 | 3 | 33,3% |
| Muebles y Máquinas de oficina | \$4.189,00 | 10 | 10% |
| Instalaciones | \$58.061,82 | 10 | 10% |
| Maquinaria y Equipos | \$4.236,80 | 10 | 10% |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

3.5.2.2. Costos variables.

Materiales de oficina

Tabla 27-3: Costos materiales de oficina.

| Nombre | Valor unitario | Cantidad | Total \$ |
|-------------------------------------|----------------|----------|----------|
| Archivadores de oficina | \$2,75 | 50 | \$137,50 |
| Etiquetas | \$0,59 | 10 | \$5,9 |
| Carpeta/folder de oficina | \$6,04 | 20 | \$120,80 |
| Cinta scotch | \$0,98 | 10 | \$9,80 |
| Sobre manila F3 | \$0,91 | 10 | \$9,10 |
| Apoya manos | \$3,13 | 20 | \$62,60 |
| Grapadoras | \$2,77 | 10 | \$27,7 |
| Calculadora científica | \$12 | 6 | \$72 |
| Papel foto A4 | \$3,35 | 30 | \$100,50 |
| C. Surtido Univ. 200 hojas | \$2,56 | 5 | \$12,80 |
| C. Surtido Univ. 100 hojas | \$1,09 | 10 | \$10,90 |
| Separador Plástico multicolor x10 u | \$0,63 | 10 | \$6,30 |

| | | | |
|---|---------|----|-----------------|
| Kit de recarga tóner original | \$30,00 | 10 | \$300,00 |
| Caja bolígrafos sencillos x 12 unidades | \$2,52 | 3 | \$7,56 |
| Caja Pelikan marcador de pizarra | \$4,30 | 1 | \$4,30 |
| Caja Pelikan marcador permanente | \$3,60 | 1 | \$3,70 |
| Caja resaltador flash Pelikan 10 u x caja | \$3,70 | 1 | \$3,70 |
| Caja lápiz HB x12 cajas | \$8,52 | 1 | \$8,52 |
| Caja borrador Pelikan x caja | \$3,20 | 1 | \$3,20 |
| Caja correctora de esfero x caja | \$7,00 | 2 | \$14,00 |
| Caja de grapas metálicas x caja | \$7,00 | 2 | \$14,00 |
| Caja de clic paper x 12 cajas | \$3,60 | 12 | \$43,20 |
| Caja de clip mariposa | \$0,97 | 1 | \$0,97 |
| TOTAL | | | \$978,95 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Fuente: Papelesa

Materiales de casetas de peaje.

Al mencionar materiales de caseta nos referimos al rollo de papel térmico, bond, químico pre impreso con medidas de 79 mm X 75 mm de 100 unidades, que se ocuparan para brindar el servicio de entrega de comprobantes de pago. Cabe mencionar que el precio o costo en el año base será de \$ 1,80 el cual se irá incrementando con el pasar de los años de acuerdo con el incremento de precio al consumidor.

Tabla 28-3: Costo anuales proyectados de materiales de caseta.

| Descripción | Unid | Cantidad | Precio Unitario | TOTAL |
|--|----------------|-----------|-----------------|--------------|
| Bacheo Asfaltico menor | m ³ | 129,30 | \$153,71 | \$19.874,93 |
| Sellado de fisuras superficiales | m | 23.191,83 | \$1,37 | \$31.772,81 |
| Limpieza de alcantarillas | m ³ | 564,46 | \$8,10 | \$4.572,13 |
| Limpieza de cunetas y encauzamiento a mano. | m ³ | 23.369,47 | \$5,81 | \$135.412,62 |
| Roza a mano | Ha | 9,00 | \$3.268,00 | \$29.412,00 |
| Limpieza de derrumbes | m ³ | 3.060,00 | \$2,26 | \$6.915,60 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x0.75)m. Regulatorias | u | 5,00 | \$161,83 | \$809,15 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x0.75)m. chevrones dobles | u | 2,00 | \$201,26 | \$402,52 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x1.20) m. Preventiva | u | 3,00 | \$185,49 | \$556,47 |
| Señales al lado de la carretera (2x1) m. Informativa | u | 1,00 | \$402,08 | \$402,08 |

| | | | | |
|--|---|-----------|--------|-------------------|
| Marcas en el pavimento (pintura acrílica ancho 15 cm=, Incluye microesferas) | m | 10.200,00 | \$1,12 | 11.424,00 |
| TOTAL | | | | 241.918,08 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Mantenimientos rutinarios y periódicos.

El ciclo de vida al referirnos de una vía sin mantenimiento conduce al deterioro total de la vía, pero con la aplicación de un sistema de mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener la vía en un estado aceptable. El ciclo de vía tiene su principio cuando a vía es rehabilitada o completamente nueva, pero con el pasar del tiempo se deteriorará dependiendo del flujo vehicular y de los factores climáticos.

Para evitar el deterioro total de la vía establecemos como propuesta un sistema de mantenimiento rutinario el cual se realizará de manera anual, con la aplicación de este tipo de mantenimiento la vía tiende a deteriorarse de una manera más lenta, por lo que prolongará el tiempo de intervención de mantenimiento periódico. Además, se plantea la aplicación de un mantenimiento periódico cada 5 años, con la finalidad de mejorar o reponer la capa de rodadura de la vía, cambiándola de un estado regular a un estado óptimo. De esta manera obtendremos que la vía se mantenga con una capa de rodadura en un estado óptimo por mucho más tiempo evitando la rehabilitación de la vía y por ende lograr reducir costos de mantenimiento.

Al momento de proponer el mantenimiento rutinario, nos basamos en nuestra investigación por la cual se recolectó información en donde se identificó, cuantificó y evaluó la condición de todos los elementos que forman parte de la infraestructura vial. Con la información básica obtenida proponemos la planificación, programación y elaboración de un presupuesto necesario tanto anual para el mantenimiento rutinario, así como para cada cinco años con el mantenimiento periódico.

Mantenimiento Rutinario

Para este tipo de mantenimiento se detallarán los siguientes rubros:

Tabla 29-3: Mantenimiento Rutinario.

| Descripción | Unid. | Cantidad | Precio unitario | TOTAL |
|----------------------------------|----------------|-----------|-----------------|-------------|
| Bacheo asfáltico menor | m ³ | 129,30 | \$153,71 | \$19.874,93 |
| Sellado de fisuras superficiales | m | 23.191,83 | \$1,37 | \$31.772,81 |
| Limpieza de alcantarillas | m ³ | 564,46 | \$8,10 | \$4.572,81 |

| | | | | |
|--|----------------|-----------|------------|----------------------|
| Limpieza de cunetas y encauzamiento a mano | m ³ | 23.369,47 | \$5,81 | \$135.412,62 |
| Roza a mano | ha | 9 | \$3.268,00 | \$29.412,00 |
| Limpieza de derrumbes | m ³ | 3.060,00 | \$2,26 | \$6.915,60 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x0.75) m. regulatorias | u | 5 | \$161,83 | \$809,15 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x0.75) m. chevronees dobles | u | 2 | \$201,26 | \$402,52 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x1.20) m. preventiva | u | 3 | \$185,49 | \$556,47 |
| Señales al lado de la carretera (2x1) m. informativa | u | 1 | \$402,08 | \$402,08 |
| Marcas en el pavimento (pintura acrílica ancho 15 cm=, incluye microesferas) | m | 10.200 | \$1,12 | \$11.424,00 |
| TOTAL | | | | \$ 241.918,00 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Personal de obra

(Rodas, 2016) Establece en el literal 1.12 un listado del personal de talento humano que es necesario durante una obra vial dicho listado es para el estudio dirigido a los trabajadores de la vía en la compañía VERDU S.A.

Esta propuesta también contará con un personal de obra que contribuya anualmente para que la vía se mantenga en un estado óptimo, lo cual se detalla a continuación:

Tabla 30-3: Personal mantenimiento rutinario.






| Talento humano | Cantidad | Unificad mensual | Unificad anual | Décimo tercero | Décimo cuarto | Total |
|--|-----------|------------------|----------------|----------------|---------------|---------------------|
| Jefe de obra | 1 | \$1.306,00 | \$15.672,00 | \$1.306,00 | \$400 | \$17.378,00 |
| Supervisor de seguridad e higiene industrial | 1 | \$817 | \$9.804,00 | \$817,00 | \$400 | \$11.021,00 |
| Auxiliar de seguridad e higiene industrial | 1 | \$561 | \$6.732,00 | \$561,00 | \$400 | \$7.693,00 |
| Niveletero | 1 | \$561 | \$6.732,00 | \$561,00 | \$400 | \$7.693,00 |
| Chofer de maquinaria de sellado | 1 | \$615,55 | \$7.386,60 | \$615,55 | \$400 | \$8.402,15 |
| Cuadrilla oficial de obra | 8 | \$561 | \$6.732,00 | \$561,00 | \$400 | \$61.544,00 |
| TOTAL | 13 | | | | | \$136.731,15 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Listado de la maquinaria

Si es necesario la maquinaria detallada en la **Tabla 31-3** deberá ser proporcionada por la concesionaria encargada del funcionamiento y mantenimiento de la vía estudiada.

Tabla 31-3: Maquinaria

| Descripción | Precio unitario | Cantidad | Gráfico |
|-----------------------------------|-------------------|----------|---|
| Pavimentadora de asfalto Finisher | 55.000,00 | 1 |  |
| Camión hormigonera | 50.000,00 | 1 |  |
| Rodillo vibratorio LTC203 | 18.000,00 | 1 |  |
| Vehículo dosificador (cisterna) | 30.000,00 | 1 |  |
| Volqueta | 43.000,00 | 2 |  |
| TOTAL | 239.000,00 | 6 | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Según el SERCOP (Revisión Nacional De Contratación Pública) la Ficha Técnica De Servicio De Mantenimiento Rutinario De La Red Vial Pavimenta, detalla en el literal 6, 7, y 9 los atributos específicos que el personal de obra contará con herramientas, materiales, accesorios e indumentaria de trabajo con la finalidad de que su desempeño no se vea afectado y por ende se realice de una manera eficaz y eficiente el mantenimiento de la vía. En la **Tabla 32-3** se detallan las herramientas, los accesorios se puede visualizar en la **Tabla 33-3** y finalmente la indumentaria en la **tabla 34-3**.

Listado de Herramientas

Tabla 32-3: Herramientas.

| Herramientas | Unidad | Precio Unitario (\$) | cantidad | Total (\$) |
|--------------------|--------|----------------------|----------|------------|
| Máquina de sellado | u | 5.000,00 | 1 | \$5.000,00 |
| Concretera | u | 3.800,00 | 1 | \$3.800,00 |
| Pisones | u | 350,00 | 1 | \$350,00 |
| Pico | u | 9,90 | 3 | \$29,70 |
| Pala | u | 12,20 | 6 | \$73,20 |
| Carretilla | u | 45,43 | 2 | \$90,86 |
| Barreta | u | 24,72 | 3 | \$74,16 |
| Hacha | u | 10,83 | 2 | \$21,66 |

| | | | | |
|---|---|-------|---|--------------------|
| Combo 12 lb. | u | 27,50 | 2 | \$55,00 |
| Machete | u | 6,34 | 6 | \$38,04 |
| Soga ¼ de pulgada de 200m | u | 43,00 | 1 | \$43,00 |
| Balde de construcción | u | 2,00 | 6 | \$12,00 |
| Juego de limas | u | 22,00 | 1 | \$22,00 |
| Escoba plástica | u | 2,64 | 3 | \$7,92 |
| Rastrillo | u | 7,73 | 1 | \$7,73 |
| Azadón | u | 11,34 | 1 | \$11,34 |
| Martillo | u | 4,50 | 2 | \$9,00 |
| Brocha mediana 2” | u | 3,36 | 4 | \$13,44 |
| Flexómetro 5 m | u | 5,02 | 3 | \$15,06 |
| Nivel de albañil | u | 7,00 | 3 | \$21,00 |
| SERRUCHO | u | 4,32 | 1 | \$4,32 |
| Segueta | | 9,39 | 1 | \$9,39 |
| Cinta de seguridad (100 yardas) | u | 15,00 | 1 | \$15,00 |
| Cinzel punta de acero | u | 9,27 | 1 | \$9,27 |
| Brocha grande 4” | u | 7,49 | 4 | \$14,98 |
| Pieza hoja de lija caja x 100 lijas de 6” | u | 26,00 | 1 | \$26,00 |
| Juego de llaves mixtas | u | 55,00 | 1 | \$55,00 |
| Bailejo estándar | u | 1,96 | 6 | \$11,76 |
| Alicates | u | 6,50 | 2 | \$13,00 |
| Rollo de piola | u | 3,14 | 1 | \$3,14 |
| TOTAL | | | | \$ 9.855,97 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Material, accesorios e insumos.

