



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**VALORACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE FACTORES QUE CAUSAN
SINIESTROS VIALES Y PROPUESTA DE FICHA TÉCNICA PARA
AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL**

TUTOR

ING. CIVIL ALEXIS VALLE BENÍTEZ; MSIG.

AUTORES

NAZARENO VALENCIA MARIBEL NATHALY

SÁNCHEZ FLORES GUILLERMO LUIS

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Valoración técnica-económica de factores que causan siniestros viales y propuesta de ficha técnica para Auditorías de Seguridad Vial.

AUTOR/ES:

Nazareno Valencia Maribel Nathaly
Sánchez Flores Guillermo Luis

REVISORES O TUTORES:

Ing. Valle Benítez Alexis Wladimir, MSIG.

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2020

N. DE PAGS: 145

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Seguridad de transporte, accidente de tráfico, seguridad en carretera.

RESUMEN:		
<p>El presente trabajo de investigación plantea el modelo de una ficha técnica para realizar Auditorías de Seguridad Vial en vías que se encuentran en la etapa de operación; partiendo del análisis realizado en la RVE E25 sobre su condición geométrica, el estado del pavimento, el nivel de servicio; así como también, la siniestralidad en la vía desde la “T” del cantón Milagro (km 28) hasta el cantón Alfredo Baquerizo Moreno – Jujan (km 50) y la estimación de la pérdida económica por aquellos accidentes registrados en la vía. La denominada <i>Ficha Técnica para Auditorías de Seguridad Vial</i> se compone de: una lista de chequeo, como guía para la inspección en campo; una ficha de Auditoría de Seguridad Vial y finalmente una matriz de valoración de los hallazgos encontrados en campo y registrados en la <i>Ficha de ASV</i>.</p>		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Nazareno Valencia Maribel Nathaly Sánchez Flores Guillermo Luis	Teléfono: +593 990280109 +593 981055889	E-mail: m.nathalynazareno95@gmail.com gslf.22gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espizona; MAE. Teléfono: 2596500 Ext. 241 Decanato E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espizona; MAE.	

	<p>Teléfono: 2596500 Ext. 242 Dirección de Carrera</p> <p>E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec</p>
--	---

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

revisión tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

1%

2

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

www.carmaxrentacar.com

Fuente de Internet

1%

4

dspace.pucesi.edu.ec

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

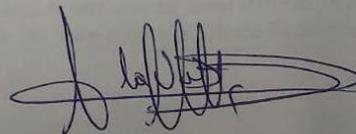
Activo

Excluir bibliografía

Apagado

Excluir coincidencias

< 1%



3/3 

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados Maribel Nathaly Nazareno Valencia y Guillermo Luis Sánchez Flores, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, VALORACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA DE FACTORES QUE CAUSAN SINIESTROS VIALES Y PROPUESTA DE FICHA TÉCNICA PARA AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de identificar los factores y causas de siniestros viales, mediante una valoración técnica-económica, haciendo uso de una ficha para realizar Auditoría de Seguridad Vial.

Autores



Firma:

MARIBEL NATHALY NAZARENO VALENCIA

C.I. 0930617535

Firma: 

GUILLERMO LUIS SÁNCHEZ FLORES

C.I. 0920150869

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación VALORACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE FACTORES QUE CAUSAN SINIESTROS VIALES Y PROPUESTA DE FICHA TÉCNICA PARA AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: VALORACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE FACTORES QUE CAUSAN SINIESTROS VIALES Y PROPUESTA DE FICHA TÉCNICA PARA AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL, presentado por los estudiantes MARIBEL NATHALY NAZARENO VALENCIA y GUILLERMO LUIS SÁNCHEZ FLORES como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO(A) CIVIL, encontrándose aptos para su sustentación.

Firma:



ALEXIS WLADIMIR VALLE BENÍTEZ

C.C. 0921620720

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento en primer lugar es a Dios por permitirme este logro, por haberme dotado de fuerzas y motivación a través de mi madre para concluir mi carrera universitaria aún cuando parecía difícil.

Doy gracias a mis padres y hermanos, quienes de una u otra manera fueron de gran aporte en este trayecto, por la fe y confianza en que podía alcanzar este propósito.

Agradezco a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil por abrirme sus puertas y ser mi campo de formación profesional, agradezco de forma particular y especial a la Dra. Susana Hinojosa de Aguilar Promotora Institucional, quien con su gran corazón y generosidad también ha hecho posible este alcance.

Así mismo agradezco al MSc. Fausto Cabrera *mentor* de este proyecto de investigación, al MAE Alex Salvatierra, *Decano* de la Facultad por su compromiso con la comunidad estudiantil, al MSIG Wladimir Valle mi *tutor*, por asumir este rol y forzarme cuando por momentos parecía desistir. En este espacio también me permito agradecer a toda la *Planta Docente* de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción por su valioso aporte técnico-profesional que comparten con responsabilidad y compromiso.

Finalmente agradezco a mi compañero de tesis Guillermo Sánchez por el esfuerzo y trabajo en equipo para concluir este proyecto de titulación.

¡Gracias!

Maribel Nathaly Nazareno Valencia

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación de pregrado lo dedico principalmente a mi madre, la señora ***Felisa Livia Valencia Chillambo***, por su esfuerzo y trabajo para mi formación profesional, por sus inigualables consejos, por su tiempo y noches de desvelos a mi lado, aquellas que no eran necesarias de su parte pero decidió estar ahí para enseñarme a *voces de silencio* que debía esforzarme, y que si lo hacia este día sería posible. Gracias madre por tus muchas enseñanzas *sin palabras*, las mismas que han sido de inspiración en este curso universitario.

Por eso, por todo y mucho más te dedico este triunfo madre.

Parte de este éxito ha sido mi padre, el señor ***Juan Nazareno Bolaños***, quien pese a la distancia siempre estuvo pendiente de que este día se cumpla, por aquello también te dedico este logro padre.

Con gran afecto...

Maribel Nathaly Nazareno Valencia

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi esposa Gina Cedeño quien fue la mentora de que realice mis estudios universitarios.

A mi madre y a mis hermanas por su constante apoyo.

Un agradecimiento especial al MSc. Fausto Cabrera, mentor de este proyecto de titulación, Al MSIG Wladimir Valle, por su apoyo y guía al desarrollo de este proyecto.

A mi compañera Maribel por su ahínco contagioso.

Guillermo Luis Sánchez Flores

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mi esposa Gina Cedeño, a mi madre Susana María Flores Díaz y a mis hermanas.

Guillermo Luis Sánchez Flores

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
PORTADA	i
REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
FICHA DE REGISTRO DE TESIS.....	ii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	vi
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE IMAGENES	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
ABREVIATURAS	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. El tema.	3
1.2. Planteamiento del Problema.	3
1.2.1. Estado del arte RVE E25	5
1.2.2. Accidentabilidad en la RVE E25.....	7
1.3. Formulación del Problema.	10
1.4. Sistematización del Problema.....	10
1.5. Objetivo General.	11
1.6. Objetivos específicos.....	11
1.7. Justificación.	11
1.8. Delimitación de la investigación.	13
1.9. Idea a defender.	13
1.10. Líneas de Investigación Institucional/Facultad.....	13
CAPÍTULO II	14
MARCO TEÓRICO.....	14

2.1.	Marco teórico.	14
2.1.1.	Antecedentes.	14
2.1.2.	Fundamentación Teórica.	15
	Tránsito.	15
	Estudio del Volumen de Tránsito.	15
	Velocidad.	17
	Distancia de Visibilidad de Parada.	21
	Distancia de Visibilidad de Rebase o Adelantamiento.	23
	Señalización Vial.	26
	Geometría de la Vía.	31
	Diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal.	32
	Diseño Geométrico en Perfil.	42
	Diseño Geométrico Tránsversal.	47
	La Importancia de las Auditorías en la Seguridad Vial	50
2.2.	Marco Conceptual.	57
2.2.1.	Accidente de tránsito.	57
2.2.2.	Siniestros de tránsito.	57
2.2.3.	Seguridad Vial.	58
2.2.4.	Auditoría de Seguridad Vial.	58
2.2.5.	Vía.	58
2.2.6.	Carretera.	59
2.3.	Marco Legal.	59
2.3.1.	Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.	59
2.3.2.	Reglamento a Ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial.	59
2.3.3.	Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.	60
2.3.4.	Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004	60
2.3.5.	Normas AASHTO 2011 (Libro Verde).	60
2.3.6.	Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12	60
2.3.7.	Norma de Diseño Geométrico de carreteras 2003	60
2.3.8.	Manual de carreteras: Diseño Geométrico 2018.	60
CAPÍTULO III.		61
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.		61
3.1.	Metodología.	61
3.2.	Tipo de investigación.	61
3.3.	Enfoque.	62
3.4.	Técnicas e Instrumentos.	63

3.5. Población.....	63
3.6. Análisis de la RVE E25 (km 28 – km 50).	64
Composición del Tránsito	65
Tráfico Promedio Diario Actual.....	66
Intensidad.....	70
Factor de Hora Pico (FHP).....	70
Velocidad de Circulación	71
Radio y Peralte en las Curvas Horizontales.....	75
Índice de Estado de la vía.....	77
Comparación del diseño e infraestructura de la RVE E25 de acuerdo a las normas de diseño.....	84
Valoración Económica	85
Pérdida por Accidentes de Tránsito.....	85
CAPÍTULO IV	87
PROPUESTA	87
4.1. Ficha técnica para Auditorías de Seguridad Vial.....	87
4.1.1. Check List o Lista de Chequeo.....	87
.....	87
4.1.2. Ficha de Inspección de Seguridad Vial.....	89
4.1.3. Matriz de Valoración.....	92
CAPÍTULO V	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
5.1. Conclusión.....	112
5.2. Recomendación.....	113
Glosario.....	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
ANEXOS.....	119
Anexos Fotográficos	123

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Siniestralidad en las provincias con mayor incidencia.	8
Tabla 2. Siniestralidad y severidad de los accidentes RVE E25 (km 28 - km 50)	9
Tabla 3. Tipología de siniestros RVE E25 (km 28 - km 50)	9
Tabla 4. Líneas de investigación de FIIC	13
Tabla 5. Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.	19
Tabla 6. Velocidad de diseño según la clasificación de la vía.	20
Tabla 7. Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles.	21
<i>Tabla 8. Elementos que conforman la distancia de adelantamiento</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 9. Distancias mínimas de diseño para carreteras de dos carriles</i>	<i>26</i>
Tabla 10. Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux - m ²).....	27
Tabla 11. Uniformidad de diseño de las señales viales.....	30
Tabla 12. Longitudes de tramos en tangente.....	33
Tabla 13. Ecuaciones para el Cálculo de los Elementos de la Curva Horizontal	35
Tabla 14. Radios mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales en función de la velocidad de diseño.	37
Tabla 15. Porcentajes de peraltes de acuerdo al área.	38
Tabla 16. Longitud de desarrollo del peralte en carretera de dos carriles (m).....	39
Tabla 17. Sobreechanco de la Calzada en Curvas Circulares, para Carreteras Tipo C1, C2, C3.	41
Tabla 18. Ecuaciones para el cálculo de los elementos de la curva vertical.	45
Tabla 19. Índice K para curvas verticales convexas.	46
Tabla 20. Índice K para curvas verticales cóncavas.	46
Tabla 21. Pendientes Máximas.	47
Tabla 22. Clasificación de carreteras en función del TPDA.....	59
Tabla 23. Composición de Tránsito RVE E25.....	65
Tabla 24. Aforo vehicular, viernes 16-08-2019.....	67
Tabla 25. Aforo vehicular, sábado 17-08-2019.	68