Para el mantenimiento de la vía se contará con los siguientes materiales y accesorios:

Tabla 33-3: Materiales y accesorios.

| Descripción | Unidad | Precio unitario | Cantidad | Total |
|---|--------|-----------------|----------|--------------------|
| Guantes (semiindustriales) | u | \$2,00 | 12 | \$24,00 |
| Funda de basura industrial o costales 39x55 funda x 10 unidades | u | \$5,50 | 200 | \$1.100,00 |
| Escobas de cerdas duras | u | \$3,00 | 10 | \$30,00 |
| Escobas | u | \$2,64 | 10 | \$26,40 |
| Piola x rollo de construcción | u | \$1,75 | 5 | \$8,75 |
| Botiquín de primeros auxilios | u | \$25,00 | 1 | \$25,00 |
| Señal de personal trabajando | u | \$5,00 | 2 | \$10,00 |
| Conos de señalización | u | \$6,00 | 4 | \$24,00 |
| Cinta de seguridad amarilla y negra de prevención x rollo | u | \$15,00 | 3 | \$45,00 |
| TOTAL | | | | \$ 1.293,15 |

Fuente:(Mayssara, 2014)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021.

Uniforme del personal e identificación

El personal de obra deberá contar con el uniforme adecuado para la realización de sus labores. Por lo que contaremos con la indumentaria detallada en la siguiente tabla.

Tabla 34-3: Indumentaria.

| Descripción | Unidad | Precio unitario | Cantidad | Total |
|--|--------|-----------------|----------|------------------|
| Chaleco de seguridad con cintas reflectivas | u | \$12,00 | 12 | \$144,00 |
| Guantes de cuero o goma | u | \$7,56 | 12 | \$90,72 |
| Casco de seguridad regulatorios | u | \$5,00 | 12 | \$60,00 |
| Poncho de agua (impermeable) | u | \$3,46 | 12 | \$41,52 |
| Mascarillas desechables especiales para limpieza caja x50 u. | u | \$1,35 | 100 | \$135,00 |
| Gafas de protección para polvo y podadoras | u | \$25,00 | 8 | \$200,00 |
| Credencial de la asociación, con foto y datos personales | u | \$1,25 | 12 | \$15,00 |
| Total | | | | \$ 686,24 |

Fuente: (Mayssara, 2014)

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Mantenimiento Rutinario.

El mantenimiento rutinario se basa en los parámetros detallados anteriormente, al sumar los valores de cada uno de los parámetros obtendremos como resultados el costo que tiene la realización del mantenimiento rutinario anualmente (ver tabla 35-3). Al dividir los costos de mantenimiento anual por los kilómetros de vía en este caso 88,20 km, obtendremos el valor de mantenimiento rutinario por kilómetro.

Tabla 35-3: Mantenimiento Rutinario.

| Costo de mantenimiento rutinario anual | |
|--|---------------------|
| Mantenimiento rutinario | \$241.918,08 |
| Personal de obra | \$113.731,15 |
| Herramientas | \$9.855,97 |
| Materiales, accesorios e insumos | \$1.293,15 |
| Uniformes | \$686,24 |
| TOTAL | \$367.484,59 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Valor de mantenimiento rutinario por kilómetro = $(\$359.831,75 / 88,20 \text{ km}) = \$4.079,73/ \text{ km}$

Mantenimiento periódico.

Se plateará un mantenimiento periódico de 5 años el cual se realizará con la finalidad de restablecer las características de la superficie de rodadura, reparación de cunetas, entre otras. Para ello nos basaremos en los siguientes rubros:

Tabla 36-3: Mantenimiento Periódico.

| Descripción | Unid | Cantidad | Precio unitario | Total |
|---|----------------|-----------|-----------------|---------------------|
| Bacheo Asfáltico menor | m ³ | 431 | 153,71 | 66.249,01 |
| Sellado fisuras menos | m | 77.306,10 | 1,37 | 105.909,36 |
| Reposición de cunetas revestidas | m ³ | 2.256 | 171,69 | 387.332,64 |
| Reposición de alcantarillado D=1200 mm | m ³ | 12 | 162,57 | 1.950,84 |
| Riego de liga | ml | 88.200 | 0,83 | 73.206,00 |
| Capa de asfalto 2,5cm | m ² | 1.058.400 | 3,69 | 3.905.496,00 |
| Roza a mano | ha | 30 | 3.268,00 | 98.040,00 |
| Limpieza de derrumbes | m ³ | 10.200 | 2,26 | 23.052,00 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x0.75)m. regulatorias | u | 61 | 161,83 | 9.871,63 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x0.75)m Delineadores de curva horizontal | u | 167 | 201,26 | 33.610,00 |
| Señales al lado de la carretera (0.60x1.20)m preventiva | u | 271 | 185,49 | 50.267,78 |
| Señales al lado de la carretera (2x1)m informativa | u | 56 | 402,08 | 22.516,48 |
| Marcas en el pavimento (pintura acrílica ancho 15 cm con microesferas) | m | 88.200 | 1,12 | 98.784,00 |
| Total | | | | 4.876.285,74 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Cabe mencionar que en la tabla 31-3 se encuentra la descripción en cuanto se debe tomar en cuenta para establecer presupuesto de mantenimiento periódico la misma que le costara al concesionario o empresa encargada para que se pueda contar con una vía en óptimas condiciones.

Tabla 37-3: Costo de Mantenimiento Periódico.

| Costos de Mantenimiento Periódico Anual. | |
|--|-----------------------|
| Mantenimiento Periódico | \$4.876.285,74 |
| Personas de Obra | \$113.731,15 |
| Herramientas | \$9.855,97 |
| Materiales, accesorios e insumos | \$1.293,15 |
| Uniformes | \$686,24 |
| Total | \$5.001.852,25 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Proyección de los costos de mantenimiento rutinario y periódico

Para realizar una proyección anual utilizaremos un IPC = índice de precios al consumidor (se utilizará el índice registrado para el presente año).

Tabla 38-3: Proyección Anual del Mantenimiento Rutinario.

| Mantenimiento Rutinario Proyectado | | | | | | |
|------------------------------------|---------------|----------------------------------|--------------|-----------|------------------|--------------|
| Año | Mantenimiento | Materiales, accesorios e insumos | Herramientas | Uniformes | Personal de Obra | Total |
| 0 | \$241.918,08 | \$1.293,15 | \$1.056,97 | \$686,24 | \$113.731,15 | \$358.685,59 |
| 1 | \$245.546,85 | \$1.293,19 | \$1.057,71 | \$686,77 | \$116.756,40 | \$365.340,92 |
| 2 | \$249.230,05 | \$1.293,23 | \$1.058,45 | \$687,30 | \$119.862,12 | \$372.131,15 |
| 3 | \$252.968,50 | \$1.293,28 | \$1.059,19 | \$687,83 | \$123.050,45 | \$379.059,24 |
| 4 | \$256.763,03 | \$1.293,32 | \$1.059,93 | \$688,35 | \$126.323,59 | \$386.128,23 |
| 5 | \$260.614,47 | \$1.293,36 | \$1.060,67 | \$688,88 | \$129.683,80 | \$393.341,19 |
| 6 | \$264.523,69 | \$1.293,40 | \$1.061,42 | \$689,41 | \$133.133,39 | \$400.701,31 |
| 7 | \$268.491,55 | \$1.293,44 | \$1.062,16 | \$689,94 | \$136.674,74 | \$408.211,83 |
| 8 | \$272.518,92 | \$1.293,48 | \$1.062,90 | \$690,48 | \$140.310,29 | \$415.876,07 |
| 9 | \$276.606,70 | \$1.293,53 | \$1.063,65 | \$691,01 | \$144.042,54 | \$423.697,42 |
| 10 | \$280.755,80 | \$1.293,57 | \$1.064,39 | \$691,54 | \$147.874,07 | \$431.679,37 |
| 11 | \$284.967,14 | \$1.293,61 | \$1.065,14 | \$692,07 | \$151.807,52 | \$439.825,48 |
| 12 | \$289.241,65 | \$1.293,65 | \$1.065,88 | \$692,60 | \$155.845,60 | \$448.139,39 |
| 13 | \$293.580,27 | \$1.293,69 | \$1.066,63 | \$693,14 | \$159.991,09 | \$456.624,82 |
| 14 | \$297.983,98 | \$1.293,73 | \$1.067,38 | \$693,67 | \$164.246,86 | \$465.285,61 |
| 15 | \$302.453,74 | \$1.293,78 | \$1.068,12 | \$694,20 | \$168.615,82 | \$474.125,66 |
| 16 | \$306.990,54 | \$1.293,82 | \$1.068,87 | \$694,74 | \$173.101,01 | \$483.148,97 |
| 17 | \$311.595,40 | \$1.293,86 | \$1.069,62 | \$695,27 | \$177.705,49 | \$492.359,64 |
| 18 | \$316.269,33 | \$1.293,90 | \$1.070,37 | \$695,81 | \$182.432,46 | \$501.761,86 |
| 19 | \$321.013,37 | \$1.293,94 | \$1.071,12 | \$696,34 | \$187.285,16 | \$511.359,93 |
| 20 | \$325.828,57 | \$1.293,98 | \$1.071,87 | \$696,88 | \$192.266,95 | \$521.158,25 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021



Gráfico 6-2. Mantenimiento Rutinario.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 39-3: Mantenimiento Periódico cada 5 años.

| Mantenimientos | |
|----------------|---------------------------------|
| Años | Periódico (5 años) + IPC(0.80%) |
| 5 | \$ 5.385.871,34 |
| 10 | \$ 5.810.052,24 |
| 15 | \$ 6.268.160,72 |
| 20 | \$ 6.762.979,54 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021



Gráfico 7-2. Mantenimiento periódico.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Proyección de costos Mantenimiento Vial.

| | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Mantenimiento rutinario (Año Base) | Mantenimiento periódico (Año Base) |
| \$ 358.685,59 | \$ 4.993.053,25 |

Tabla 40-3: Proyección de mantenimientos Viales.

| Mant. Rutinario | Mant. Periódico | Total |
|-----------------|------------------|------------------|
| \$ 6.912.417,61 | \$ 24.277.063,85 | \$ 31.139.481,46 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

3.5.3. Ingresos.

3.5.3.1. Determinación del tráfico a futuro.

Para calcular los ingresos, se debe determinar el flujo vehicular que se obtendrá en los 20 años siguientes, ya que es el tiempo determinado para que la vía se mantenga concesionada y con ello lograr realizar los cálculos según la tarifa que se establecerá en este proyecto.

Tráfico futuro

Se obtendrá el volumen de tráfico futuro mediante los volúmenes de tráfico actual y el incremento del tránsito esperado que exista con el nuevo mantenimiento en la carretera. Para la proyección del tráfico futuro se debe obtener el valor de tráfico asignado, para lo cual se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Tráfico asignado} = \text{T.P.D.A. actual} + \text{TG}$$

El tránsito generador (TG), es el flujo vehicular de viajes totalmente nuevos y viajes que antes se hacían por otro medio de transporte. La consecuencia de este tránsito generador viene de una rehabilitación y mantenimiento realizado, por ende, al ser proyectado junto con el tráfico actual y las tasas empleadas en las proyecciones, tendremos como resultado una cifra acorde a lo estudiado.

Al TG se le asignará tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual

$$\text{TG} = 25\% \text{ T.P.D.A.}$$

$$\text{TG} = 25\% (5542)$$

TG = 1386 vehículos por día (doble sentido)

Con estos datos obtendremos que:

Tráfico asignado = TPDA. Actual + TG

T Asig. = 5542 + 1386

T Asig. = 6928 vehículos por día (doble sentido)

Composición de Tráfico asignado.

Tabla 41-3: Composición de tráfico asignado.

| COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|---------|--------------|-------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Motos | Automóviles | Busetas | Bus (2 ejes) | Bus(3 ejes) | Camiones y Semirremolques | | | | |
| | | | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 47 | 44334 | 116 | 500 | 2 | 1481 | 97 | 12 | 65 | 175 |
| 0,68 % | 64% | 1,67% | 7,21 % | 0,03 % | 21,38 % | 1,40 % | 0,17 % | 0,94 % | 2,52 % |
| Vehículos livianos | | | | Vehículos pesados | | | | | |
| 4597 | | | | 2331 | | | | | |
| 66% | | | | 34% | | | | | |
| 100% | | | | | | | | | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Proyección del tráfico a 20 años

Para realizar las proyecciones del tráfico vehicular, se procedió a investigar sobre los registros históricos de matriculación vehicular anual desde 2008 hasta el año 2019 en la provincia de Chimborazo. Cabe recalcar que en el grupo de los vehículos livianos se tomará en consideración como automóviles a todos los vehículos que cuenten con 2 ejes, es decir, engloba a los automóviles, camionetas, busetas y jeep.