Tabla 26. Aforo vehicular, domingo 18-08-2019.	69
Tabla 27. Intensidad vehicular RVE E25.....	70
Tabla 28. Velocidad de circulación, sentido Norte - Sur km 36 RVE E25	72
Tabla 29. Velocidad de circulación, sentido Sur – Norte km36 REV E25.....	73
Tabla 30. Velocidad media de circulación RVE E25.	74
Tabla 31. Niveles de servicio para carreteras de dos carriles	75
Tabla 32. Descripción de fallas halladas en sitio.	79
Tabla 33. Estimación del coeficiente "D1"	80
Tabla 34. Valores del coeficiente "D2"	80
Tabla 35. Clasificación de fallas en función del coeficiente "D3"	81
Tabla 36. Valores del coeficiente "D4"	82
Tabla 37. Estimación del coeficiente "D4"	82
Tabla 38. Índice de Estado de la RVE E-25 km 26 - km 50.....	83
Tabla 39. Comparación del diseño de acuerdo a las normas.	84
Tabla 40. Montos de Protección del SPPAT	85
Tabla 41. Pérdida económica por muertes.	85
Tabla 42. Pérdida económica por lesiones.....	86
Tabla 43. Ficha de Auditoría de Seguridad Vial.....	89
Tabla 44. Frecuencia de niveles de riesgo	91
Tabla 45. Severidad de siniestros viales	91
Tabla 46. Niveles de riesgos para los hallazgo.	91
Tabla 47. Matriz de valoración	92
Tabla 48. Aplicación de Fichas técnica ASV en RVE E25 (km 28 – km 50)	93
Tabla 49. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 1	94
Tabla 50. Evaluación RVE E25 (km 28 km 31) Hallazgo N° 2	95
Tabla 51. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 3.....	96
Tabla 52. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 4.....	97
Tabla 53. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 5.....	98
Tabla 54. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 6.....	99
Tabla 55. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 7.....	100
Tabla 56. Evaluación RVE E25 (km 31 - km 34) Hallazgo N° 8.....	101
Tabla 57. Evaluación RVE E25 (km 31 - km 34) Hallazgo N° 9.....	102
Tabla 58. Evaluación RVE E25 (km 34 - km 37) Hallazgo N° 10.....	102

Tabla 59. Evaluación RVE E25 (km 37 - km 40) Hallazgo N° 11	103
Tabla 60. Evaluación RVE E25 (km 37 - km 40) Hallazgo N° 12.....	104
Tabla 61. Evaluación RVE E25 (km 40 - km 43) Hallazgo N° 13.....	105
Tabla 62. Evaluación RVE E25 (km 40 - km 43) Hallazgo N° 14.....	106
Tabla 63. Evaluación RVE E25 (km 40 - km 43) Hallazgo N° 15.....	107
Tabla 64. Evaluación RVE E25 (km 40 - km 43) Hallazgo N° 16.....	107
Tabla 65. Evaluación RVE E25 (km 43 - km 46) Hallazgo N° 17.....	108
Tabla 66. Evaluación RVE E25 (km 46 - km 50) Hallazgo N° 18.....	108
Tabla 67. Evaluación RVE E25 (km 46 - km 50) Hallazgo N° 19.....	109
Tabla 68. Hallazgos identificados en la RVE E25.....	110
Tabla 69. Causas probables y Nivel de riesgo.	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración de Distancia de Parada.	22
Figura 2. Etapas de maniobras de adelantamiento.....	24
Figura 3. Señales Regulatorias.....	28
Figura 4. Señales Preventivas	29
Figura 5. Señales Informativas.....	29
Figura 6. Señales de Propósitos Especiales	30
Figura 7. Elementos de la Curva Circular.....	34
Figura 8. Ilustración de trayectoria del vehículo en la curva horizontal.....	40
Figura 9. Tipos de Curvas, Cóncavas y Convexa.....	42
Figura 10. Curva Vertical Simétrica.....	43
Figura 11. Curva Vertical Asimétrica.....	43
Figura 12. Sección Transversal tipo.....	49
Figura 13. Corte de la sección transversal - curva km 29 RVE E25.	75
Figura 14. Proyección de curva km 29 RVE E25.....	76
Figura 15. Corte de la sección transversal - curva km 41 RVE E25.	76
Figura 16. Proyección de la curva km 41 RVE E25.....	77
Figura 17 Sección transversal de postes	102

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Reducción de la RVE E25 - KM 32.....	5
Imagen 2. Tránsito de peatones.....	6
Imagen 3. Tachas desprendida de la calzada.	6
Imagen 4. Capa de rodadura con baches.....	7
Imagen 5. Rebase de vehículos RVE E25.....	7
Imagen 6. Mapa de puntos negros en la RVE E25 (km 28 – km 50)	10
Imagen 7. Ubicación espacial del proyecto.	14
Imagen 8. Fallas de exudación y baches	78
Imagen 9. Falla grieta longitudinal	78
Imagen 10. Falla de parche	78
Imagen 11 Fallas de baches	78
<i>Imagen 12. Fallas de exudación y hundimiento</i>	<i>78</i>
Imagen 13 Sistema ABSORB 350.....	99
Imagen 14 Sistema ET-Plus™	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relación comparativa de siniestros y fallecidos con respecto al año anterior.	4
Gráfico 2. Provincias con mayor incidencia en accidentabilidad.	8
Gráfico 3. Categorización de muertes violentas en el país.	12
Gráfico 4. Proceso de una Auditoría.....	50
Gráfico 5. Proceso de metodología.....	61
Gráfico 6. Composición del Tránsito RVE E25	66
Gráfico 7. Lista de chequeo	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo Fotográfico 1. Conteo vehicular.....	123
Anexo Fotográfico 2. Medición de peralte y radio en las curvas horizontales.....	123
Anexo Fotográfico 3. Inspección de Seguridad Vial.....	124

ABREVIATURAS

ANT: Agencia Nacional de Tránsito.

CTE: Comisión de Tránsito del Ecuador.

DNCISV: Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial.

FHP: Factor de Hora Punta.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

HCM: Manual de Capacidad de Carreteras.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización.

IRIS: Índice de Rugosidad Internacional

ITS: Sistema Inteligentes de Transporte.

LOTTTSV: Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial.

MCDG: Manual de Carreteras Diseño Geométrico.

MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

NEVI: Norma Ecuatoriana Vial.

OISEVI: Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

REV: Red Vial Estatal.

RLOTTTSV: Reglamento a Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial.

SI: Sistema Internacional de Unidades.

TMAA: Tasa Media Anual de Accidentes.

TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual.

TPDM: Tránsito Promedio Mensual.

TPDS: Tránsito Promedio Semanal.

VHD: Volumen Horario de Diseño.

INTRODUCCIÓN

La *Seguridad Vial* es una problemática que afecta al mundo entero y que continuamente viene dando advertencias alarmantes que se visan en las cifras estadísticas de los registros sobre siniestros de tránsito en las vías. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el número de muertos anuales por accidentes de tránsito ha alcanzado los 1,35 millones.

Los ocupantes de automóviles causan el 34% de los muertos por accidentes de tránsito y los motociclistas el 23% según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) mientras que la OMS indica el 54% de los fallecidos por esta causa son los peatones (23%), los motociclistas (28%) y los ciclistas (3%) a quienes esta misma fuente los clasifica como vulnerables.

En Ecuador la Agencia Nacional de Tránsito, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas entre otras entidades como respuesta y acción de mejora a la problemática de accidentes de tránsito en las vías del país han generado el Plan Estratégico de Seguridad Vial 2015 – 2020, el mismo que tiene por meta disminuir en un 40% la siniestralidad y fallecimiento nacional para el año 2020.

Es decir que de 16,4 vehículos accidentados en el año 2013, esta cifra se reduce para el año 2020 en 8,9 vehículos accidentado por cada 1000 vehículos; así como también la tasa de fallecimiento que en el año 2013 fue de 19,47 a 11,7 fallecidos por cada 100.000 habitantes para el año 2020. Esto equivale a 10.000 vidas salvadas en el periodo 2015 – 2020.

Hasta diciembre del año 2018 la tasa de fallecimiento en el país fue de 12,58 muertos por cada 100.000 habitantes, lo que indica que al año 2020 no se alcanzará la meta planteada. No obstante, en agosto del 2017 se firmó en el país el *Pacto Nacional por la Seguridad Vial*, como una política de estado prioritaria, el mismo que tiene como principal objetivo promover una cultura de seguridad vial, generar propuestas conjuntas de reformas al marco legal y reglamentario de transporte terrestre y tránsito; y un alcance a largo plazo de reducir la tasa de mortalidad en el Ecuador.

En función de dicha premisa se ha planteado una *valoración técnica-económica de factores que causan siniestros viales y propuesta de ficha técnica para auditorías de seguridad vial*, con el objetivo de analizar los factores que son causales de éstos; y

aportar por medio de un modelo (ficha técnica) que identifica las problemáticas de accidentabilidad existentes; un mejor direccionamiento al momento de auditar una vía que se encuentra operando.

El presente proyecto de titulación consta de cinco capítulos, el capítulo I comprende el diseño de la investigación; es decir, el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, así como la limitación de la investigación. El capítulo II muestra la fundamentación teórica en la que se base este proyecto, dividido en tres partes: el marco teórico, marco conceptual y el marco legal.

El capítulo III detalla la metodología aplicada; el capítulo IV presenta la propuesta de la ficha técnica para realizar las auditorias de seguridad vial, y finalmente el capítulo V las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. El tema.

Valoración técnica-económica de factores que causan siniestros viales y propuesta de ficha técnica para auditorías de seguridad vial.

1.2. Planteamiento del Problema.

Según el Informe sobre la situación Mundial de la Seguridad Vial 2018 (**The Global status report on road safety 2018**), emitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) especifica que 1,35 millones de muertes se dan anualmente por accidentes de tránsito, esta sería la octava causa de muerte en el mundo y la primera causa de muerte entre personas de 5 a 29 años. Así como, también señala que el 54% de los fallecidos son los peatones, ciclistas y motociclistas; a quienes se clasifica como vulnerables en la vía.

El Ecuador forma parte del grupo de países con ingresos medianos y bajos que de acuerdo al informe de la OMS antes mencionado cuentan con aproximadamente el 60% de los vehículos matriculados en el mundo, pero producen más del 93% de las defunciones en el mundo; no de la misma manera aquellos países de ingresos altos que cuentan con el 40% de éstos y solo generan el 7% de las muertes por accidentes de tránsito a nivel mundial.

En Ecuador la seguridad vial es una tarea en curso que a pasos cortos busca al igual que muchos países pertenecientes a América Latina y en subdesarrollo, disminuir la tasa de mortalidad por siniestros de tránsito en sus vías, y educar a la comunidad en materia de seguridad vial.

En el año 2015 se hizo público el *Plan Estratégico de Seguridad Vial 2015-2020*, el mismo que fue generado por la ANT, MTOP, INEC, INEN, entre otras entidades con la finalidad de disminuir en un 40% la siniestralidad y fallecimiento nacional para el año 2020. Dicho patrón de comportamiento esperado no iba en buen curso, por lo que para agosto del 2017 se firmó en el país el *Pacto Nacional por la Seguridad Vial*, como una política de estado prioritaria, el mismo que se planteó como principal objetivo promover una cultura de seguridad vial, generar propuestas conjuntas de reformas al marco legal y reglamentario de transporte terrestre y tránsito; y un alcance a largo plazo de reducir la tasa de mortalidad en el Ecuador.

No obstante, los siniestros viales en el país no dejan de ser una alarmante preocupación, a pesar que éstos en el año 2018 disminuyeron en un 11,87%; es decir 3.437 siniestros menos con respecto al año 2017. Por otro lado, los fallecidos se redujeron en un 0,09%, es decir solo dos muertos menos (ver gráfico 1).



Gráfico 1. Relación comparativa de siniestros y fallecidos con respecto al año anterior.
Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2019)
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

La tasa de fallecimiento a finales del año 2018 fue 12,58 fallecidos por cada 100.000 habitantes, dichas cifras y afectaciones dan paso a varias interrogantes tales como: ¿dónde radica el problema?; ¿qué factor o causa aún no se ha identificado?; ¿Cuál o cuáles podrían ser las alternativas de solución desde el campo de la ingeniería civil?

Varios estudios que son parte de esta temática han logrado identificar algunos factores, como por ejemplo la OMS (2018) declara que conducir bajo sustancias psicotrópicas o alcohol inside en la accidentabilidad, así como también si se excede en un 1% la velocidad de diseño aumentaría en un 4% el riesgo, que si la infraestructura o los vehículos que circulan por ella no son seguros también son causas de siniestros. Todo esto se enmarca en tres grandes factores como son:

- Factor Vías.
- Factor Humano.
- Factor Vehículo.

Desde otra perspectiva, un siniestro es analizado desde dos aristas: la causa y el efecto (consecuencia), este último hace referencia a las pérdidas económicas que se generan en la ocurrencia de un siniestro. Un accidente de tránsito representa grandes

cargos en costos materiales y humanos, y se ve representado en mermas económicas, de infraestructura, gastos médicos y pérdida productiva de la población afectada. (Ortega, Villa & Sánchez, 2017)

Según la OMS (2018) los accidentes pueden representar hasta el 3% PIB de un país; la ANT estimó una pérdida económica de aproximadamente 341 millones de dólares para el año 2015, lo que representó el 2% del PIB (Ponce, 2017). La repercusión de éstos en el PIB de un país es variable y depende de la cantidad de accidentes registrados y de su economía en ese año.

1.2.1. Estado del arte RVE E25

La vía E25 es un corredor arterial (o vía primaria) que forma parte de la Red Vial Estatal (RVE) del Ecuador, es una vía concesionada que pertenece al GAD Provincial del Guayas. Esta vía se considera de gran importancia, en vista que conecta provincias de la costa y sierra ecuatoriana.

Su estructura es de pavimento flexible y de acuerdo al número de carril se clasifica en una carretera de cuatro carriles hasta el km 32, a partir de éste se reduce a dos carriles.



Imagen 1. Reducción de la RVE E25 - KM 32

Fuente: Captura propia

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

La RVE E25 no cuenta con infraestructura destinada a la circulación de los usuarios más vulnerables, a pesar que las motocicletas representan un 13.87% la composición de todo el tránsito de ésta. Los peatones se ven forzados a transitar por la berma de la vía (ver imagen 2), exponiéndose a cualquier tipo de accidente.



Imagen 2. Tránsito de peatones.
Fuente: Captura propia
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Su capa de rodadura presenta fallas de baches, varios elementos de señalización horizontal como son las tachas se encuentran removidas de la calzada, al igual que parte de las demarcaciones en la calzada están borrosas en ciertos tramos. Algunas barreras de contención muestran un desgaste de la pintura, así como también varios hitos viales no se pueden visualizar con facilidad y otros no mantienen la postura adecuada.



Imagen 3. Tachas desprendida de la calzada.
Fuente: Captura propia
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)



Imagen 4. Capa de rodadura con baches.
Fuente: Captura propia
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

En el km 32 de la RVE E25 la vía presenta una reducción de carriles, por lo que en la sección de dos carriles los conductores están forzados a rebasar los otros vehículos por el carril de sentido contrario, como se muestra a continuación.



Imagen 5. Rebase de vehículos RVE E25
Fuente: Captura propia
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Los dos vehículos detrás del camión tienen la proyección de rebasarlo, si el tiempo de maniobrar no es bien estimado, esto podría generar un choque frontal longitudinal y en el peor de los casos, una colisión con víctimas; sin descartar que serían varios los vehículos que se verían obligados a perder pista con el fin de evitar ser parte de la colisión.

1.2.2. Accidentabilidad en la RVE E25.

La vía E25 forma parte de los aproximadamente 42.800 km de la Red Vial Estatal que conforma el Ecuador, y a su vez se ubica en una de las provincias con mayor conflictos de siniestros como es la provincia del Guayas, que como se muestra a

continuación es la segunda provincia con mayor número de siniestros, lesionados y fallecidos en los últimos cinco años.

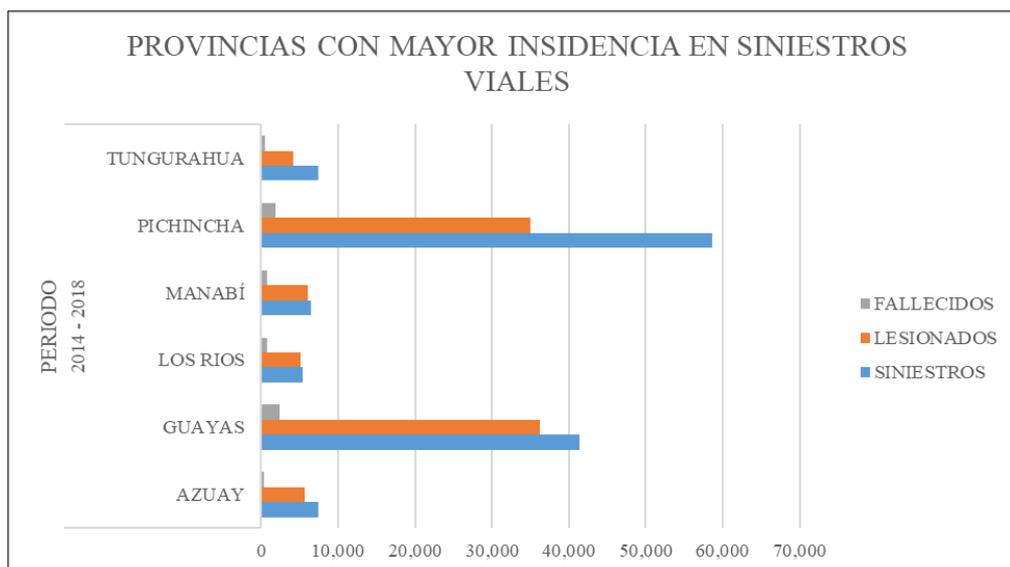


Gráfico 2. Provincias con mayor incidencia en accidentabilidad.

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2019)

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 1. Siniestralidad en las provincias con mayor incidencia.

PERIODO	PROVINCIAS	SINIESTROS	LESIONADOS	FALLECIDOS
2014 - 2018	Azuay	7,448	5,597	411
	Guayas	41,331	36,199	2,432
	Los rios	5,402	5,109	816
	Manabí	6,452	6,032	711
	Pichincha	58,590	34,937	1,838
	Tungurahua	7,443	4,121	439

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2019)

Según estadísticas emitidas por la CTE desde el año 2014 al 2018 se ha registrado una totalidad de 200 siniestros que han dado como resultado 439 heridos y 84 fallecidos en la vía, de esos siniestros el 50,5% han sido de severidad grave, registrándose casi el 45% solo en el año 2018 en esta categoría.

Tabla 2. Siniestralidad y severidad de los accidentes RVE E25 (km 28 - km 50)

PERIODO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
2014 - 2018	Siniestros	200
	Fallecidos	84
	Heridos	439
SEVERIDAD		
PERIODO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
2014 - 2018	Fatal	20
	Grave	101
	Leve	79

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2019)

Entre la tipología de siniestros con mayor incidencia es la *pérdida de pista*, con una cantidad de 41 siniestros hasta diciembre del 2018, seguido del *choque por alcance*, 36 siniestros; *choque lateral*, 26 siniestros y atropello con 26 siniestros también, como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 3. Tipología de siniestros RVE E25 (km 28 - km 50)

PERIODO	TIPOLOGIA	CANTIDAD		
		SINIESTRO	FALLECIDO	HERIDOS
2014 - 2018	Arrollamiento	1	2	3
	Atípico	5	1	3
	Atropello	26	10	58
	Choque Frontal	6	19	37
	Choque Lateral	26	28	85
	Estrellamiento	16	3	23
	Pérdida de Pista	41	2	27
	Rozamiento	11	0	26
	Volcamiento	5	1	2
	Choque por Alcance	36	16	121
	Colisión	7	2	8
	Caida de Pasajero	20	0	46

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2019)

El lugar de insidencia de estos siniestros ha permitido identificar los puntos negros en la zona, como se muestra en la siguiente figura.

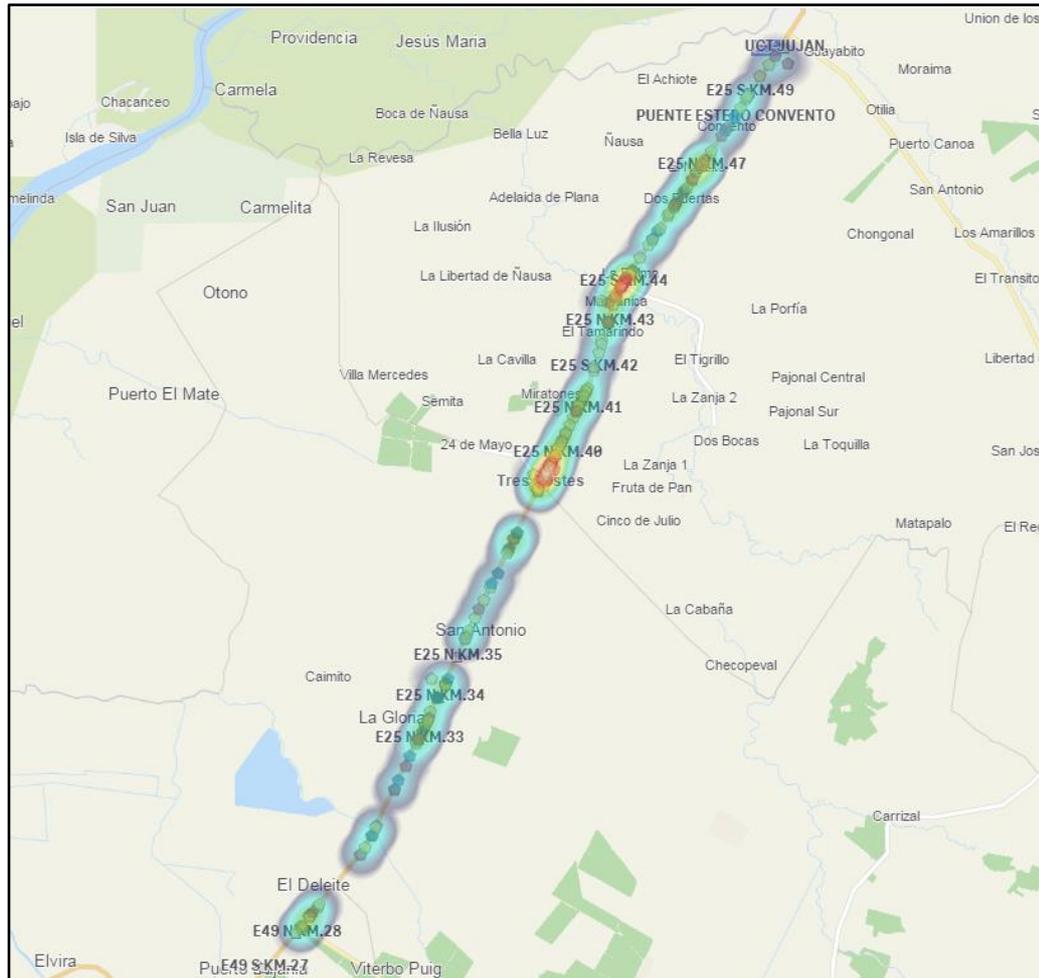


Imagen 6. Mapa de puntos negros en la RVE E25 (km 28 – km 50)
Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2019)