Parque automotor provincia de Chimborazo (2008-2019)

Tabla 42-3: Parque automotor.

| AÑO | CLASE | | | | | | | | | | |
|------|-----------|---------|--------|-----------|-------------|-------|-------------|----------|---------|----------|------------|
| | AUTOMÓVIL | AUTOBÚS | CAMIÓN | CAMIONETA | FURGONETA C | JEEP | MOTOCICLETA | TANQUERO | TRÁILER | VOLQUETA | OTRA CLASE |
| 2008 | 8753 | 294 | 1669 | 7178 | 538 | 3038 | 915 | 42 | 72 | 217 | 43 |
| 2009 | 9412 | 292 | 1671 | 7576 | 587 | 3494 | 948 | 44 | 65 | 212 | 81 |
| 2010 | 12599 | 470 | 2336 | 10388 | 820 | 4616 | 1941 | 57 | 76 | 340 | 88 |
| 2011 | 14351 | 449 | 2627 | 11029 | 950 | 5349 | 3345 | 64 | 79 | 359 | 99 |
| 2012 | 14954 | 4422 | 2525 | 11857 | 976 | 5748 | 3076 | 54 | 60 | 302 | 106 |
| 2013 | 15502 | 318 | 2741 | 12995 | 1071 | 6502 | 3824 | 56 | 76 | 300 | 155 |
| 2014 | 16222 | 427 | 2893 | 14089 | 1268 | 7151 | 4493 | 55 | 73 | 258 | 135 |
| 2015 | 21830 | 791 | 3498 | 16906 | 1763 | 9017 | 5179 | 79 | 123 | 278 | 174 |
| 2016 | 11753 | 482 | 2488 | 9128 | 554 | 4583 | 3111 | 24 | 82 | 255 | 107 |
| 2017 | 23677 | 1182 | 4237 | 16339 | 1123 | 9212 | 5826 | 82 | 188 | 418 | 120 |
| 2018 | 25423 | 1122 | 4430 | 17369 | 1177 | 10554 | 7055 | 94 | 213 | 442 | 195 |
| 2019 | 26386 | 1182 | 4780 | 17594 | 1114 | 11024 | 6500 | 79 | 234 | 390 | 295 |

Fuente: Instituto Nacional de estadística y Censos (INEC)

A continuación, se procederá a clasificar al parque automotor de acuerdo con la tipología de los vehículos: livianos, pesados y motocicletas, tomando como base el número de ejes y tonelaje de los mismos. Para establecer la demanda actual y futura se debe tomar la información de los vehículos matriculados por clase y se los agrupará de la siguiente manera:

- Livianos: automóvil, camioneta, furgonetas, jeep y otra clase. Cabe recalcar que las motocicletas también pertenecen a esta clase, sin embargo, para el presente proyecto deben ser separadas puesto que la tarifa del peaje establecida para motocicletas es menor que la de un vehículo.
- Pesados: autobús, camión, tanquero, tráiler y volqueta.

Al momento de agrupar los datos, se obtendrán los siguientes resultados:

Tabla 43-3: Clasificación Vehicular

| AÑO | LIVIANOS | PESADOS | MOTOS | TOTAL |
|------|----------|---------|-------|-------|
| 2008 | 19550 | 2294 | 915 | 22759 |
| 2009 | 21150 | 2284 | 948 | 24382 |
| 2010 | 28511 | 3279 | 1941 | 33731 |
| 2011 | 31778 | 3578 | 3345 | 38701 |
| 2012 | 33641 | 7363 | 3076 | 44080 |
| 2013 | 36225 | 3491 | 3824 | 43540 |
| 2014 | 38865 | 3706 | 4493 | 47064 |
| 2015 | 49690 | 4769 | 5179 | 59638 |
| 2016 | 26125 | 3331 | 3111 | 32567 |
| 2017 | 50471 | 6107 | 5826 | 62404 |
| 2018 | 54718 | 6301 | 7055 | 68074 |
| 2019 | 56413 | 6665 | 6500 | 69578 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

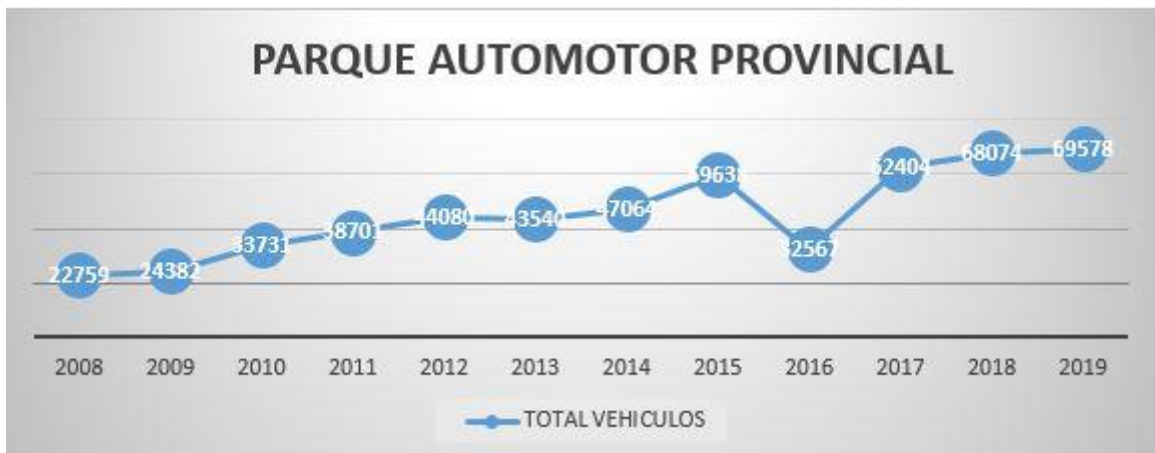


Gráfico 8-3. Serie de Tiempo Matriculación Vehicular.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Para obtener una acertada predicción es necesario realizar un método matemático. Este método matemático es el de mínimos cuadrados, por el cual se obtendrá la ecuación de la curva. El tipo sencillo de la curva de aproximación es la línea recta, la cual es la siguiente}.

$$Y = a + bx$$

a y b = son parámetros de población.

A continuación, se realizará un análisis de regresión lineal, para encontrar la relación que existe entre el tiempo (variable independiente) y la demanda de matriculación vehicular (variable dependiente).

X = Tiempo; Y= matriculación vehicular.

$$Y = a + bx$$

a = desviación al origen de la recta

b = pendiente de la recta

x= valor dado de la variable (Tiempo)

y = Valor calculado de la variable (Demanda)

Según la tipología se obtiene las siguientes proyecciones:

Tabla 44-3: Regresión lineal vehículos livianos.

| VEHÍCULOS LIVIANOS | | | | |
|------------------------------|---------------|-----------------|--------------------|------------------|
| ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL | | | | |
| Año (x) | Vehículos (y) | X ² | Y ² | XY |
| 2008 | 19550 | 4032064 | 382202500 | 39256400 |
| 2009 | 21150 | 4036081 | 447322500 | 42490350 |
| 2010 | 28511 | 4040100 | 812877121 | 57307110 |
| 2011 | 31778 | 4044121 | 1009841284 | 63905558 |
| 2012 | 33641 | 4048144 | 1131716881 | 67685692 |
| 2013 | 36225 | 4052169 | 1312250625 | 72920925 |
| 2014 | 38865 | 4056196 | 1510488225 | 78274110 |
| 2015 | 49690 | 4060225 | 2469096100 | 100125350 |
| 2016 | 26125 | 4064256 | 682515625 | 52668000 |
| 2017 | 50471 | 4068289 | 2547321841 | 101800007 |
| 2018 | 54718 | 4072324 | 29904059524 | 11420924 |
| 2019 | 56413 | 4076361 | 3182426569 | 113897847 |
| TOTAL | 447137 | 48650330 | 18482118795 | 900752273 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Ecuación: $Y = a + bx$

$Y = 6185206,8860 + 3090,37x$; $Y = -6185206,886 + 3090,37$ (Año proyección)

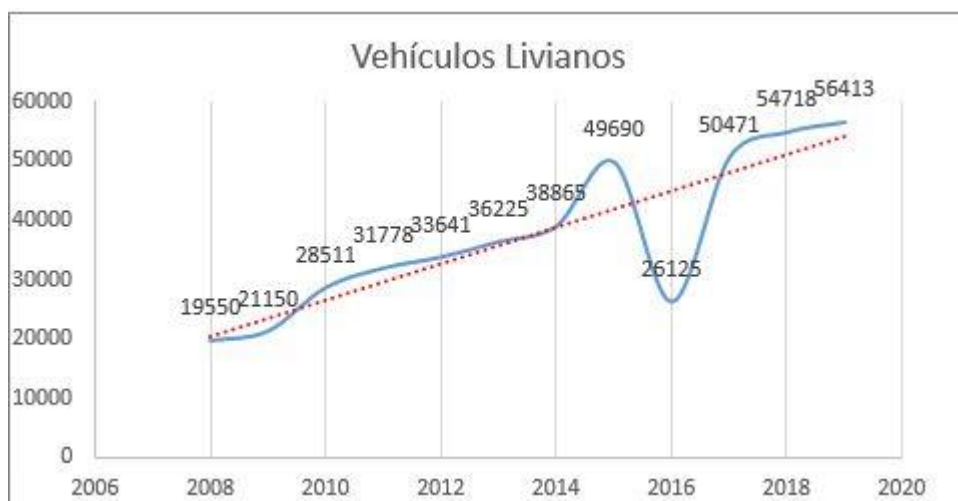


Gráfico 9-2. Regresión lineal vehículos livianos

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 45-3: Regresión Lineal Vehículos Pesados.

| VEHÍCULOS PESADOS | | | | |
|------------------------------|-----------|----------------|----------------|-----------|
| ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL | | | | |
| Año (X) | Vehículos | X ² | Y ² | XY |
| 2008 | 2294 | 4032064 | 5262436 | 4606352 |
| 2009 | 2284 | 4036081 | 5216656 | 4588556 |
| 2010 | 3279 | 4040100 | 10751841 | 6590790 |
| 2011 | 3578 | 4044121 | 12802084 | 7195358 |
| 2012 | 7363 | 4048144 | 54213769 | 14814356 |
| 2013 | 3491 | 4052169 | 12187081 | 7027383 |
| 2014 | 3706 | 4056196 | 13734436 | 7463884 |
| 2015 | 4769 | 4060225 | 22743361 | 9609535 |
| 2016 | 3331 | 4064256 | 11095561 | 6715296 |
| 2017 | 6107 | 4068289 | 37295449 | 12317819 |
| 2018 | 6301 | 4072324 | 39702601 | 12715418 |
| 2019 | 6665 | 4076361 | 44422225 | 13456635 |
| | 53168 | 48650330 | 269427500 | 107101382 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Ecuación: $Y = a + bx$

$Y = -665994,431 + 332,97x$; $Y -665994,31 + 332,97(\text{Tiempo de proyección})$



Gráfico 10-2. Regresión Lineal vehículos pesados.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Tabla 46-3: Regresión lineal motocicletas.

| Motocicleta | | | | |
|------------------------------|-----------|----------------|----------------|----------|
| Análisis de regresión lineal | | | | |
| Año (X) | Vehículos | X ² | Y ² | XY |
| 2008 | 915 | 4032064 | 837225 | 1837320 |
| 2009 | 948 | 4036081 | 898704 | 1904532 |
| 2010 | 1941 | 4040100 | 1767481 | 3904532 |
| 2011 | 3345 | 4044121 | 11189025 | 6726795 |
| 2012 | 3076 | 4048144 | 9461776 | 6188912 |
| 2013 | 3824 | 4052169 | 14622976 | 7697712 |
| 2014 | 4493 | 4056196 | 20187049 | 9048902 |
| 2015 | 5179 | 4060225 | 26822041 | 10435685 |
| 2016 | 3111 | 4064256 | 9678321 | 6271776 |
| 2017 | 5826 | 4068289 | 33942276 | 11751042 |
| 2018 | 7055 | 4072324 | 49773025 | 14236990 |
| 2019 | 6500 | 4176361 | 42250000 | 13123500 |
| | 46213 | 48650330 | 223429899 | 93124576 |

Realizado por: Calero J, Villamarin b. 2021

Ecuación: $Y = a + bx$

$Y = -1047963,3x + 522,38$; $Y = -6185206,886 + 3090,37$ (Año proyección)

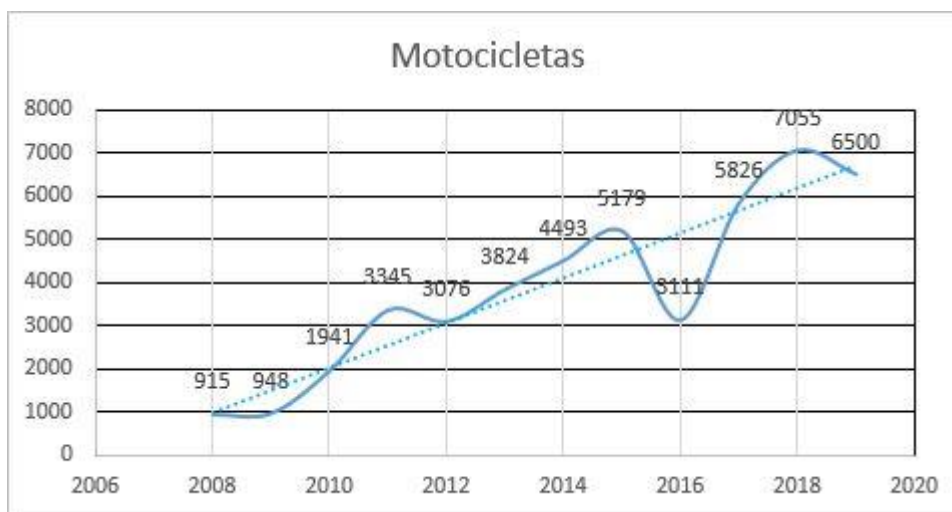


Gráfico 11-2. Regresión lineal motocicleta.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