1.3. Formulación del Problema.

¿De qué manera incidirá la evaluación del estado actual de la RVE E25, donde se han registrado constante accidentes de tránsito, y cuál será el impacto de la propuesta de una ficha técnica para auditorías de seguridad vial en vías en etapa de operación?

1.4. Sistematización del Problema.

¿Cuál es la insidencia de siniestros viales en la RVE E25?

¿Por qué identificar cuáles son los factores y las causas por la que se generan los siniestros viales en la RVE E25?

¿Cuál es el alcance de una valoración técnica-económica en la RVE E25 desde el campo de la Ingeniería Civil?

1.5. Objetivo General.

Analizar la condición de seguridad vial en la RVE E25 e identificar los factores y causas de siniestros viales desde el tramo “T” del Cantón Milagros (km 28) hasta el Cantón Alfredo Baquerizo Moreno – Jujan (Km 50); desde la perspectiva técnica y económica que permita proponer un modelo (ficha técnica) para realizar Auditorías de Seguridad Vial en vías en la etapa de operación.

1.6. Objetivos específicos.

- Determinar el volumen de tráfico actual y la velocidad a la que circulan los vehículos.
- Analizar las condiciones geométricas y estructurales, la señalización y el nivel de servicio de la vía.
- Evaluar la cantidad y tipología de accidentes registrados y estimar su pérdida económica.
- Elaborar la ficha técnica para Auditorías de Seguridad Vial.

1.7. Justificación.

Los accidentes de tráfico como lo llama la Organización Mundial de la Salud son la octava causa de muerte a nivel mundial (OMS, 2018) y la primera causa de muerte en niños de 5 a 14 y adultos de 15 a 29 años. En Ecuador el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) ha ubicado como la sexta causa de mortalidad a éstos, con una tasa de 7,1%. No obstante, los siniestros de tránsito son categorizados como la primera causa de muertes violentas en el país.

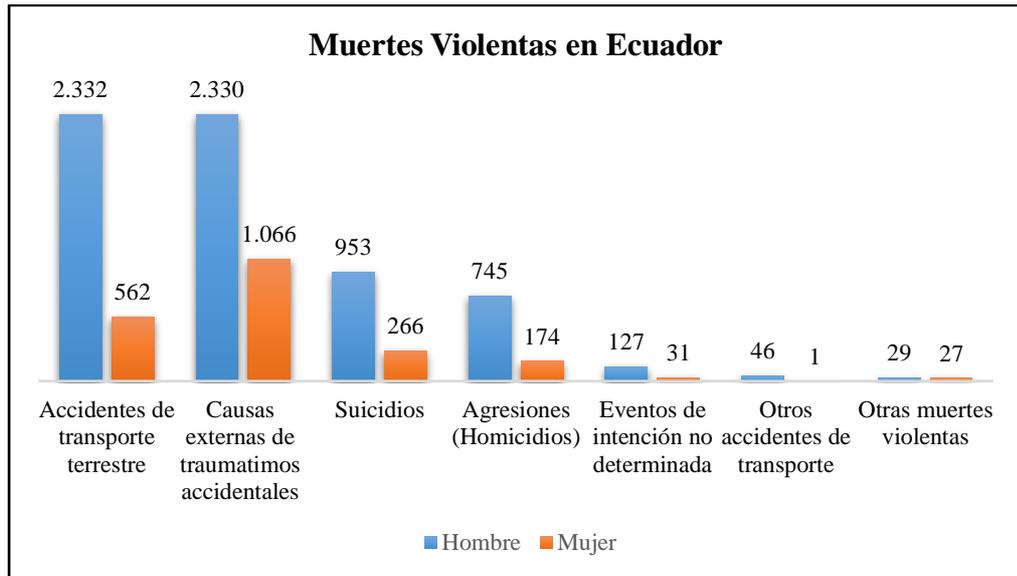


Gráfico 3. Categorización de muertes violentas en el país.
Fuente: Instituto de Estadísticas y Censo (INEC, 2017)

Los accidentes que resultan en las vías son uno de los mayores problemas de salud pública, cada 24 segundos hay una muerte en las carreteras del mundo; los accidentes tienen una mayor repercusión o afectación en los países con ingresos medios y bajos, a pesar que estos países tienen aproximadamente el 60% de los vehículos del mundo, se produce en ellos más del 93% de las defunciones relacionadas con accidentes de tránsito. (OMS, 2018).

El presente proyecto de titulación tiene por finalidad proponer un modelo (ficha técnica), para realizar *Auditorías de Seguridad Vial*, en carreteras que se encuentran en la fase de operación, como idea de solución para poder identificar con mayor precisión los factores de riesgos, y de esta manera hallar respuestas a los problemas identificados, para reducir los índices de accidentabilidad y mortalidad en el país por causa de siniestros en las vías.

Dicho modelo se lo plantea a partir del estudio realizado en la RVE E25 desde el tramo “T” del cantón Milagro ubicado en el km 28 hasta el km 50 del cantón Alfredo Baquerizo Moreno – Jujan, este tramo de estudio ha presentado cifras considerables de conflictos viales y siniestros de tránsito que han saldado vidas humanas.

Como futuros *Ingenieros Civiles* se pretende aportar criterios desde esta perspectiva para la seguridad vial, que inicia desde la intervención técnica de profesionales en el diseño de los elementos geométricos que componen un proyecto vial. De aquí que se

busca contribuir desde el punto de vista ingenieril a concientizar sobre la importancia que conlleva la construcción de vías seguras, autoexplicativas, multimodales y perdonadoras, capaces de brindar las medidas de seguridad vial necesaria para sus usuarios.

1.8. Delimitación de la investigación.

Campo: Educación Superior. Tercer nivel de grado.

Área: Ingeniería Civil.

Aspecto: Investigación analítica descriptiva.

Tema: Valoración técnica – económica de factores que causan siniestros viales y propuesta de ficha técnica para auditorías de seguridad vial.

Delimitación Espacial: “T” del Cantón Milagro (km 28) hasta el Cantón Alfredo Baquerizo Moreno – Jujan (km 50).

Delimitación Temporal: 2019 – 2020

1.9. Idea a defender.

La propuesta de una *Ficha Técnica* para realizar Auditorías de Seguridad Vial en vías en etapa de operación, ayudará a identificar con mayor precisión las causas de siniestros viales y los posibles potenciales problemas en la seguridad vial, con la finalidad de generar medidas de mitigación y/o correctivas desde el campo de la Ingeniería Civil para reducir los impactos en la seguridad vial.

1.10. Líneas de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 4. Líneas de investigación de FIIC

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	LÍNEA: Territorio	SUBLÍNEA: Ordenamiento territorial, Usos del suelo y Urbanismo.
---	-----------------------------	---

Fuente: Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción (FIIC, 2019)

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Marco teórico.

2.1.1. Antecedentes.

La vía de estudio (RVE E25) para este proyecto de titulación se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, el tramo de análisis comprende desde el kilómetro 28 a la altura del baypass en la “T” del cantón Milagro hasta el kilómetro 50 del cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan).

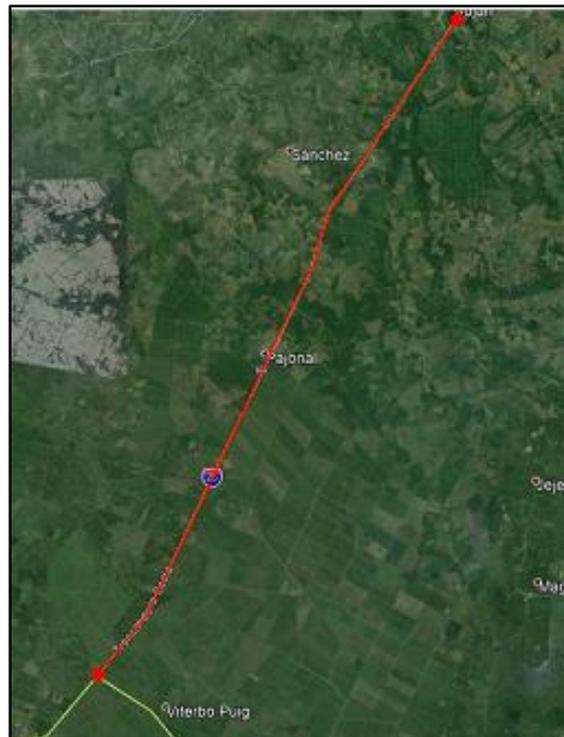


Imagen 7. Ubicación espacial del proyecto.

Fuente: Google map

Características de la carretera.

Tipo de vía:	Primaria
Tipo de terreno:	Llano
Longitud:	22 kilómetros
Capa de rodadura:	Pavimento flexible – asfalto.
Número de carriles:	Cuatro (km 28 – km 32) y dos (km 32 – km 50).

2.1.2. Fundamentación Teórica.

Tránsito.

Conocer la cantidad de usuarios que transitan o se desplazan, así como también la cantidad de vehículos que circulan por una vía, es parte del conjunto que forma el tránsito en la vía, sin desestimar las proyecciones futuras, es decir, la cantidad de vehículos y usuarios que harán uso de la vía y llegarán a formar parte de dicho conjunto.

Estudio del Volumen de Tránsito.

El estudio de tránsito consiste principalmente en conocer exactamente lo antes expuesto: el número de vehículos y peatones que hacen y harán uso de una vía (volumen de tránsito), la intensidad, la demanda y la oferta, con la finalidad de brindar y/o mejorar el servicio en la vía. En otras palabras, el estudio del tránsito permite establecer un nivel de servicio, en el caso de vía existentes, y para qué nivel se va a construir en el caso de nuevos proyectos; el mismo que afecta directamente las características geométricas del diseño. (NEVI-12 vol. 2A, 2013 pág. 52)

Son varios los conceptos que forman parte del estudio del tránsito y su resultado final que es menester presentar en el siguiente espacio.