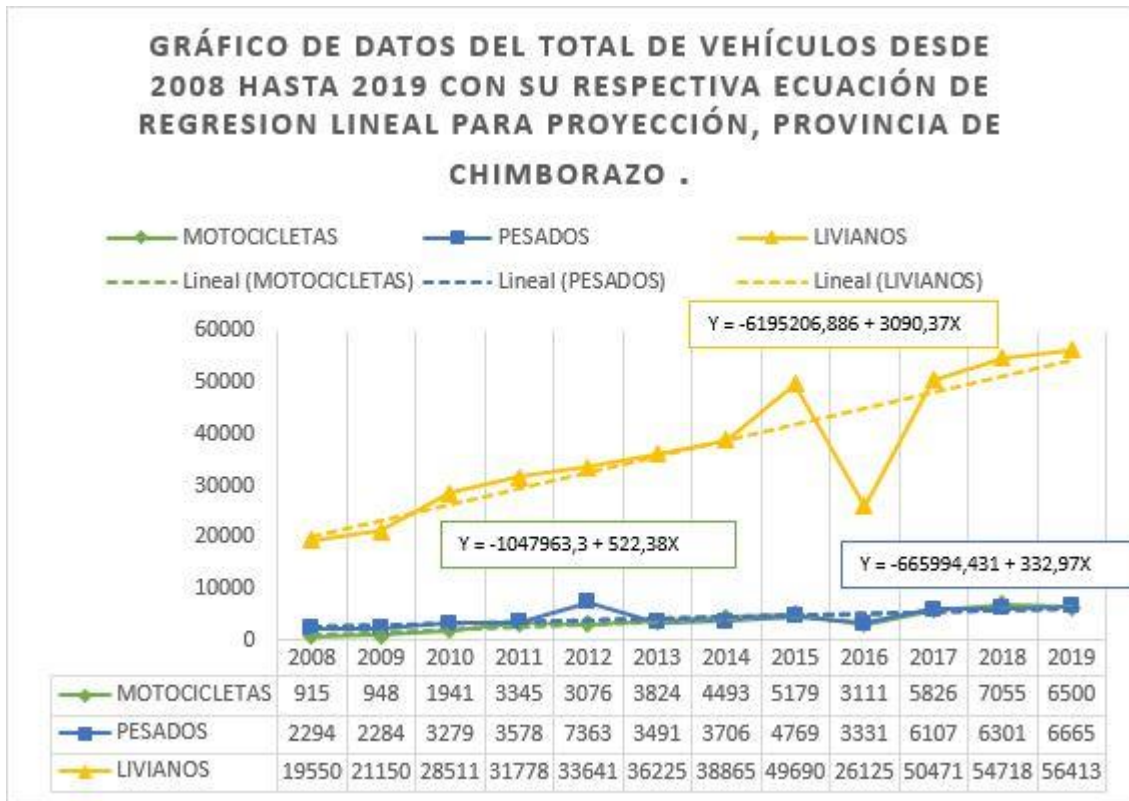


Gráfico 12-2. Regresión lineal vehicular provincia de Chimborazo.

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Además, con la información obtenida anteriormente se proyectará la tasa de crecimiento vehicular, estas tasas están determinadas por información histórica y estadística según los tipos de vehículos.

Tabla 47-3: Tasa de crecimiento.

| Tasa de Crecimiento | | | |
|---------------------|----------|------|--------|
| Periodo | Vehículo | | |
| | Liviano | Bus | Pesado |
| 2005 -2010 | 4.49 | 2.12 | 3.41 |
| 2010 – 2015 | 3.99 | 1.89 | 3.03 |
| 2015 – 2020 | 3.6 | 1.7 | 2.72 |
| 2020 – 2040 | 3.27 | 1.54 | 2.48 |

Fuente: MTOP

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Proponiendo como el valor actual el correspondiente al 2021.

Con las tasas de crecimiento y el tráfico asignado procedemos a realizar la proyección del flujo vehicular y su composición hasta los 20 años.

$$Tf = T \text{ asig} \cdot (1 + i)^n$$

Tf = Tráfico futuro o proyectado

$T \text{ asig}$ = Tráfico asignado

i = Tasa de crecimiento del tráfico

n = Periodo de proyección, expresado en años

Se realizará las proyecciones de acuerdo con la tipología vehicular necesaria para nuestro proyecto, debemos tener en cuenta que el Bus posee su propia tasa de crecimiento por lo tanto se dividirá de los vehículos pesados y que para las proyecciones de los motociclistas se tomará en cuenta la tasa de crecimiento correspondiente a los vehículos livianos. En este caso las tasas de crecimiento que se ocupara so del 2021 hasta el 2041.

Tabla 48-3: Proyección vehicular del TPDA.

| Periodo de Proyección | Año | Vehículos livianos | | | | Buses | | | Vehículos Pesados | | | | | | Total Diario |
|-----------------------|------|--------------------|-------------|------------|-------|--------|--------|-------|-------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|
| | | Motos | Automóviles | Bicicletas | Total | 2 Ejes | 3 Ejes | Total | 2 Ejes | 3 Ejes | 4 Ejes | 5 Ejes | 6 Ejes | Total | |
| 0 | 2021 | 47 | 4.434 | 116 | 4.597 | 500 | 2 | 502 | 1.481 | 97 | 11 | 65 | 175 | 1.829 | 6.928 |
| 1 | 2022 | 49 | 4.579 | 120 | 4.747 | 508 | 2 | 510 | 1.518 | 99 | 11 | 67 | 179 | 1.874 | 7.131 |
| 2 | 2023 | 50 | 4.729 | 124 | 4.903 | 516 | 2 | 518 | 1.555 | 102 | 12 | 68 | 184 | 1.921 | 7.341 |
| 3 | 2024 | 52 | 4.883 | 128 | 5.063 | 523 | 2 | 526 | 1.594 | 104 | 12 | 70 | 188 | 1.968 | 7.557 |
| 4 | 2025 | 53 | 5.043 | 132 | 5.228 | 532 | 2 | 534 | 1.633 | 107 | 12 | 72 | 193 | 2.017 | 7.779 |
| 5 | 2026 | 55 | 5.208 | 136 | 5.399 | 540 | 2 | 542 | 1.674 | 110 | 12 | 73 | 198 | 2.067 | 8.009 |
| 6 | 2027 | 57 | 5.378 | 141 | 5.576 | 548 | 2 | 550 | 1.715 | 112 | 13 | 75 | 203 | 2.119 | 8.245 |
| 7 | 2028 | 59 | 5.554 | 145 | 5.758 | 556 | 2 | 559 | 1.758 | 115 | 13 | 77 | 208 | 2.171 | 8.488 |
| 8 | 2029 | 61 | 5.736 | 150 | 5.947 | 565 | 2 | 567 | 1.802 | 118 | 13 | 79 | 213 | 2.225 | 8.739 |
| 9 | 2030 | 63 | 5.923 | 155 | 6.141 | 574 | 2 | 576 | 1.846 | 121 | 14 | 81 | 218 | 2.280 | 8.997 |
| 10 | 2031 | 65 | 6.117 | 160 | 6.342 | 583 | 2 | 585 | 1.892 | 124 | 14 | 83 | 224 | 2.337 | 9.263 |
| 11 | 2032 | 67 | 6.317 | 165 | 6.549 | 592 | 2 | 594 | 1.939 | 127 | 14 | 85 | 229 | 2.395 | 9.538 |
| 12 | 2033 | 69 | 6.524 | 171 | 6.763 | 601 | 2 | 603 | 1.987 | 130 | 15 | 87 | 235 | 2.454 | 9.820 |
| 13 | 2034 | 71 | 6.737 | 176 | 6.985 | 610 | 2 | 612 | 2.036 | 133 | 15 | 89 | 241 | 2.515 | 10.112 |
| 14 | 2035 | 74 | 6.957 | 182 | 7.213 | 619 | 2 | 622 | 2.087 | 137 | 16 | 92 | 247 | 2.577 | 10.412 |
| 15 | 2036 | 76 | 7.185 | 188 | 7.449 | 629 | 3 | 631 | 2.139 | 140 | 16 | 94 | 253 | 2.641 | 10.721 |
| 16 | 2037 | 79 | 7.420 | 194 | 7.692 | 639 | 3 | 641 | 2.192 | 144 | 16 | 96 | 259 | 2.707 | 11.040 |
| 17 | 2038 | 81 | 7.662 | 200 | 7.944 | 648 | 3 | 651 | 2.246 | 147 | 17 | 99 | 265 | 2.774 | 11.369 |
| 18 | 2039 | 84 | 7.913 | 207 | 8.204 | 658 | 3 | 661 | 2.302 | 151 | 17 | 101 | 272 | 2.843 | 11.707 |
| 19 | 2040 | 87 | 8.172 | 214 | 8.472 | 668 | 3 | 671 | 2.359 | 154 | 18 | 104 | 279 | 2.913 | 12.056 |
| 20 | 2041 | 89 | 8.439 | 221 | 8.749 | 679 | 3 | 681 | 2.417 | 158 | 18 | 106 | 286 | 2.985 | 12.416 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

De acuerdo con las proyecciones realizadas la carretera E35 Riobamba – Alausí, pasará de una carretera de dos carriles C1 correspondiente a un TPDA con un rango de 1000 a 8000 vehículos a una carretera: AV1 – Autovía o Carretera Multicarril por cuanto su TPDA es en un rango de 8000 a 26000.

Tabla 49-3: Tipo de carretera según el flujo vehicular.

| Autovía o Carretera | AV2 | 26000 | 50000 |
|-------------------------|-----|-------|-------|
| Multicarril. | AV1 | 8000 | 26000 |
| Carretera de 2 carriles | C1 | 1000 | 8000 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Finalmente, calculamos el flujo vehicular anual de la vía, los cuales se representan en la siguiente tabla:

Tabla 50-3: Proyección Anual del flujo vehicular.

| Año | Total TPDA | Flujo Anual |
|-----|------------|-------------|
| 0 | 6.928 | 2.528.720 |
| 1 | 7.131 | 2.602.965 |
| 2 | 7.341 | 2.679.459 |
| 3 | 7.557 | 2.758.270 |
| 4 | 7.779 | 2.839.471 |
| 5 | 8.009 | 2.923.135 |
| 6 | 8.245 | 3.009.339 |
| 7 | 8.488 | 3.098.161 |
| 8 | 8.739 | 3.189.683 |
| 9 | 8.997 | 3.283.987 |
| 10 | 9.263 | 3.381.162 |
| 11 | 9.538 | 3.481.294 |
| 12 | 9.820 | 3.584.477 |
| 13 | 10.112 | 3.690.806 |
| 14 | 10.412 | 3.800.377 |
| 15 | 10.721 | 3.913.291 |
| 16 | 11.040 | 4.029.654 |
| 17 | 11.369 | 4.149.570 |
| 18 | 11.707 | 4.273.153 |
| 19 | 12.056 | 4.400.515 |
| 20 | 12.416 | 4.531.774 |

Realizar por: Calero J, Villamarin B. 2021

3.5.3.2. Tarifas por el servicio de peaje.

Según (Vivar, 2010) menciona que las tarifas de peaje por el peaje por el uso de una vía principal o estatal se encuentran establecidas por el Gobierno Nacional en \$ 1,00 por cada eje que tenga el vehículo, pero existen peajes urbanos en el cual se determinan tarifas dependiendo de factores que se tomaran en cuenta por parte del concesionario. Algunos de los factores son: servicios ofertados, inversión, entre otras cosas.

Para el actual proyecto se realizó la siguiente tabla de tarifas basándose en el peaje en Chongón, ya que, según la Comisión de Tránsito del Ecuador CTE, en un día normal la cantidad de vehículos que circular por vía es entre 5000 y 6000, por ende, posee una circulación muy cercana a la circulación de la carretera estudiada en nuestro proyecto.

Tabla 51-3: Tarifas para usuarios.

| Tipología Vehicular | Tarifa por cobrar |
|----------------------------|-------------------|
| Livianos | 1 |
| Buses y camiones de 2 ejes | 2 |
| Camiones de 3 ejes | 3 |
| Camiones de 4 ejes | 5 |
| Camiones de 5 ejes | 6 |
| Motocicletas | 0,25 |

Fuente: MTOP

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Según el Art.37 del Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre, el MTOP aprobó un Acuerdo Ministerial “Reglamento para la instrumentación y aplicación de la tarifa especial de usuario frecuente”.

3.5.3.3. Determinación de ingresos anuales por clasificación de vehículos.

Automóviles, camionetas, busetas, otros.