Volumen de Tránsito.

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018, pág. 92). *“El volumen de tránsito se determina como la demanda diaria promedio a servir hasta el final del periodo de diseño ... y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual”*

Navarro (2017) afirma que son cuatro los parámetros que se relacionan estrechamente entre sí cuando se habla de volumen de tránsito, que a pesar de que se expresan en unidades similares no significan lo mismo, estos parámetros son:

- a) **El volumen:** Número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado, durante un periodo de tiempo y se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q: Número de vehículo que pasan por un punto en unidad de tiempo.

N: Número de vehículos que pasan.

T: Periodo determinado (unidad de tiempo).

- b) **La tasa de flujo:** Frecuencia a la cual pasan los vehículos durante un tiempo menor a una hora.
- c) **La demanda:** Número de vehículo que desean viajar y pasan por un punto en un tiempo específico.
- d) **La capacidad:** Número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo determinado.

Volumen Horario de Diseño (VHD).

Es el volumen horario que se utiliza para diseñar; es decir, para comparar con la capacidad de la carretera en estudio (NEVI-12 vol. 2A, 2013 pág. 52). Para la estimación del VHD hay dos parámetros importantes se tienen que considerar como son: la *intensidad* y el *volumen de la hora pico*.

- **Intensidad.** Cuantifica el número de vehículos que circulan por un punto o sección transversal de un carril o carretera durante un periodo de tiempo dado (HCM, 2010 pág. 152).
- **Volumen de la hora pico.** Es el volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito más intenso.

Ambos parámetros previamente conceptualizados, permiten el cálculo del volumen de la hora de diseño y/o la determinación de la **demand**a en una vía para su diseño geométrico. En el HCM (2010) sus autores dicen que la intensidad (veh/h) más empleada para comprobar la capacidad o el nivel de servicio, es la que corresponde al periodo de 15 minutos más cargado de la hora de referencia.

Para conocer la demanda en la hora de referencia, como dato principal se debe calcular el *factor de hora punta* (FHP), éste permite estimar la intensidad en el periodo crítico o más cargado en un lapso de 15 min correspondientes a la hora de análisis.

El FHP se define como la relación entre la intensidad de la hora completa y la intensidad correspondiente al periodo más cargado dentro de dicha hora (HCM, 2010 pág. 155).

$$FHP = \frac{I_h}{4I_{15}}$$

Donde:

FHP: factor de hora punta

I_h : sumatoria del conteo en la hora más cargada (veh/h)

I_{15} : volumen de vehículos en el periodo de 15 min más cargado de la hora (veh).

Tránsito Promedio Diario (TPDA).

Es el resultado de la medición del tránsito promediada, durante el periodo de un día; representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365 (NEVI-12 vol. 2A, 2013). De éste también se derivan el tránsito promedio diario mensual (TPDM) y el tránsito promedio diario semanal (TPDS).

Proyección del Tránsito.

Partiendo del conocimiento de la demanda de una vía en estudio; es decir, la cantidad de usuarios que circulan por ella parte de un criterio; la cantidad de usuarios que se sirven de la vía (tránsito actual) y la cantidad de usuarios que llegarían a transitar por ella (tránsito atraído), con la ejecución de un nuevo proyecto vial o mejoramiento de una vía en servicio; en otras palabras, un tránsito futuro que se presenta como una tasa creciente en la proyección de la vida útil del proyecto.

Velocidad.

La velocidad es característica del espacio recorrido en unidades de tiempo, por lo que se vuelve un factor clave y esencial al momento de transportarse, cualquiera que sea su forma. La velocidad que emplee un individuo a lo largo de un trayecto depende principalmente de la capacidad de él y el vehículo, pero las características de la carretera, el clima, el volumen de vehículos y las restricciones y limitaciones en el control de tránsito son otros puntos que también influyen en la velocidad.

Desde la perspectiva de la velocidad al momento de diseñar una carretera, debe lograrse términos medios que satisfagan las demandas mayoritarias y sean estas las más seguras y económicas.

Velocidad de Diseño.

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) define que la velocidad de diseño “*será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables*”

para que prevalezcan las condiciones de diseño” (pág. 96). Define en similitud el MTOP indicando que ésta es la máxima velocidad segura en un trayecto de vía.

En otras palabras, se puede decir que es la velocidad crítica o extrema que se designa en un proyecto para el diseño geométrico vial contemplando todos los elementos que componen una vía como tal, y desde un enfoque de seguridad y confort en la operación de los vehículos. De aquí que, en varias literaturas también la relacionan con la velocidad directriz o de proyecto.

Un diseño geométrico no solo depende la velocidad sin embargo ésta desempeña un papel protagónico, por lo que se debe considerar elementos como el radio de curvatura o giro, el ancho de carril que, aunque no tenga una dependencia directa de la velocidad de diseño, pero sí afecta al momento de operar; es decir, en la velocidad de circulación, con posibles saturaciones en la vía y tráfico en el circuito, presentándose en ciertas zonas los denominados *cuernos de botella*.

La estimación de la velocidad de diseño debe ser contemplada para prestar la máxima seguridad en la operación y circulación de los usuarios, por lo que ésta debe ser consistente y homogénea, de acuerdo a la topografía que presente el terreno. Recordemos que la determinación de la velocidad en un proyecto vial depende de las condiciones físicas y topográficas del terreno de implantación. Para lograr una homogeneidad en los tramos de la vía en cuanto a la velocidad se debe tener en consideración lo siguiente:

- a) *Longitud mínima del tramo de carretera*, con una velocidad de diseño dada, debe ser de tres kilómetros (3,0 km), para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por hora (20 – 50 km/h) y de cuatro kilómetros para velocidades (4,0 km) para velocidades entre sesenta y ciento veinte kilómetros por hora (60 – 120 km/h). (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018)
- b) *En tramos próximos o adyacentes*, la diferencia de la velocidad de diseño no debe ser mayor a los veinte kilómetros por hora (20 km/h), no obstante, si las características físicas del terreno no permiten dicha diferencia, ésta no deberá ser mayor a diez kilómetros por hora (10 Km/h). (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018)

armónicamente al usuario, el vehículo y la vía; sin perder el enfoque entre una vía segura, con una adecuada movilidad y un servicio eficiente en su operación.

Tabla 6. Velocidad de diseño según la clasificación de la vía.

CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO km/h			
		BÁSICA			
		RELIEVE LLANO			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.	Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		
		Recom.	Abs.	Recom.	Abs.
R-I o R-II (Tipo)	> 8000	120	110	100	95
I Todos	3000 - 8000	110	100	100	90
II Todos	1000 - 8000	100	90	90	85
III Todos	300 - 1000	90	80	85	80
IV Tipo 5, 5E, 6 y 7	100 - 300	80	60	80	60
V 4 y 4E	< 100	60	50	60	50

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP, 2003)

Velocidad de Circulación.

Es aquella que nos permite medir la calidad del servicio que se está ofreciendo en una carretera en operación. La velocidad de circulación u operación como le llaman algunos autores es el cociente de la distancia recorrida entre el tiempo; permite medir la calidad del servicio de la carretera, evaluar los costos y beneficios de los usuarios.

La velocidad de circulación es una velocidad real. Es con la que operan los usuarios en la carretera por lo que se ve afectada circunstancialmente por imprevistos presentados y factores externos como: el clima, el volumen de tránsito, los dispositivos de control, e inclusive si el vehículo presenta alguna falla mecánica que limite su circulación. En consideración de lo antes expuesto la medida de la velocidad de circulación debe ser la media de un grupo de vehículos observados en un punto determinado de estudio, de aquí nace la denominada *velocidad media de punto*.

La velocidad media de punto es el promedio de las velocidades del conjunto que forma el tránsito, medido desde un punto en particular de la sección transversal de vía. Esta velocidad puede ser estimada como una aproximación de la velocidad de circulación cuando los tramos son cortos y no hay variaciones considerables de la

velocidad, para tramos largos se puede promediar y así lograr una aproximación representativa de la velocidad de circulación.

El volumen de tránsito es uno de los factores que condiciona la velocidad de circulación, dado que ésta no será la misma en condiciones de flujo libre que cuando la vía esté congestionada; en otras palabras, existe un comportamiento lineal que decrece con el incremento del tránsito, este efecto se presenta en carreteras de primera, segunda y tercera clase, en un rango de cero y la capacidad de dicha carretera.

Existe una relación muy estrecha entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño hay una dependencia directa entre la velocidad de circulación u operación con respecto a la velocidad de diseño, y varía en función del TPDA, si éste es bajo, medio o alto. En promedio, la velocidad de circulación presenta valores ligeramente inferiores a los de la velocidad de diseño, este fenómeno se puede divisar cuando los vehículos circulan en un flujo libre y pasan por una curva horizontal; hay autores que recomiendan usar como valores teóricos para la velocidad de circulación entre el 85% y el 95% de la velocidad de diseño.

Tabla 7. Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles.

VELOCIDAD DE DISEÑO km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO km/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Fuente: NEVI-12, Vol.2A Normas para estudios y diseños viales (2013)

Distancia de Visibilidad de Parada.

Es aquella distancia mínima a la que el conductor puede detener su vehículo en marcha a la velocidad de diseño, al momento de presentarse algún peligro, obstáculo o imprevisto en la carretera, sin que se produzca un colapso; es decir, la distancia de visibilidad mínima segura que se necesita para diseñar la geometría de una carretera. Ésta puede ser limitada por la presencia de curvas verticales y horizontales, y es el resultado de dos componentes: la distancia de percepción y reacción (d1) y distancia de desaceleración y frenado (d2).

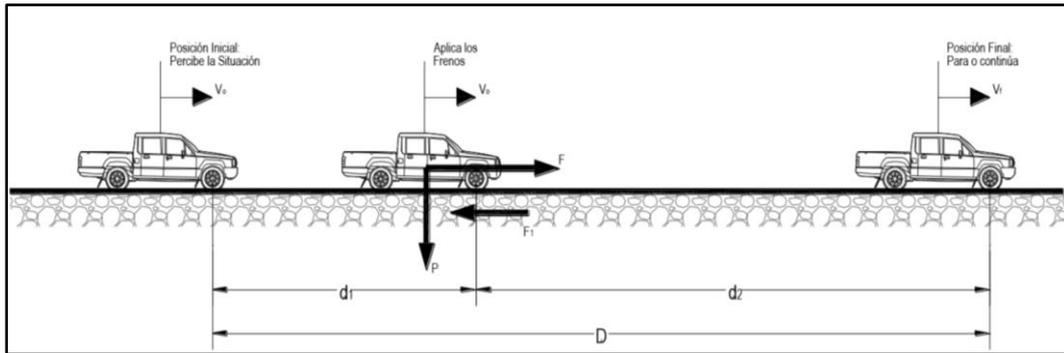


Figura 1. Ilustración de Distancia de Parada.
Fuente: NEVI-12, Vol.2A Normas para estudios y diseños viales (2013)

- **Distancia de percepción y reacción (d_1).**- Es la distancia recorrida por el vehículo al instante de divisar un obstáculo o peligro hasta que aplica los frenos.
- **Distancia de desaceleración y frenado (d_2).**- Esta es considerada desde que los frenos son aplicados hasta que el vehículo se detiene.
- **Tiempo de reacción de frenado.**- Es el intervalo entre la percepción de un obstáculo o peligro en la carretera hasta la reacción del frenado. El tiempo de percepción oscila entre 2 y 3 segundos, resultados de varios estudios y experiencia recomiendan estimar 2,5 segundos.

$$D = d_1 + d_2$$

$$d_1 = 0.278vt ; \quad d_2 = \frac{v^2}{254f}$$

$$D = 0.278vt + \frac{v^2}{254f}$$

Donde:

v = velocidad inicial en kilómetros por hora.

t = tiempo de percepción y reacción en segundos.

f = coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento.

Este último (f) tiene una relación inversamente proporcional con la velocidad y es un valor experimental que está en función del tipo y diseño de la llanta, de sus propiedades mecánicas, del tipo de calzada de la carretera (capa de rodamiento), de las condiciones meteorológicas, del sistema de freno y las condiciones mecánicas del vehículo. En todo caso este factor debe ser estimado para condiciones críticas o las más desfavorables como por ejemplo en pavimentos húmedos.

La distancia de visibilidad de parada es afectada también por el efecto de las pendientes.

$$D = 0.278vt + \frac{v^2}{254(f \pm G)}$$

Donde:

G = Porcentaje de la pendiente dividida entre 100, para pendientes ascendentes (+) y descendentes (-)

Distancia de Visibilidad de Rebase o Adelantamiento.

Todo usuario que circula por una carretera, especialmente los conductores, tienen la necesidad por llegar en el menor tiempo posible a su lugar de destino, pero esto se ve afectado por una serie de eventos que van desde el diseño de la vía, la experiencia y habilidad de los conductores en la vía hasta las condiciones mecánicas del vehículo.

Hay una particularidad en las carreteras de un carril por sentido y es la maniobra que deben desarrollar los conductores para rebasar a los vehículos que viajan a una velocidad inferior. Esta maniobra que se realiza en el carril de sentido contrario por condiciones de diseño requiere de habilidad, tiempo y espacio para que se efectúe sin interferir en el flujo del tránsito del sentido opuesto; es decir, los conductores requieren de una distancia mínima que les permita visualizar el vehículo del carril contrario para adelantar o rebasar al otro vehículo que circula en el mismo sentido, pero a velocidad relativamente inferior en un determinado instante.

A lo antes indicado es lo que se conoce exactamente por distancia de visibilidad de adelantamiento, ésta no debe alterar la velocidad del vehículo del sentido contrario y tampoco generar conflictos en la vía. Debe permitir la comodidad y seguridad de todos los individuos que están involucrados. Para condiciones de diseño la NEVI-12 vol. 2A (2013) plantea varios criterios de los cuales se detallan los siguientes:

- Ambos vehículos (el que rebasa y el que es rebasado) circulan a la misma velocidad, hasta que el rebasa ve oportuno maniobrar el rebasamiento.
- Existe un tiempo de percepción y reacción de uno y dos segundos respectivamente (en Ecuador) el cual debe considerarse.
- La velocidad de adelantamiento es de 15 km/h (quince kilómetros por hora) por encima de la velocidad a la que viaja un vehículo al ser rebasado. La misma que es la de circulación promedio a la capacidad de diseño de la vía, por lo cual

debe existir una distancia de seguridad entre vehículos ya que ambos viajan a la misma velocidad.

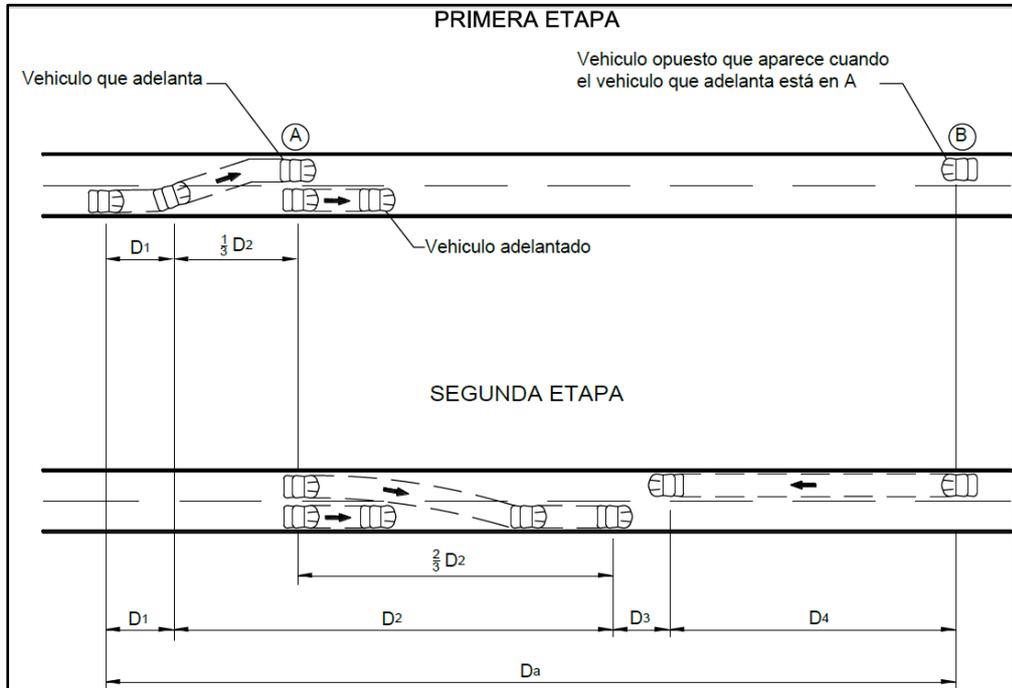


Figura 2. Etapas de maniobras de adelantamiento.
Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico (2018)

La distancia de visibilidad de adelantamiento está dada por la suma de cuatro distancias como se muestra en la figura anterior.

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

- **Distancia preliminar de demora (D_1).**- Es la distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros.

$$D_1 = 0.278 t_1 \left(v - m + a \frac{t_1}{2} \right)$$

Donde:

t_1 = Tiempo de maniobra inicial, en segundos.

v = Velocidad promedio del vehículo que rebasa, en kilómetros por hora.

m = Diferencia de velocidad entre el vehículo que es rebasado y el que rebasa, en kilómetros por hora.

a = Aceleración promedio del vehículo que efectúa el rebase, en kilómetros por hora por segundo durante el inicio de la maniobra.

- **Distancia de adelantamiento (D_2).**- Distancia recorrida por el vehículo que rebasa durante el tiempo en que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.

$$D_2 = 0.278vt_2$$

Donde:

v = Velocidad promedio del vehículo que rebasa, en kilómetros por hora.

t₂ = Tiempo en retomar el carril luego de la maniobra de adelantamiento, en segundos.

- **Distancia de seguridad (D_3).**- Es la distancia estimada una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que rebasa y el que viene en sentido contrario, en metros. Los valores aceptados varían entre 30 y 90 metros.
- **Distancia recorrida por el vehículo que viene en el carril contrario (D_4).**- Ésta se estima a dos tercios (2/3) de la distancia de adelantamiento (D_2).

Tabla 8. Elementos que conforman la distancia de adelantamiento

COMPONENTES DE LA MANIOBRA DE DELANTAMIENTO	RANGO DE VELOCIDADES ESPECÍFICAS EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)			
	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
	VELOCIDADES DEL VEHÍCULO QUE REBASA (km/h)			
	56,2	70	84,5	99,8
Maniobra Inicial:				
a: Promedio de aceleración (km/h/s)	2,25	2,30	2,37	2,41
t1: Tiempo (s)	3,60	4,00	4,30	4,50
d1: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
Ocupación del carril contrario:				
t2: Tiempo (s)	9,30	10,00	10,10	11,30
d2: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
Distancia de seguridad:				
d3: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
Vehículos en sentido opuesto:				
d4: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
Da = d1+d2+d3+d4	317	446	583	726

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

A continuación se muestra los valores mínimos recomendados para estimar la distancia de visibilidad de adelantamiento en función de la velocidad de diseño.

Tabla 9. Distancias mínimas de diseño para carreteras de dos carriles

VELOCIDAD DE DISEÑO	VELOCIDADES (Km/h)		DISTANCIA MÍNIMA DE ADELANTAMIENTO (m)
	VEHÍCULO QUE ES REBASADO	VEHÍCULO QUE REBASA	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

Señalización Vial.

La señalización vial tiene por finalidad generar y mantener la seguridad vial de una carretera o camino mediante el uso de *gráficos-descriptivos* que regulen, direcciones, adviertan e informen a los usuarios que circulan por un determinado sector. El uso de señales en una vía parte de la necesidad de mantener una comunicación directa entre los usuarios y ésta; es decir, una interrelación *usuario-vía*.

Una señal vial debe contar con las siguientes características:

- Cumplir y satisfacer una necesidad en particular.
- Legible, de fácil entendimiento, que llamen la atención del usuario tanto en el día como en la noche.
- Estar ubicadas a una distancia adecuada que le permita al conductor responder y maniobrar en fracciones de segundos.
- Específicas, es decir que no debe existir una aglomeración de información, de tal manera que genere complicaciones para el usuario.

Señalización Horizontal.

Las señalización horizontal consiste en demarcar líneas, símbolos y leyendas sobre la superficie o capa de rodadura de la vía. La señalización horizontal regula la circulación, advierte y/o guía a los usuarios, su principal ventaja es que por su

ubicación (la calzada) cumple su función sin la distracción del conductor sobre la vía de circulación, no obstante factores como: polvo, lluvia, neblina, entre otros podrían afectar la visibilidad para percepción de ésta.

La señalización horizontal debe cumplir con las siguientes características:

- **Espesor mínimo.**

- Zona urbana: 300 (micras) en seco
- Zona rural: 250 (micras) en seco

- **Color.**

En general son blancas y amarillas uniformes a lo largo de la señalización. La señalización complementaria puede ser blanca, amarilla o roja y debe coincidir con el color de la línea en la calzada; el color blanco es utilizado para indicar líneas que pueden ser traspasadas, el amarillo para líneas que pueden o no ser traspasadas, y el rojo para líneas de borde derecho, que significa peligro y no deben ser cruzadas (INEN, 2011).

- **Retroreflexión.**

Tabla 10. Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux - m²)

VISIBILIDAD	ÁNGULOS		COLORES	
	ILUMINACIÓN	OBSERVACIÓN	BLANCO	AMARILLO
a 15.00 m	3.5°	4.5°	150	95
a 30.00 m	1.2°	2.29°	150	70

Nota: Para los colores verdes y azul a utilizar en zonas de estacionamiento tarifado, no será necesario que presenten retroreflexión.

Fuente: RTE INEN 004-2 (2011).

En cuanto a la señalización complementaria (ojos de gatos, tachas) la superficie retrorreflectante debe ser al menos de 10 cm² (INEN, 2011).

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), la señalización horizontal se clasifica de la siguiente manera de acuerdo a su forma:

- **Líneas longitudinales.**

Se emplean para determinar carriles y calzadas, para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar y/o estacionar; para uso exclusivo de determinados tipos de vehículos. Estas líneas pueden ser continuas, segmentadas o zigzag.

Las líneas amarillas dividen o definen la separación del tráfico en sentido opuesto, las blancas dividen el tráfico en el mismo sentido, así como también las zonas de estacionamiento o proximidad de cruce cebra entre otros.