Tabla 52-3: Ingresos vehículos livianos.

| Año | Cantidad (TPDA) | Precio del Servicio \$ | Ingreso Diario \$ | Ingreso Anual \$ |
|-----|-----------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 0 | 4.550 | 1,00 | 4.550 | 1.660.750,00 |
| 1 | 4.699 | 1,00 | 4.699 | 1.715.135,00 |
| 2 | 4.852 | 1,00 | 4.852 | 1.770.980,00 |
| 3 | 5.011 | 1,00 | 5.011 | 1.829.015,00 |
| 4 | 5.175 | 1,00 | 5.175 | 1.888.875,00 |
| 5 | 5.344 | 1,00 | 5.344 | 1.950.560,00 |
| 6 | 5.519 | 1,00 | 5.519 | 2.014.435,00 |
| 7 | 5.699 | 1,00 | 5.699 | 2.080.135,00 |
| 8 | 5.886 | 1,00 | 5.886 | 2.148.390,00 |
| 9 | 6.078 | 1,00 | 6.078 | 2.218.470,00 |
| 10 | 6.277 | 1,00 | 6.277 | 2.291.105,00 |
| 11 | 6.482 | 1,00 | 6.482 | 2.365.930,00 |

| | | | | |
|----|-------|------|-------|--------------|
| 12 | 6.694 | 1,00 | 6.694 | 2.443.310,00 |
| 13 | 6.913 | 1,00 | 6.913 | 2.523.245,00 |
| 14 | 7.139 | 1,00 | 7.139 | 2.605.735,00 |
| 15 | 7.373 | 1,00 | 7.373 | 2.691.145,00 |
| 16 | 7.614 | 1,00 | 7.614 | 2.779.110,00 |
| 17 | 7.863 | 1,00 | 7.863 | 2.869.995,00 |
| 18 | 8.120 | 1,00 | 8.120 | 2.963.800,00 |
| 19 | 8.385 | 1,00 | 8.385 | 2.817.360,00 |
| 20 | 8.660 | 1,00 | 8.660 | 2.909.760,00 |

Realizado por: Calero J, Villamarin. 2021

Motocicletas.

Tabla 53-3: Ingresos motocicletas.

| Año | Cantidad TPDA | Precio del servicio (\$) | Ingreso Diario (\$) | Ingreso Anual (\$) |
|-----|---------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| 0 | 47 | 0,25 | 11,75 | 4.288,75 |
| 1 | 49 | 0,25 | 12,25 | 4.471,25 |
| 2 | 50 | 0,25 | 12,50 | 4.562,50 |
| 3 | 52 | 0,25 | 13,00 | 4.745,00 |
| 4 | 53 | 0,25 | 13,25 | 4.836,25 |
| 5 | 55 | 0,25 | 13,75 | 5.018,75 |
| 6 | 57 | 0,25 | 14,25 | 5.201,25 |
| 7 | 59 | 0,25 | 14,75 | 5.383,75 |
| 8 | 61 | 0,25 | 15,25 | 5.566,25 |
| 9 | 63 | 0,25 | 15,75 | 5.748,75 |
| 10 | 65 | 0,25 | 16,25 | 5.931,25 |
| 11 | 67 | 0,25 | 16,75 | 6.113,75 |
| 12 | 69 | 0,25 | 17,25 | 6.296,25 |
| 13 | 71 | 0,25 | 17,75 | 6.478,75 |
| 14 | 74 | 0,25 | 18,50 | 6.752,50 |
| 15 | 76 | 0,25 | 19,00 | 6.935,00 |
| 16 | 79 | 0,25 | 19,75 | 7.208,75 |
| 17 | 81 | 0,25 | 20,25 | 7.391,25 |
| 18 | 84 | 0,25 | 21,00 | 7.665,00 |
| 19 | 87 | 0,25 | 21,75 | 7.938,75 |
| 20 | 89 | 0,25 | 22,25 | 8.121,25 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Bus 2 Ejes

Tabla 54-3: Ingreso por bus de 2 ejes.

| Año | Cantidad (TPDA) | Precio del Servicio \$ | Ingreso Diario \$ | Ingreso Anual \$ |
|-----|-----------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 0 | 500 | 2,00 | 1.000,00 | 365.000,00 |
| 1 | 508 | 2,00 | 1.015,40 | 370.621,00 |
| 2 | 516 | 2,00 | 1.031,04 | 376.328,56 |

| | | | | |
|----|-----|------|----------|------------|
| 3 | 523 | 2,00 | 1.046,92 | 382.124,02 |
| 4 | 532 | 2,00 | 1.063,04 | 388.008,73 |
| 5 | 540 | 2,00 | 1.079,41 | 393.984,07 |
| 6 | 548 | 2,00 | 1.096,03 | 400.051,42 |
| 7 | 556 | 2,00 | 1.112,91 | 406.212,21 |
| 8 | 565 | 2,00 | 1.130,05 | 412.467,88 |
| 9 | 574 | 2,00 | 1.147,45 | 418.819,89 |
| 10 | 583 | 2,00 | 1.165,12 | 425.269,71 |
| 11 | 592 | 2,00 | 1.183,07 | 431.818,87 |
| 12 | 601 | 2,00 | 1.201,28 | 438.468,88 |
| 13 | 610 | 2,00 | 1.219,78 | 445.221,30 |
| 14 | 619 | 2,00 | 1.238,57 | 452.077,71 |
| 15 | 629 | 2,00 | 1.257,64 | 459.039,70 |
| 16 | 639 | 2,00 | 1.277,01 | 466.108,92 |
| 17 | 648 | 2,00 | 1.296,68 | 473.286,99 |
| 18 | 658 | 2,00 | 1.316,65 | 480.575,61 |
| 19 | 668 | 2,00 | 1.336,92 | 487.976,48 |
| 20 | 679 | 2,00 | 1.357,51 | 495.491,31 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Bus 3 ejes.

Tabla 55-3: Ingreso por bus de 3 ejes.

| Año | Cantidad TPDA | Precio del servicio (\$) | Ingreso Diario (\$) | Ingreso Anual(\$) |
|-----|---------------|--------------------------|---------------------|-------------------|
| 0 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 1 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 2 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 3 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 4 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 5 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 6 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 7 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 8 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 9 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 10 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 11 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 12 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 13 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 14 | 2 | 3,00 | 6 | 2.190 |
| 15 | 3 | 3,00 | 9 | 3.285 |
| 16 | 3 | 3,00 | 9 | 3.285 |
| 17 | 3 | 3,00 | 9 | 3.285 |
| 18 | 3 | 3,00 | 9 | 3.285 |
| 19 | 3 | 3,00 | 9 | 3.285 |
| 20 | 3 | 3,00 | 9 | 3.285 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Camión 2 ejes.

Tabla 56-3: Ingreso por camión de 2 ejes.

| Año | Cantidad TPDA | Precio del servicio (\$) | Ingreso Diario (\$) | Ingreso Anual (\$) |
|-----|---------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| 0 | 1.481 | 2,00 | 2.962 | 1.081.130 |
| 1 | 1.518 | 2,00 | 3.036 | 1.108.140 |
| 2 | 1.555 | 2,00 | 3.110 | 1.135.150 |
| 3 | 1.594 | 2,00 | 3.188 | 1.163.620 |
| 4 | 1.633 | 2,00 | 3.266 | 1.192.090 |
| 5 | 1.674 | 2,00 | 3.348 | 1.222.020 |
| 6 | 1.715 | 2,00 | 3.430 | 1.251.950 |
| 7 | 1.758 | 2,00 | 3.516 | 1.283.340 |
| 8 | 1.802 | 2,00 | 3.604 | 1.315.460 |
| 9 | 1.846 | 2,00 | 3.692 | 1.347.580 |
| 10 | 1.892 | 2,00 | 3.784 | 1.381.160 |
| 11 | 1.939 | 2,00 | 3.878 | 1.415.470 |
| 12 | 1.987 | 2,00 | 3.974 | 1.450.510 |
| 13 | 2.036 | 2,00 | 4.072 | 1.486.280 |
| 14 | 2.087 | 2,00 | 4.174 | 1.523.510 |
| 15 | 2.139 | 2,00 | 4.278 | 1.561.470 |
| 16 | 2.192 | 2,00 | 4.384 | 1.600.160 |
| 17 | 2.246 | 2,00 | 4.492 | 1.639.580 |
| 18 | 2.302 | 2,00 | 4.604 | 1.680.460 |
| 19 | 2.359 | 2,00 | 4.718 | 1.722.070 |
| 20 | 2.417 | 2,00 | 4.834 | 1.764.410 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Camión 3 ejes.

Tabla 57-3: Ingreso por camión de 3 ejes.

| Año | Cantidad TPDA | Pago de servicio (\$) | Ingreso Diario (\$) | Ingreso Anual (\$) |
|-----|---------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| 0 | 97 | 3 | 291 | 106.215 |
| 1 | 99 | 3 | 300 | 108.405 |
| 2 | 102 | 3 | 306 | 111.690 |
| 3 | 104 | 3 | 315 | 113.880 |
| 4 | 107 | 3 | 324 | 117.165 |
| 5 | 110 | 3 | 330 | 120.450 |
| 6 | 112 | 3 | 339 | 122.640 |
| 7 | 115 | 3 | 348 | 125.925 |
| 8 | 118 | 3 | 357 | 129.210 |
| 9 | 121 | 3 | 366 | 132.495 |
| 10 | 124 | 3 | 375 | 135.780 |
| 11 | 127 | 3 | 384 | 139.065 |
| 12 | 130 | 3 | 393 | 142.350 |
| 13 | 133 | 3 | 402 | 145.635 |
| 14 | 137 | 3 | 411 | 150.015 |

| | | | | |
|----|-----|---|-----|---------|
| 15 | 140 | 3 | 423 | 153.300 |
| 16 | 144 | 3 | 432 | 157.680 |
| 17 | 147 | 3 | 444 | 160.965 |
| 18 | 151 | 3 | 456 | 165.345 |
| 19 | 154 | 3 | 465 | 168.630 |
| 20 | 158 | 3 | 477 | 173.010 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Camión 4 Ejes.

Tabla 58-3: Ingreso por camión de 4 ejes.

| Año | Cantidad TPDA | Precio del servicio (\$) | Ingreso Diario (\$) | Ingreso Anual (\$) |
|-----|---------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| 0 | 11 | 4 | 44 | 16.060 |
| 1 | 11 | 4 | 44 | 16.060 |
| 2 | 12 | 4 | 48 | 17.520 |
| 3 | 12 | 4 | 48 | 17.520 |
| 4 | 12 | 4 | 48 | 17.520 |
| 5 | 12 | 4 | 48 | 17.520 |
| 6 | 13 | 4 | 52 | 18.980 |
| 7 | 13 | 4 | 52 | 18.980 |
| 8 | 13 | 4 | 52 | 18.980 |
| 9 | 14 | 4 | 56 | 20.440 |
| 10 | 14 | 4 | 56 | 20.440 |
| 11 | 14 | 4 | 56 | 20.440 |
| 12 | 15 | 4 | 60 | 21.900 |
| 13 | 15 | 4 | 60 | 21.900 |
| 14 | 16 | 4 | 64 | 23.360 |
| 15 | 16 | 4 | 64 | 23.360 |
| 16 | 16 | 4 | 64 | 23.360 |
| 17 | 17 | 4 | 68 | 24.820 |
| 18 | 17 | 4 | 68 | 24.820 |
| 19 | 18 | 4 | 72 | 26.280 |
| 20 | 18 | 4 | 72 | 26.280 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Camión 5 Ejes

Tabla 59-3: por camión de 5 ejes.

| Año | Cantidad (TPDA) | Precio del Servicio \$ | Ingreso Diario \$ | Ingreso Anual \$ |
|-----|-----------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 0 | 65 | 5 | 325 | 118.625 |
| 1 | 67 | 5 | 335 | 122.275 |
| 2 | 68 | 5 | 340 | 124.100 |
| 3 | 70 | 5 | 350 | 127.750 |

| | | | | |
|----|-----|---|-----|---------|
| 4 | 72 | 5 | 360 | 131.400 |
| 5 | 73 | 5 | 365 | 133.225 |
| 6 | 75 | 5 | 375 | 136.875 |
| 7 | 77 | 5 | 385 | 140.525 |
| 8 | 79 | 5 | 395 | 144.175 |
| 9 | 81 | 5 | 405 | 147.825 |
| 10 | 83 | 5 | 415 | 151.475 |
| 11 | 85 | 5 | 425 | 155.125 |
| 12 | 87 | 5 | 435 | 158.775 |
| 13 | 89 | 5 | 445 | 162.425 |
| 14 | 92 | 5 | 460 | 167.900 |
| 15 | 94 | 5 | 470 | 171.550 |
| 16 | 96 | 5 | 480 | 175.200 |
| 17 | 99 | 5 | 495 | 180.675 |
| 18 | 101 | 5 | 505 | 184.325 |
| 19 | 104 | 5 | 520 | 189.800 |
| 20 | 106 | 5 | 530 | 193.450 |

Realizar por: Calero j, Villamarin B. 2021

Camión 6 ejes.