El ancho mínimo de a línea es de 10 cm y el máximo de 15 cm.

- **Líneas Transversales.**

Se emplean en cruces para indicar el lugar de detención de los vehículos y señalar sendas de paso peatonal o ciclistas.

- **Simbolos y Leyendas.**

Se emplean para guiar, advertir y regular; en este grupo se incluyen señales como: *flechas, triángulos ceda el paso*, y leyendas como *pare, carril exclusivo*, entre otros.

Señalización Vertical.

- **Clasificación**

De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), la señalización se clasifica en:

- **Señales Regulatorias (Código R).**

Regulan el movimiento de tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.



Figura 3. Señales Regulatorias
Fuente: INEN (Manual de señalización turística)

– **Señales Preventivas (Código P).**

Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.



Figura 4. Señales Preventivas

Fuente: INEN (Manual de señalización turística)

– **Señales de Información (Código I).**

Informan a los usuarios de las vías de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.



Figura 5. Señales Informativas

Fuente: INEN (Manual de señalización turística)

– **Señales Especiales Delimitadoras (Código D).**

Delimitan al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una construcción en la misma.

– **Señales de Propósitos Especiales (Código T).**

Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales.

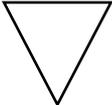
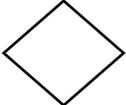


Figura 6. Señales de Propósitos Especiales

Fuente: INEN (Manual de señalización turística)

- **Formas.**

Tabla 11. Uniformidad de diseño de las señales viales

 Octógono	Se usa exclusivamente para la señal de PARE.
 Triángulo vértice hacia abajo	Se usa exclusivamente para la señal de CEDA EL PASO.
 Rectángulo eje mayor vertical	Se usa generalmente para señales regulatorias.
 Rombo	Se usa para señales preventivas y trabajos en las vías con pictogramas.
 Rectángulo eje mayor horizontal	Se usa para señales de información y guía como: obras en las vías y propósitos especiales, entre otras.
 Escudo	Se usa para señales de rutas.

Fuente: RTE INEN 004-1 (2011).

- **Color**

Los colores normalizados para la señales de tránsito de conformidad al Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011) se expresan a continuación:

- **Rojo.-** Se usa como color de fondo en las señales de PARE por ejemplo.
- **Negro.-** Se usa como color de símbolos, leyendas y flechas.
- **Blanco.-** Se usa como color de fondo en la mayoría de señales como las informativas por ejemplo.
- **Amarillo.-** Se usa como color de fondo para señales preventivas, señales complementarias de velocidad, entre otras.
- **Naranja.-** Se usa como color de fondo para señales de trabajos temporales en las vías.
- **Verde.-** Se usa como color de fondo para señales informativas de destino, o como color de leyendas.
- **Azul.-** Se usa como color de fondo para las señales informativas de servicios.
- **Café.-** Se usa como color de fondo para señales informativas turísticas y ambientales.
- **Verde limón.-** Se usa para señales que indiquen una Zona Escolar.

- **Ubicación y Altura.**

En zonas rurales, es decir vías sin bordillos, la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, postes de guías, cara de riel o guardavías de protección; la separación no debe ser mayor de 2,00 m ni mayor de 5,00 m. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie de terreno hasta el borde inferior de la señal; para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00 m (INEN, 2011).

Geometría de la Vía.

El diseño geométrico de una vía debe proyectarse principalmente para que brinde seguridad y comodidad a los usuarios a través de un diseño simple, consistente, económico y uniforme. La comodidad de una vía es característica de un buen alineamiento horizontal, alineamiento vertical, de la sección transversal, de la

transición de la velocidad de operación o circulación a lo largo de los tramos de la vía, la designación correcta del peralte y radio de curvatura, así como la adecuada tangente.

Un diseño geométrico es afectado por varios factores como son la características del terreno (físicas y geológicas), el uso de suelo y la topografía en la zona de implantación de la vía, por tanto para que el diseño sea económico y compatible con el medio ambiente, éste debe ser ajustado en lo mayor posible a dichos factores.

Diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal.

Se entiende por diseño geométrico en planta aquella representación o proyección del eje de la vía en planta o sobre un plano horizontal; son alineamientos rectos (tangentes) y curvos (curvas horizontales o circular) unidos entre sí. Dicho alineamiento está condicionado por:

- La topografía
- La hidrología
- El drenaje (propiedades hidráulicas del suelo).
- Las propiedades intrínsecas de la subrasante (características técnicas).
- La facultad de los recursos.

Un diseño en planta debe ser tal que permita una transición moderada a lo largo de la vía evitando cambios bruscos entre las rectas y las curvas; es decir, debe asemejarse en lo mayor posible a la topografía del terreno natural y establecer una velocidad de diseño uniforme con la finalidad de que los vehículos circulen sin ningún tipo de interrupción.

Un diseño en planta considera componentes como:

Tangente.

Son líneas rectas proyectadas en la sección transversal de la vía; cumplen la función de unir las curvas. Evitar tangentes muy extensas es parte de la seguridad en el diseño geométrico de la vía. Una carretera con esta característica aumentaría el riesgo de siniestros, considerando que podría generarse somnolencia en el conductor por la monotonía de la vía, así como también peligro de deslumbramiento con los vehículos que circulan en sentido opuesto.

La tangente (T) es el segmento desde **PC** a **PI** como también de **PI** a **PT** (ver figura 7).

El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) tiene establecido longitudes mínimas admisibles y máximas permisibles para tramos en tangente, en función de la velocidad de diseño como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12. Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx. (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

Donde:

L_{mín.s} : Longitud mínima (m) para trazados en “S”, es decir alineamiento recto entre alineamientos con radio de curvatura de sentido contrario.

L_{mín.o} : Longitud mínima (m) para alineamiento recto entre alineamientos con radio de curvatura del mismo sentido.

L_{máx.} : Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (Km/h).

Curvas horizontales o circulares.

Son arcos de circunferencia que forman la proyección horizontal de la curva y unen dos tangentes consecutivas; estas curvas pueden ser simples o compuestas (dos radios).

Una curva horizontal simple se compone de los siguientes elementos:

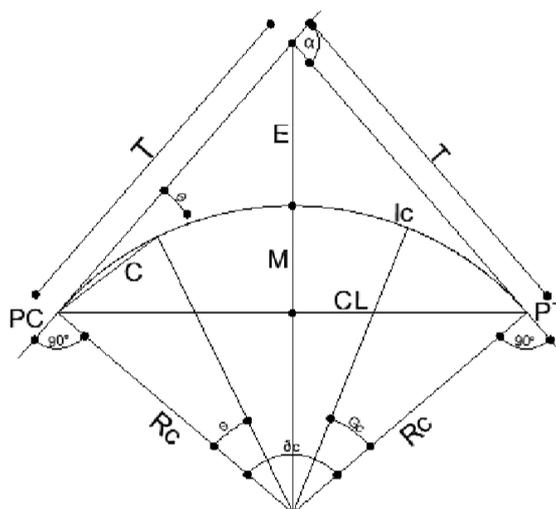


Figura 7. Elementos de la Curva Circular.

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (MOP, 2003)

PC: Punto de comienzo o inicio de la curva.

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.

PT: Punto final o donde termina la curva.

α : Ángulo de deflexión de las tangentes.

Δ_c : Ángulo central de la curva.

θ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva.

Gc: Grado de curvatura.

Rc: Radio de curvatura.

T: Tangente.

E: External.

M: Ordenada media.

C: Cuerda.

lc: Longitud de la curva

Tabla 13. Ecuaciones para el Cálculo de los Elementos de la Curva Horizontal

Tangente (T)	$T = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$
External (E)	$E = R\left(\frac{1}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - 1\right)$
Longitud (l_c)	$l_c = \frac{\pi R \Delta}{180^\circ}$
Ordenada media (M)	$M = R\left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$
Longitud de la Cuerda (CL)	$CL = 2R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$

Fuente: NEVI-12 vol. 2A: Normas para estudios y diseños viales (2013)

Los elementos que caracterizan principalmente a una curva horizontal son: el grado de curvatura, el radio de curvatura y el peralte.

- **Grado de curvatura.**

Aquel ángulo formado por un arco de 20 metros con respecto a un círculo de radio R, es denominado *grado de curvatura* (G_c). Éste representa un valor significativo en el diseño en planta y su límite máximo es el que presta condiciones de seguridad; es decir, que el usuario puede recorrer la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño sin riesgo.

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

- **Radio de curvatura.**

Es el radio de la curva circular. Se lo representa como “R” y está dado en función del grado de curvatura.

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

Radio Mínimo de Curvatura.

Es el límite mínimo de curvatura para una determinada velocidad de diseño en función de la sobreelevación (peralte) máxima y la máxima fricción lateral asignada.

Bajo condiciones de seguridad el radio mínimo se puede calcular con la siguiente expresión:

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

Donde:

R: Radio mínimo de la curva horizontal, en metros (m).

V: Velocidad de diseño, en kilómetros por hora (km/h).

e: Tasa de sobreelevación, en fracción decimal.

f: Coeficiente de fricción lateral. (m/m)

Tabla 14. Radios mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales en función de la velocidad de diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	FACTOR DE FRICCIÓN MÁX.	PERALTE MÁX. (%)	RADIO (m)		GRADO DE CURVA
			CALC.	RECOM.	
30	0,17	4	33,7	35	32°44'
40	0,17	4	60,0	60	19°06'
50	0,16	4	98,4	100	11°28'
60	0,15	4	149,2	150	7°24'
70	0,14	4	214,3	215	5°20'
80	0,14	4	280,0	280	4°05'
90	0,13	4	375,2	375	3°04'
100	0,12	4	492,1	490	2°20'
110	0,11	4	635,2	635	1°48'
120	0,09	4	872,2	870	1°19'
30	0,17	6	30,8	30	38°12'
40	0,17	6	54,8	55	20°50'
50	0,16	6	89,5	90	12°44'
60	0,15	6	135,0	135	8°29'
70	0,14	6	192,9	195	5°53'
80	0,14	6	252,0	250	4°35'
90	0,13	6	335,7	335	3°25'
100	0,12	6	437,4	435	2°38'
110	0,11	6	560,4	560	2°03'
120	0,09	6	755,9	775	1°29'
30	0,17	8	28,3	30	38°12'
40	0,17	8	50,4	50	22°55'
50	0,16	8	82,0	80	14°19'
60	0,15	8	123,2	120	9°33'
70	0,14	8	175,4	175	6°33'
80	0,14	8	229,1	230	4°59'
90	0,13	8	303,1	305	3°46'
100	0,12	8	393,7	395	2°54'
110	0,11	8	501,5	500	2°17'
120	0,09	8	667,0	665	1°43'
30	0,17	10	26,2	25	45°50'
40	0,17	10	46,7	45	25°28'
50	0,16	10	75,7	75	15°17'
60	0,15	10	113,4	115	9°58'
70	0,14	10	160,8	160	7°10'
80	0,14	10	210,0	210	5°27'
90	0,13	10	277,3	275	4°10'
100	0,12	10	357,9	360	3°11'
110	0,11	10	453,7	455	2°31'
120	0,09	10	596,8	595	1°56'

Fuente: NEVI-12 vol. 2A: Normas para Estudios Viales (2013)

Peralte

La fuerza centrífuga que físicamente se genera en las curvas horizontales de una carretera, necesita ser contrarrestada por una opuesta de igual magnitud que de lugar

al equilibrio de los vehículos que circulen por dicha curva. Esa fuerza resulta de la componente de peso del vehículo y la fricción lateral producida entre las llantas y la calzada a efecto de la pendiente o inclinación transversal que se le da a la curva.