Tabla 60-3: Ingreso anual camión 6 ejes.

| Año | Cantidad (TPDA) | Precio del Servicio \$ | Ingreso Diario \$ | Ingreso Anual \$ |
|-----|-----------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 0 | 175 | 6 | 1.050 | 383.250 |
| 1 | 179 | 6 | 1.074 | 392.010 |
| 2 | 184 | 6 | 1.104 | 402.960 |
| 3 | 188 | 6 | 1.128 | 411.720 |
| 4 | 193 | 6 | 1.158 | 422.670 |
| 5 | 198 | 6 | 1.188 | 433.620 |
| 6 | 203 | 6 | 1.218 | 444.570 |
| 7 | 208 | 6 | 1.248 | 455.520 |
| 8 | 213 | 6 | 1.278 | 466.470 |
| 9 | 218 | 6 | 1.308 | 477.420 |
| 10 | 224 | 6 | 1.344 | 490.560 |
| 11 | 229 | 6 | 1.374 | 501.510 |
| 12 | 235 | 6 | 1.410 | 514.650 |
| 13 | 241 | 6 | 1.446 | 527.790 |
| 14 | 247 | 6 | 1.482 | 540.930 |
| 15 | 253 | 6 | 1.518 | 554.070 |
| 16 | 259 | 6 | 1.554 | 567.210 |
| 17 | 265 | 6 | 1.590 | 580.350 |
| 18 | 272 | 6 | 1.632 | 595.680 |
| 19 | 279 | 6 | 1.674 | 611.010 |
| 20 | 286 | 6 | 1.716 | 626.340 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021.

3.5.3.4. Determinación del ingreso anual por el servicio del peaje en general.

Para la proyección de los ingresos por operación del servicio, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas ha considerado el impacto que las nuevas tarifas para usuarios frecuentes provocasen una reducción de los ingresos de 1%. El cual puede modificarse al momento de realizarse el estudio socio económico pertinente, para calcular el número de usuarios frecuentes locales y comerciales. Lo cual se determinará en la siguiente tabla.

Tabla 61-3: Ingresos Anuales.

| AÑO | Ingreso (\$) | Descuento 1% para usuarios frecuentes. (\$) | Total (\$) |
|-------|--------------|---|-----------------|
| 0 | 3.737.508,75 | 37.375,09 | 3.700.133,66 |
| 1 | 3.839.526,25 | 38.395,26 | 3.801.130,99 |
| 2 | 3.945.832,50 | 39.458,33 | 3.906.374,18 |
| 3 | 4.052.230,00 | 40.522,30 | 4.011.707,70 |
| 4 | 4.165.106,25 | 41.651,06 | 4.123.455,19 |
| 5 | 4.278.803,75 | 42.788,04 | 4.236.015,71 |
| 6 | 4.396.881,25 | 43.968,81 | 4.352.912,44 |
| 7 | 4.517.878,75 | 45.178,79 | 4.472.699,96 |
| 8 | 4.642.891,25 | 46.428,91 | 4.596.462,34 |
| 9 | 4.771.188,75 | 47.711,89 | 4.723.476,86 |
| 10 | 4.904.231,25 | 49.042,31 | 4.855.188,94 |
| 11 | 5.038.003,75 | 50.380,04 | 4.987.623,71 |
| 12 | 5.178.711,25 | 51.787,11 | 5.126.924,14 |
| 13 | 5.321.243,75 | 53.212,44 | 5.268.031,31 |
| 14 | 5.472.262,50 | 54.722,63 | 5.417.539,88 |
| 15 | 5.624.285,00 | 56.242,85 | 5.568.042,15 |
| 16 | 5.779.683,75 | 57.796,84 | 5.721.886,91 |
| 17 | 5.940.101,25 | 59.401,01 | 5.880.700,24 |
| 18 | 6.105.720,00 | 61.057,20 | 6.044.662,80 |
| 19 | 6.277.178,75 | 62.771,79 | 6.214.406,96 |
| 20 | 6.451.466,25 | 64.514,66 | 6.386.951,59 |
| TOTAL | | | \$99.696.193,99 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Con la investigación realizada se evidencio que la empresa encargada del peaje debe cancelar un porcentaje anual a la entidad fideicomitente según se establezca en el contrato realizado, este suele ser del 2% al 4% de las recaudaciones provenientes del cobro del peaje.

Tabla 62-3: Total de ingresos anuales.

| Años | Ingresos Anuales Totales (\$) | 2% al Gobierno (\$) | Total (\$) |
|--------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| 0 | 3.700.133,66 | 74.002,67 | 3.626.130,99 |
| 1 | 3.801.130,99 | 76.022,62 | 3.725.108,37 |
| 2 | 3.906.374,18 | 78.127,48 | 3.828.246,69 |
| 3 | 4.011.707,70 | 80.234,15 | 3.931.473,55 |
| 4 | 4.123.455,19 | 82.469,10 | 4.040.986,08 |
| 5 | 4.236.015,71 | 84.720,31 | 4.151.295,40 |
| 6 | 4.352.912,44 | 87.058,25 | 4.265.854,19 |
| 7 | 4.472.699,96 | 89.454,00 | 4.383.245,96 |
| 8 | 4.596.462,34 | 91.929,25 | 4.504.533,09 |
| 9 | 4.723.476,86 | 94.469,54 | 4.629.007,33 |
| 10 | 4.855.188,94 | 97.103,78 | 4.758.085,16 |
| 11 | 4.987.623,71 | 99.752,47 | 4.887.871,24 |
| 12 | 5.126.924,14 | 102.538,48 | 5.024.385,65 |
| 13 | 5.268.031,31 | 105.360,63 | 5.162.670,69 |
| 14 | 5.417.539,88 | 108.350,80 | 5.309.189,08 |
| 15 | 5.568.042,15 | 111.360,84 | 5.456.681,31 |
| 16 | 5.721.886,91 | 114.437,74 | 5.607.449,17 |
| 17 | 5.880.700,24 | 117.614,00 | 5.763.086,23 |
| 18 | 6.044.662,80 | 120.893,26 | 5.923.769,54 |
| 19 | 6.214.406,96 | 124.288,14 | 6.090.118,82 |
| 20 | 6.386.951,59 | 127.739,03 | 6.259.212,56 |
| Total | | | \$97.702.270,11 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

3.5.4. Estado de resultado

| Actividades /Años | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| INGRESOS OPERACIONALES | | | | | | | | | | |
| INGRESOS | | | | | | | | | | |
| Cobro por servicio | | \$3.839.526,25 | \$3.945.832,50 | \$4.052.230,00 | \$4.165.106,25 | \$4.278.803,75 | \$4.396.881,25 | \$4.517.878,75 | \$4.642.891,25 | \$4.771.188,75 |
| Descuento del usuario frecuente (1%) | | \$38.395,26 | \$39.458,33 | \$40.522,30 | \$41.651,06 | \$42.788,04 | \$43.968,81 | \$45.178,79 | \$46.428,91 | \$47.711,89 |
| 2% Al Gobierno | | \$76.022,62 | \$78.127,48 | \$80.234,15 | \$82.469,10 | \$84.720,31 | \$87.058,25 | \$89.454,00 | \$91.929,25 | \$94.469,54 |
| Total de Ingresos | | \$3.725.108,37 | \$3.828.246,69 | \$3.931.473,55 | \$4.040.986,08 | \$4.151.295,40 | \$4.265.854,19 | \$4.383.245,96 | \$4.504.533,09 | \$4.629.007,33 |
| GATOS OPERACIONALES | | | | | | | | | | |
| COSTOS FIJOS | | | | | | | | | | |
| Personal de Operación | | \$436.898,32 | \$448.519,82 | \$460.450,45 | \$472.698,43 | \$485.272,21 | \$498.180,45 | \$511.432,05 | \$525.036,14 | \$539.002,10 |
| Servicios basicos | | \$11.734,69 | \$11.953,49 | \$12.176,49 | \$12.403,76 | \$12.635,38 | \$12.871,45 | \$13.112,05 | \$13.357,26 | \$13.607,18 |
| Uniformes | | \$5.404,10 | \$5.408,21 | \$5.408,21 | \$5.412,32 | \$5.416,43 | \$5.420,55 | \$5.428,79 | \$5.432,92 | \$5.437,05 |
| Productos de limpieza | | \$1.200,19 | \$1.200,38 | \$1.200,57 | \$1.200,76 | \$1.200,95 | \$1.201,15 | \$1.201,34 | \$1.201,53 | \$1.201,72 |
| Depreciaciones | | \$754.010,85 | \$754.010,85 | \$754.010,85 | \$751.585,52 | \$751.585,52 | \$708.185,52 | \$708.185,52 | \$708.185,52 | \$708.185,52 |
| TOTAL COSTOS FIJOS | | \$1.209.248,16 | \$1.221.092,76 | \$1.233.246,57 | \$1.243.300,79 | \$1.256.110,50 | \$1.225.859,11 | \$1.239.359,74 | \$1.253.213,37 | \$1.267.433,57 |
| COSTOS VARIABLES | | | | | | | | | | |
| Materiales de oficina | | \$978,97 | \$978,99 | \$979,01 | \$979,03 | \$979,05 | \$979,07 | \$979,09 | \$979,11 | \$979,13 |
| Materiales de cassetas | | \$47.429,36 | \$48.215,53 | \$50.330,01 | \$51.791,37 | \$53.925,87 | \$55.403,81 | \$56.889,20 | \$59.053,13 | \$60.555,29 |
| Mantenimiento rutinario | | \$245.546,85 | \$249.230,05 | \$252.968,50 | \$256.763,03 | | \$264.523,69 | \$268.491,55 | \$272.518,92 | \$276.606,70 |
| Personal de obra | | \$116.756,40 | \$119.862,12 | \$123.050,45 | \$126.323,59 | \$129.683,80 | \$133.133,39 | \$136.674,74 | \$140.310,29 | \$144.042,54 |
| Herramientas | | \$1.057,71 | \$1.073,58 | \$1.089,68 | \$1.106,02 | \$1.122,61 | \$1.139,45 | \$1.156,55 | \$1.173,89 | \$1.191,50 |
| Materiales, accesorios e insumos | | \$1.293,19 | \$1.293,23 | \$1.293,28 | \$1.293,32 | \$1.293,36 | \$1.293,40 | \$1.293,44 | \$1.293,48 | \$1.293,53 |
| Uniforme del personal e identificación | | \$686,77 | \$687,30 | \$687,83 | \$688,35 | \$688,88 | \$689,41 | \$689,94 | \$690,48 | \$691,01 |
| Mantenimiento Periodico | | | | | | \$5.253.144,63 | | | | |
| Imprevistos | | \$4.872,00 | \$4.945,08 | \$5.019,26 | \$5.094,55 | \$5.170,96 | \$5.248,53 | \$5.327,26 | \$5.407,16 | \$5.488,27 |
| TOTAL COSTOS VARIABLES | | \$418.621,24 | \$426.285,87 | \$435.418,01 | \$444.039,26 | \$5.446.009,17 | \$462.410,75 | \$471.501,76 | \$481.426,46 | \$490.847,97 |
| TOTAL GASTOS OPERACIONALES. | | \$1.627.869,40 | \$1.647.378,63 | \$1.668.664,58 | \$1.687.340,05 | \$6.702.119,66 | \$1.688.269,86 | \$1.710.861,50 | \$1.734.639,82 | \$1.758.281,54 |
| UTILIDAD OPERACIONAL SIN IMPUESTO | | \$2.097.238,96 | \$2.180.868,06 | \$2.262.808,97 | \$2.353.646,03 | -\$2.550.824,27 | \$2.577.584,33 | \$2.672.384,47 | \$2.769.893,27 | \$2.870.725,79 |
| IMPUESTOS 12% | | \$251.668,68 | \$261.704,17 | \$271.537,08 | \$282.437,52 | -\$306.098,91 | \$309.310,12 | \$320.686,14 | \$332.387,19 | \$344.487,09 |
| UTILIDAD NETA | | \$1.845.570,29 | \$1.919.163,89 | \$1.991.271,89 | \$2.071.208,51 | -\$2.856.923,18 | \$2.268.274,21 | \$2.351.698,33 | \$2.437.506,08 | \$2.526.238,69 |
| INVERSIÓN | | | | | | | | | | |
| Infraestructura del Peaje | \$371.043,94 | | | | | | | | | |
| Vehículos | \$217.000,00 | | | | | | | | | |
| Rehabilitacion Vial | \$13.659.691,21 | | | | | | | | | |
| Equipos de Operación | \$73.763,62 | | | | | | | | | |
| Estudios Previos / Permisos | \$5.000,00 | | | | | | | | | |
| TOTAL INVERSION | \$14.326.498,77 | | | | | | | | | |

| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| \$4.904.231,25 | \$5.038.003,75 | \$5.178.711,25 | \$5.321.243,75 | \$5.472.262,50 | \$5.624.285,00 | \$5.779.683,75 | \$5.940.101,25 | \$6.105.720,00 | \$6.277.178,75 | \$6.451.466,25 |
| \$49.042,31 | \$50.380,04 | \$51.787,11 | \$53.212,44 | \$54.722,63 | \$56.242,85 | \$57.796,84 | \$59.401,01 | \$61.057,20 | \$62.771,79 | \$64.514,66 |
| \$97.103,78 | \$99.752,47 | \$102.538,48 | \$105.360,63 | \$108.350,80 | \$111.360,84 | \$114.437,74 | \$117.614,00 | \$120.893,26 | \$124.288,14 | \$127.739,03 |
| \$4.758.085,16 | \$4.887.871,24 | \$5.024.385,65 | \$5.162.670,69 | \$5.309.189,08 | \$5.456.681,31 | \$5.607.449,17 | \$5.763.086,23 | \$5.923.769,54 | \$6.090.118,82 | \$6.259.212,56 |
| \$553.339,56 | \$568.058,39 | \$583.168,74 | \$598.681,03 | \$614.605,95 | \$630.954,46 | \$647.737,85 | \$664.967,68 | \$682.655,82 | \$700.814,46 | \$719.456,13 |
| \$13.861,91 | \$14.121,53 | \$14.386,14 | \$14.655,84 | \$14.930,73 | \$15.210,90 | \$15.496,48 | \$15.787,55 | \$16.084,24 | \$16.386,64 | \$16.694,87 |
| \$5.441,18 | \$5.445,32 | \$5.449,45 | \$5.453,60 | \$5.457,74 | \$5.461,89 | \$5.466,04 | \$5.470,19 | \$5.474,35 | \$5.478,51 | \$5.482,68 |
| \$1.201,91 | \$1.202,10 | \$1.202,29 | \$1.202,48 | \$1.202,67 | \$1.202,87 | \$1.203,06 | \$1.203,25 | \$1.203,44 | \$1.203,63 | \$1.203,82 |
| \$708.185,52 | \$701.536,76 | \$701.536,76 | \$701.536,76 | \$701.536,76 | \$701.536,76 | \$701.536,76 | \$701.536,76 | \$701.536,76 | \$701.536,76 | \$701.536,76 |
| \$1.282.030,07 | \$1.290.364,09 | \$1.305.743,38 | \$1.321.529,70 | \$1.337.733,84 | \$1.354.366,88 | \$1.371.440,18 | \$1.388.965,43 | \$1.406.954,60 | \$1.425.420,00 | \$1.444.374,26 |
| \$979,15 | \$979,17 | \$979,18 | \$979,20 | \$979,22 | \$979,24 | \$979,26 | \$979,28 | \$979,30 | \$979,32 | \$979,34 |
| \$62.739,62 | \$64.935,10 | \$67.141,78 | \$69.359,70 | \$71.588,90 | \$73.829,43 | \$76.081,33 | \$78.344,64 | \$81.308,48 | \$83.596,59 | \$86.588,96 |
| | \$284.967,14 | \$289.241,65 | \$293.580,27 | \$297.983,98 | | \$306.990,54 | \$311.595,40 | \$316.269,33 | \$321.013,37 | |
| \$147.874,07 | \$151.807,52 | \$155.845,60 | \$159.991,09 | \$164.246,86 | \$168.615,82 | \$173.101,01 | \$177.705,49 | \$182.432,46 | \$187.285,16 | \$192.266,95 |
| \$1.209,37 | \$1.227,52 | \$1.245,93 | \$1.264,62 | \$1.283,59 | \$1.302,84 | \$1.322,38 | \$1.342,22 | \$1.362,35 | \$1.382,79 | \$1.403,53 |
| \$1.293,57 | \$1.293,61 | \$1.293,65 | \$1.293,69 | \$1.293,73 | \$1.293,78 | \$1.293,82 | \$1.293,86 | \$1.293,90 | \$1.293,94 | \$1.293,98 |
| \$691,54 | \$692,07 | \$692,60 | \$693,14 | \$693,67 | \$694,20 | \$694,74 | \$695,27 | \$695,81 | \$696,34 | \$696,88 |
| \$5.810.052,24 | | | | | \$6.096.488,80 | | | | | \$6.567.649,86 |
| \$5.570,60 | \$5.654,15 | \$5.738,97 | \$5.825,05 | \$5.912,43 | \$6.001,11 | \$6.091,13 | \$6.182,50 | \$6.275,24 | \$6.369,36 | \$6.464,90 |
| \$6.030.410,16 | \$511.556,28 | \$522.179,37 | \$532.986,77 | \$543.982,37 | \$6.349.205,22 | \$566.554,21 | \$578.138,67 | \$590.616,86 | \$602.616,88 | \$6.857.344,41 |
| \$7.312.440,23 | \$1.801.920,37 | \$1.827.922,75 | \$1.854.516,47 | \$1.881.716,22 | \$7.703.572,10 | \$1.937.994,39 | \$1.967.104,10 | \$1.997.571,47 | \$2.028.036,88 | \$8.301.718,66 |
| -\$2.554.355,07 | \$3.085.950,87 | \$3.196.462,91 | \$3.308.154,22 | \$3.427.472,86 | -\$2.246.890,80 | \$3.669.454,78 | \$3.795.982,14 | \$3.926.198,08 | \$4.062.081,94 | -\$2.042.506,11 |
| -\$306.522,61 | \$370.314,10 | \$383.575,55 | \$396.978,51 | \$411.296,74 | -\$269.626,90 | \$440.334,57 | \$455.517,86 | \$471.143,77 | \$487.449,83 | -\$245.100,73 |
| -\$2.860.877,68 | \$2.715.636,76 | \$2.812.887,36 | \$2.911.175,71 | \$3.016.176,12 | -\$2.516.517,69 | \$3.229.120,21 | \$3.340.464,28 | \$3.455.054,31 | \$3.574.632,11 | -\$2.287.606,84 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

3.5.5. *Indicadores de viabilidad del proyecto.*

3.5.5.1. *Valor Actual Neto (VAN) y tasa Interna de retorno (TIR).*

Con la determinación de efectivo, de deberá calcular el VAN y TIR utilizando sus respectivas formulas en Excel, con una tasa de descuento de 10,18%. Además, de conocer el periodo de recuperación de la inversión en la siguiente tabla de resultados.

Tabla 63-3: Indicadores de viabilidad.

| | | |
|-------------------------|-----|-----------------|
| VALOR ACTUAL NETO | VAN | \$ 1.294.591,44 |
| TASA INTERNA DE RETORNO | TIR | 11% |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Interpretación de resultados: El $VAN > 1$, lo cual indica que la inversión es rentable porque el valor de los ingresos es superior al valor presente de los egresos; es decir, que el dinero que se invirtió será recuperado en. Además, se obtendrán ganancias tanto para la empresa encargada y el usuario, por lo cual es factible el proyecto.

La tasa interna de retorno TIR es mayor a la tasa de descuento, o cual nos describe que el proyecto es capaz de producir con su rendimiento el dinero suficiente para recuperar la inversión.

3.5.6. *Relación costo-beneficio.*

Para calcular la relación Costo-Beneficio del proyecto se deberá utilizar las cantidades de los ingresos recaudados por el servicio brindado en este caso el cobro del peaje, los costos totales (costos + gastos) anuales, al igual que la inversión total del proyecto y por último la tasa de descuento.

Tasa de Descuento = 10,18%

Tabla 64-3: Total de costos e ingresos.

| Año | Inversión | Ingresos Totales | Costos Totales |
|-----|------------------|------------------|----------------|
| 0 | \$ 14.326.498,77 | \$0,00 | \$0,00 |
| 1 | | \$3.725.108,37 | \$1.626.650,32 |
| 2 | | \$3.828.246,69 | \$1.646.140,17 |
| 3 | | \$3.931.473,55 | \$1.667.406,43 |
| 4 | | \$4.040.986,08 | \$1.686.061,89 |

| | | | |
|----|--|----------------|----------------|
| 5 | | \$4.151.295,40 | \$6.700.821,18 |
| 6 | | \$4.265.854,19 | \$1.686.950,74 |
| 7 | | \$4.383.245,96 | \$1.709.521,40 |
| 8 | | \$4.504.533,09 | \$1.733.278,41 |
| 9 | | \$4.629.007,33 | \$1.756.898,48 |
| 10 | | \$4.758.085,16 | \$7.311.035,19 |
| 11 | | \$4.887.871,24 | \$1.800.492,98 |
| 12 | | \$5.024.385,65 | \$1.826.472,67 |
| 13 | | \$5.162.670,69 | \$1.853.043,33 |
| 14 | | \$5.309.189,08 | \$1.880.219,66 |
| 15 | | \$5.456.681,31 | \$7.702.051,75 |
| 16 | | \$5.607.449,17 | \$1.936.449,86 |
| 17 | | \$5.763.086,23 | \$1.965.535,01 |
| 18 | | \$5.923.769,54 | \$1.995.977,43 |
| 19 | | \$6.090.118,82 | \$2.026.417,50 |
| 20 | | \$6.259.212,56 | \$8.300.073,53 |

Realizado por: Calero j, Villamarin B. 2021

Tabla 65-3: Total Costos e Ingresos.

| | |
|-------------------------|------------------|
| Suma Ingresos A | \$ 97.702.270,11 |
| Suma Costos | \$ 58.839.938,70 |
| Suma costos + inversión | \$ 73.166.437,47 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

$$\text{Relación Costo – Beneficio} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costos + inversión}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{\$ 97.702.270,11}{\$ 73.166.437,47}$$

$$B/C = 1,34$$

Interpretación del resultado: La relación costo-beneficio >1, cuando en la relación es mayor a 1 nos indica que se va a recuperar la inversión, la tasa de descuento será cubierta, y se establece que por cada dólar invertido en el proyecto se logrará recuperar el valor y se obtendrá una ganancia de \$0,34 ctvs.

3.5.7. *Periodo de recuperación de la inversión*

Para determinar el periodo de recuperación de la inversión se necesita tener conocimiento del flujo de efectivo con los flujos actualizados por cada año del proyecto; el indicador establece que ya no existe deuda o pérdida en el momento que el flujo actualizado llega a ser positivo cabe recalcar que el periodo de recuperación va de acuerdo con los flujos anuales

Tabla 66-3: Periodo de Recuperación.

| N° | Año | Actividades Operacionales | Saldo Acumulado (total anual) |
|----|------|---------------------------|-------------------------------|
| 0 | 2021 | -14.326.498,77 | -14.326.498,77 |
| 1 | 2022 | 2.097.238,96 | -12.229.259,81 |
| 2 | 2023 | 2.180.868,06 | -10.048.391,75 |
| 3 | 2024 | 2.262.804,85 | -7.785.586,89 |
| 4 | 2025 | 2.353.641,92 | -5.431.944,97 |
| 5 | 2026 | -2.550.828,38 | -7.982.773,36 |
| 6 | 2027 | 2.577.580,21 | -5.405.193,15 |
| 7 | 2028 | 2.672.384,47 | -2.732.808,69 |
| 8 | 2029 | 2.769.893,27 | 37.084,58 |
| 9 | 2030 | 2.870.725,79 | 2.907.810,37 |
| 10 | 2031 | -2.554.355,07 | 353.455,30 |
| 11 | 2032 | 3.085.950,87 | 3.439.406,16 |
| 12 | 2033 | 3.196.462,91 | 6.635.869,07 |
| 13 | 2034 | 3.308.154,22 | 9.944.023,28 |
| 14 | 2035 | 3.427.472,86 | 13.371.496,14 |
| 15 | 2036 | -2.246.890,80 | 11.124.605,35 |
| 16 | 2037 | 3.669.454,78 | 14.794.060,13 |
| 17 | 2038 | 3.795.982,14 | 18.590.042,27 |
| 18 | 2039 | 3.926.198,08 | 22.516.240,35 |
| 19 | 2040 | 4.062.081,94 | 26.578.322,29 |
| 20 | 2041 | -2.042.506,11 | 24.535.816,18 |

Realizado por: Calero J, Villamarin B.

Interpretación del resultado: Se puede observar que la inversión inicial será recuperada entre los años 7 y 8. A continuación se puede visualizar la operación para obtener el periodo de recuperación.

$$\text{Periodo de Recuperación de la inversión} = 7 + \frac{\$2.732.808,69}{\$2.769.893,27}$$

Periodo de Recuperación de la inversión = 7,99

Periodo de Recuperación de la inversión = 7 años 11 meses 25 días.

3.6. Factibilidad ambiental.

La factibilidad ambiental para el presente proyecto de inversión se tomará en cuenta varias acciones las cuales generan un impacto al momento de iniciar sus obras, las cuales están detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 67-3: Impacto Ambiental del proyecto.

| Acción que crea impacto. | Afectación | Probable Impacto | Momento en el que se genera |
|--|--|---|---|
| Movimiento de tierras | Suelo Aire Propiedad Privada | Contaminación Destrucción Derrumbe Polvo Expropiación de terrenos | Durante el movimiento de tierra para la construcción de la infraestructura del peaje y área administrativa. Antes de iniciar las obras |
| Instalación de infraestructuras | Suelo, agua, aire. Personas | Contaminación por desechos. Ruido, polvo Riesgo de accidentes. | Durante el movimiento de tierras. Etapa de construcción |
| Regulación del tránsito | Personas | Riesgo de accidentes. | Etapa de construcción |
| Almacenamiento temporal de materiales y desechos | Agua Suelo Salud humana | Contaminación del suelo. Riesgo en la salud humana. | Etapa de construcción |
| Movimiento de tierras | Suelo | Contaminación. Riesgo de accidentes. | Etapa de construcción. |
| Tránsito de maquinaria y equipos | Seguridad Aire | Riesgo por accidente de tránsito. Contaminación. | Etapa de construcción. |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Para determinar la intensidad de los impactos ambientales que ocasionará la implementación del peaje se sugiere utilizar el método de comparación de niveles relacionados con el carácter de impacto ya sea positivo o negativo. Donde:

Positivo ----- 0 = Incompatible

Negativo ----- 0 = leves

Positivo ----- 5 = Poco Compatible

Negativo ----- 5 = Moderados

Positivo ----- 10 = Compatible

Negativo -----10 = Severos

Tabla 68-3: Impactos Ambientales

| Componentes para Impactar | Impactos | Descripción de Impactos | | | | | | | | | | Carácter del Impacto | | Consideración | | |
|---------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------|---|---------------|------------|----------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | + | | - | |
| Componente Abiótico | Aire | Contaminación atmosférica | | | | | | X | | | | | | | X | Moderado |
| | | Contaminación acústica | | | | | | X | | | | | | | X | Moderado |
| | Agua | Manejo de residuales | | | | | | | | | | X | X | | Compatible | |
| | | Consumo | | | | | | X | | | | | | X | Moderado | |
| | Suelo | Modificación | | | | | | | | | | X | | X | Severo | |
| | | Tatamiento y Rellenos | | | | | | | | | | X | | X | Severo | |
| Componente Biótico | Flora | Daños sembríos | | | | | | X | | | | | | X | Moderado | |
| | | Tala de bosque | X | | | | | | | | | | | X | leves | |
| | Fauna | Especies afectadas | X | | | | | | | | | | | X | Leves | |
| | | Inestabilidad de ecosistema | | | | | | X | | | | | | X | Moderado | |
| | Paisaje | Modificación de elementos característicos | X | | | | | | | | | | | X | Leves | |
| | | Impacto visual | X | | | | | | | | | | | X | Leves | |

Realizado por: Calero J, Villamarin B. 2021

Componentes abióticos

Aire: El impacto es moderado ya sea acústico como atmosférico debido a que e impacto acústico es ocasionado por la maquinaria utilizada por la construcción de la infraestructura y en el servicio por pasar de los vehículos. Atmosféricamente será ocasionado debido a la emisión de dióxido de carbono por los vehículos.

Agua: El proyecto no afecta directamente a ríos ni arroyos, pero la modificación del suelo puede afectar a la capa vegetal del área, pero con tratamientos se puede ayudar a disminuir la contaminación de las tierras.

Suelo: El impacto sobre este elemento es severo debido a la modificación del suelo con la aplicación de carril en un tramo de la vía, esto implica el uso del suelo con su tratamiento y posterior relleno modificando las características físicas del área.

Componentes Bióticos.

Flora: En 112,98 metros de largo y 49 metros de ancho que es el área que se necesitara para la construcción del peaje. En el área no existe bosques por lo cual no es significativa la tala de árboles para que se pueda realizar el proyecto.

Fauna: No existe especies afectadas debido a que no habitan animales en el punto de construcción del peaje. El ecosistema correspondiente a la comunidad cercana implica un impacto moderado ya que afecta a su manera del diario vivir.

Paisaje: El paisaje es transformado por la intervención en la fauna, flora y el suelo, pero el impacto visual sobre sus paisajes no tendrá ningún cambio con el presente proyecto.

CONCLUSIONES.

Por medio de aforos vehiculares de forma manual se logró fijar el TPDS actual con un valor de 4605 vehículos por día. Con respecto a la infraestructura vial la distancia estudiada es de 88,20 km en donde se contabilizó 556 señales de tránsito, la vía estudiada tiene un ancho promedio de: 12 metros, el ancho de carriles un promedio de 4,43 metros, con bermas de 1.03 metros y sus concernientes cunetas de 1,18 metros. La vía está conformada por un carril por sentido a excepción del sector de Cajabamba donde existe un tramo de 600 metros el cual posee dos carriles por sentido los cuales están divididos por un parterre de 3,10 me de ancho.

En la parte técnica se estableció que el punto óptimo para la implementación del peaje es el sector de Columbe en las siguientes coordenadas (-1.91189, -78.71625), el mismo que posee una tangente longitudinal de mínimo 600m, una distancia de 53,4 km desde el último peaje concesionado dentro de la red vial E35, con una pendiente de elevación de 0,5%, este sector consta de servicios Básicos y un TPDA superior a los 4.000 vehículos. En lo económico este proyecto incrementará 45 plazas de trabajo con un ingreso anual de \$ 425.577,95. Además, de reducir los costos de mantenimiento vehicular, mejorar la valorización de predios y creación de nuevos negocios, por ende, se reactivará la economía del sector beneficiando a 44.838 habitantes. Para finalizar la inversión necesaria para el proyecto es de \$ 14.326.498,77 con un costo operacional de \$ 58.839.938,70 e ingreso al ser proyectado a 20 años de \$ 97.702.270,11

El presente proyecto es factible debido a que, el estudio financiero arrojó un VAN de \$1.294.591,44c el cual establece que el proyecto si genera una rentabilidad, posee un TIR del 11%, con una relación beneficio costo de \$1,34, y un periodo de recuperación de inversión de 7 años y 11 meses, por ende, al poseer valores positivos el proyecto es viable financieramente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda dar a conocer este proyecto a autoridades como el Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo, MTOP, o a las diferentes concesiones viales para su respectivo análisis y posterior profundizar más en el tema para su respectivo estudio e implementación en esta vía troncal que conecte a todo el País.

Al momento de la construcción del peaje se debe tomar en cuenta aumentar dos carriles, debido al aumento de del flujo vehicular para los años siguientes, este permitirá que a futuro no exista una congestión vehicular al momento que el usuario se aproxime al peaje para su respectivo pago.

Considerar la tarifa propuesta ya que, se encuentra acorde a la condición económica de los usuarios y basándose en las actuales tarifas dispuestas por las diferentes concesiones viales a lo largo de la carretera del país. Se debe considerar que existen rebajas para las personas que vivan cerca del peaje, así como exoneraciones a vehículos de bomberos, ambulancias y vehículos de regulación pertenecientes al MTOP o a la concesionaria encargada.

BIBLIOGRAFÍA

- ABC. (2018). *Guía para la ubicación y construcción de estaciones de cobro de peaje tipo*. Obtenido de: https://www.abc.gob.bo/wp-content/uploads/2018/09/guia_estaciones_de_peaje.pdf
- Álvarez, R. (2019). *Propuesta para la implementación de una concesión vial a través de peajes en el proyecto vial e-30 “ caso de estudio carretera Latacunga – la Maná ”* (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Obtenido de: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/16644/Concesiones_viales_entrega_cd.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR08MmmiAZIinHUV5Ssh37o0_iZ5J0cne_gK6m1Tyty3JaG-Es7B_rmvDFfw
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Ley Sistema Nacional De Infraestructura Vial Transporte Terrestre*. Obtenido de: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/LOTAIP_5_LEY-DE-INFRAESTRUCTURA.pdf
- Calderón, X. (2009). *Análisis del sistema de telepeaje en la autopista general Rumiñahui*. Obtenido de: <https://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/458?show=full>
- Chiliquinga, M., & Vallejos, H. (2017). *Costos*. Colombia: Editorial UTN.
- Ley de modernización del estado, Pub. L. No. 50, 1 (2014). *Ley de modernización del estado*. Obtenido de: <https://www.todaunavida.gob.ec/wp-content/uploads/2018/05/LEY-DE-MODERNIZACION-DEL-ESTADO.pdf>
- Córdoba, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. Obtenido de: http://kupdf.net/download/libro-formulacion-y-evaluacion-de-proyectos-marcial-padilla-pdf_58d5f9cfdcc0d608405c3464e_pdf
- Corvo, H. (2020). *Análisis de costos*. Obtenido de: <https://www.lifeder.com/analisis-de-costos/>
- Duarte, T., & Ramón, J. (2007). *Análisis Económico de Proyectos de Inversión*. Obtenido de: <https://doi.org/10.22517/23447214.5429>
- Duque, G. (2019). *Los peajes en Colombia están sobreutilizados*. Obtenido de: <http://bdigital.unal.edu.co/62356/8/lospeajesencolombiaestansobreutilizados.pdf>
- E-asphalt. (n.d.). *Red vial Ecuador*. Obtenido de: <http://www.e-asfalto.com/redvialecuador/>
- Hernández, J. (2020). *Concesiones viales y municipales en Ecuador*. Obtenido de: <file:///C:/Users/ONE/Downloads/DOC2020852252.pdf>
- Huérffano, O., & González, O. (2015). *Análisis técnico de las soluciones disponibles en el mercado para el montaje de peajes electrónicos*. (Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás). Obtenido de: https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/571/analisis_tecnico_de_las_soluciones_disponibles_en_el_mercado_para_el_montaje_de_peajes_electronicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Señalización Vial. Parte 1-2. Señalización*

- Vertical y Horizontal*. Obtenido de: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf
- Instituto Nacional de Vías. (2018). *Glosario de manual de diseño geométrico de carreteras*. Obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/42-servicios-de-informacion-al-ciudadano/glosario/53-glosario>
- Irigoyen, J., & Simo, L. (2016). *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación*. Obtenido de: <https://www.yumpu.com/es/document/view/55333947/identificacion-de-fallas-en-pavimentos-y-tecnicas-de-reparacion>
- Jurídica, E. (2020). *Peaje*. Obtenido de: <http://www.encyclopedia-juridica.com/d/peaje/peaje.htm>
- Mayssara, A. (2014). *Servicio de mantenimiento rutinario de red vial pavimentada*. Obtenido de: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fportal.compraspublicas.gob.ec%2Fsercop%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F09%2FFICHA-MANTENIMIENTO-RUTINARIO-DE-RED-VIAL-PAVIMENTADA.pdf&clen=276728&chunk=true>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2018). *Reglamento ley sistema infraestructura vial del transporte terrestre*. Obtenido de: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/LOTAIP_8_REGLAMENTO-LEY-ORGANICA-SISTEMA-INFRAESTRUCTURA-VIAL-DEL-TRANSPORTE.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Especificaciones generales para la construcción de caminos 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 Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma ecuatoriana vial* Obtenido de: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2012). *Norma para estudios y diseños viales. Nevi-12 - Mtop*. Obtenido de: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.obraspublicas.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2Fdownloads%2F2013%2F12%2F01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf&clen=8765260&chunk=true
- Montañez, J. (2016). *Infraestructura vial*. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/JavierMontaez6/infraestructura-vial-62481695>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Obtenido de: https://snavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

- Navarro Hudiel, S. J. (2017). *Ingeniería de tránsito*. Obtenido de: <https://sjnavarro.wordpress.com/ing-transito/>
- Orellana, A. (2001). *Efectos económicos de las normas contables en el sector de autopistas de peaje: 1991-1999* (Tesis de pregrado, Universidad de Almería). Obtenido de: <https://books.google.com.ec/books?id=yVAOAQAAQBAJ&pg=PA145&lpg=PA145&dq=Esta+corriente+en+la+implantación+del+sistema+de+concesión+publica+de+autopistas+no+es+exclusiva+de+nuestro+país,+sino+que+se+adopta+en+Europa+hacia+los+años+50+siguiendo+el+enfoque+a>
- Peña, R. (2013). *El Cobro del Peaje*. (Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca). Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30022>
- Pesántes, J. (2014). *Propuesta para la implementación de estaciones de peaje en el proyecto ruta viva "vía de integración de los Valles" y conexión al nuevo aeropuerto de Quito*. (tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Obtenido de: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepository.usfq.edu.ec%2Fbitstream%2F23000%2F8674%2F1%2F144436.pdf&clen=3175316>
- Reglamento general para la aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, Pub. L. No. 436, 1 (2015). *Aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial* Obtenido de: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/REGLAMENTO-GENERAL-PARA-LA-APLICACION-DE-LA-LEY-ORGANICA-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TR.pdf>
- Rodas, G. (2016). *Proyecto de factibilidad técnica, económica y financiera del cultivo de ostra del pacífico en la parroquia Manglaralto, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena*. (Tesi de pregrado, Universidad de Guayaquil). Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5256>
- Rodrigues, H., Castellós, G., Hernández, N., & Aguiar, B. (2014). *Evaluación de la factibilidad ambiental de las inversiones turísticas para el desarrollo sostenible*. Obtenido de: <ension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F1813%2F181333032002.pdf&clen=213834>
- Truyols, S. (2012). *Introducción a la Ingeniería del transporte: teoría y práctica*. Obtenido de: http://www.sancristoballibros.com/libro/introduccion-a-la-ingenieria-del-transporte-teoria-y-practica_14304
- Vallverdu, A. (2010). *Pavimentos en infraestructura vial Avances y desafíos*. Obtenido de: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=535&ni=pavimentos-en-infraestructura-vial-avances-y-desafios>
- Vivar, D. (2010). *Marco referencial técnico-económico de las concesiones viales en el Ecuador con aplicación en el tramo Guayllabamba – Tabacundo – Cayambe a cargo de*

Panamericana Vial S.A. (Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito). Obtenido de: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/601>