Dicha pendiente es lo que se denomina peralte, y su implementación dota de seguridad y confort a los vehículos que transitan por las curvas horizontales; por la importancia que tiene el diseño del peralte en el alinamiento horizontal, su valor debe estar dentro de los rangos máximos establecidos, en Ecuador de acuerdo a sus *Normas* no puede exceder el 10%.

El diseño del peralte depende de:

- Las condiciones climáticas.
- Condiciones y características del terreno (plano, ondulado o montañoso).
- La zona o el área (rural o urbana).
- La frecuencia de los vehículos de baja velocidad, que podrían ser afectados por peraltes altos.

Para el cálculo del peralte se puede considerar la siguiente expresión:

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

No obstante, la tasa de sobreelevación o peralte no debe exceder el 10% como ya se ha mencionado antes, por lo que se recomienda usar los siguientes porcentajes de acuerdo al área.

Tabla 15. Porcentajes de peraltes de acuerdo al área.

TASA DE SOBREELEVACIÓN (%)	TIPO DE ÁREA
10	Rural Montañosa
8	Rural Plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: NEVI-12 Vol. 2A: Normas para Estudios Viales (2013)

Transición del Peralte

El concepto de transición o desarrollo del peralte surge a partir de los cambios de tramos rectos a curvos y viceversa, entonces la transición del peralte viene a ser la

traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018)

En las curvas horizontales simples, la tangente presenta un radio de curvatura infinito mientras que la curva presenta un radio de curvatura constante, lo que genera un cambio abrupto entre el PC y PT de dicha curva; ésto también causa un cambio brusco de la fuerza centrífuga, lo que da como resultado una trayectoria insegura y errónea; es decir, el conductor tiende a invadir el carril de sentido contrario de la carretera por el fenómeno físico que la provoca (la centrifuga) principalmente en la entrada y salida de la curvas horizontales.

Se puede expresar entonces que, la transición del peralte en una curva horizontal, es una medida de seguridad.

Para efectos de cálculo la longitud de desarrollo del peralte se obtiene con la siguiente expresión:

$$L_t = \frac{e * a}{2i}$$

Donde:

Lt: Longitud de la transición

e: Peralte

a: Ancho de calzada

i: Gradiente longitudinal

La NEVI-12 establece valores para la longitud de transición o desarrollo del peralte en función de la velocidad de diseño, como se muestra a continuación.

Tabla 16. Longitud de desarrollo del peralte en carretera de dos carriles (m).

PERALTE (%)	LONGITUD DE TRANSICIÓN - VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)							
	40	50	60	70	80	90	100	110
2	25	30	35	40	50	55	60	65
4	25	30	35	40	50	55	60	65
6	35	35	40	40	5	55	60	65
8	45	45	50	55	60	60	65	70
10	55	55	60	65	75	75	80	85
12	65	65	75	80	90	90	95	105

Nota: Los valores están estimados para carriles de 3,65 metros.

Cuando se traten de 3 o 4 carriles sin mediana, se debe multiplicar por 1.2 y 1.5 respectivamente, si la carretera es de 6 carriles sin mediana, se debe duplicar los valores.

Fuente: NEVI-12, Vol. 2A Normas para Estudios Viales (2013).

Sobreancho

Los vehículos por lo general al pasar por una curva horizontal tienden a extender su trayectoria, lo que dificulta que se mantengan en el carril, por esta razón nace el criterio de adicionar un ancho en la superficie de rodadura de la vía principalmente en los tramos curvos. Este sobreancho depende de las características del vehículo de diseño, el radio de curvatura, la velocidad y su desarrollo.

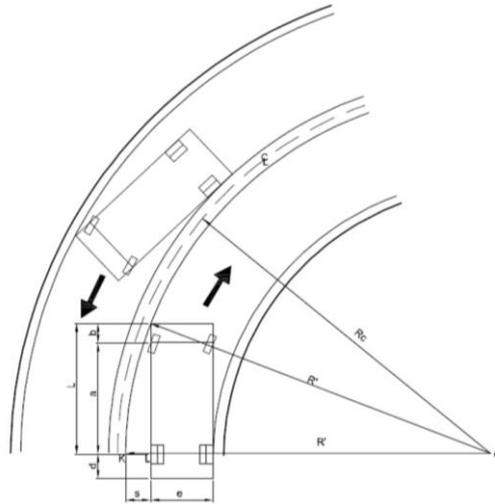


Figura 8. Ilustración de trayectoria del vehículo en la curva horizontal.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (Perú, 2018)

Donde

R': Radio hasta el extremo del parabrisas delantero.

S: Sobreancho requerido por un carril.

L: Distancia entre el parabrisas delantero y el eje trasero del vehículo.

Si se asume que R' es sensiblemente igual a Rc, se considerará la siguiente expresión para una calzada de "n" carriles.

$$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

Sa: Sobreancho, en metros (m).

N: Número de carriles.

Rc: Radio de curvatura, en metros (m).

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal, en metros (m).

V: Velocidad de diseño, en kilómetros por hora (km/h).

El sobreebanco generalmente se diseña en curvas con radios pequeños y carriles angostos, esto también es una medida de seguridad en la carretera. Su fin es facilitar las maniobras desde la perspectiva de la comodidad y seguridad; por lo que el sobreebanco requerido en la curva resulta del *aumento del espacio ocupado transversalmente por lo vehículos más las holguras teóricas adaptadas* (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (Perú, 2018)).

Tabla 17. Sobreebanco de la Calzada en Curvas Circulares, para Carreteras Tipo C1, C2, C3.

TIPO RADIO DE CURVA (m)	C1							C2							C3						
	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)							VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)							VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)						
	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5		0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1		
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5			0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1					
250	0.4	0.5	0.5	0.6				0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2						
200	0.6	0.7	0.8					0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4							
150	0.7	0.8						1.0	1.1	1.3	1.4										
140	0.7	0.8						1.0	1.1	1.3	1.4										
130	0.7	0.8						1.0	1.1	1.3	1.4										
120	0.7	0.8						1.0	1.1	1.3	1.4										
110	0.7							1.0	1.3												
100	0.8							1.1	1.4												
90	0.8							1.1	1.4												
80	1.0							1.3	1.6												
70	1.1							1.4	1.7												

Fuente: NEVI-12, Vol. 2A Normas para Estudios Viales.

Diseño Geométrico en Perfil.

Denominado también como alineamiento vertical está conformado por tangentes enlazadas por curvas verticales parabólicas, el diseño en perfil está condicionado por

- La topografía.
- La distancia de visibilidad.
- La velocidad de diseño.
- Drenaje
- Categoría de la vía.
- Seguridad y costos de construcción.

Un buen alineamiento vertical es resultado de un correcto alineamiento horizontal ya que ambos están directamente relacionados y en su diseño deben considerarse datos característicos de ambos alineamientos. Una curva vertical puede ser cóncava o convexa; y el relieve del terreno controla: el radio de dichas curvas, la velocidad de diseño y la distancia de visibilidad.

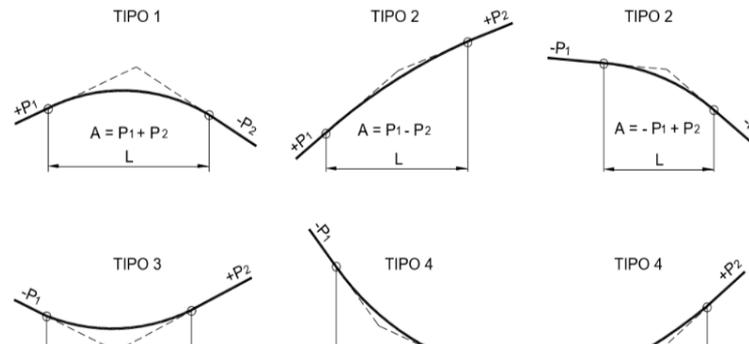


Figura 9. Tipos de Curvas, Cóncavas y Convexas.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (Perú, 2018).

Las curvas verticales pueden ser simétricas y asimétricas y se componen de los siguientes elementos:

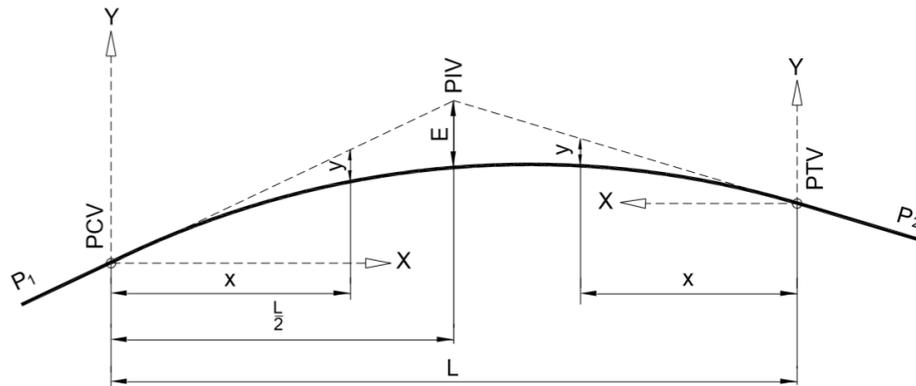


Figura 10. Curva Vertical Simétrica.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (Perú, 2018).

Donde:

PCV: Principio de la curva.

PIV: Punto de intersección de la tangente vertical.

PTV: Punto final de la curva.

L: Longitud de la curva, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

S₁: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%).

S₂: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

E: External, ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m).

X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical.

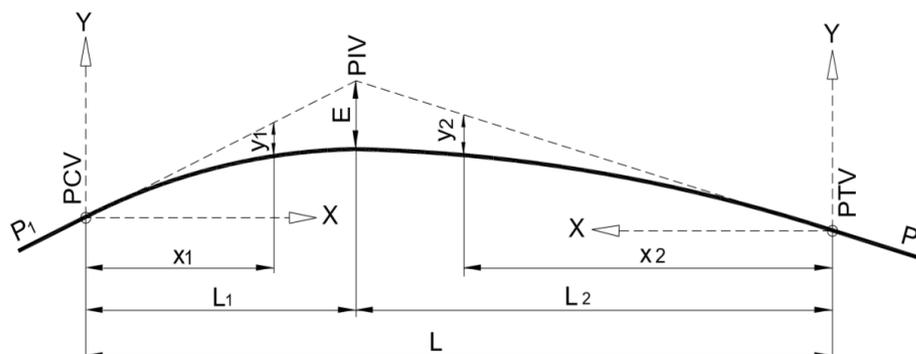


Figura 11. Curva Vertical Asimétrica.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (Perú, 2018).

Donde:

PCV: Principio de la curva.

PIV: Punto de intersección de la tangente vertical.

PTV: Punto final de la curva.

L: Longitud de la curva, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

S₁: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%).

S₂: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).

L₁: Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

L₂: Longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

E: External, ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m).

X₁: Distancia horizontal a cualquier punto del primera tramo de la curva medida desde PCV.

X₂: Distancia horizontal a cualquier punto del segunda tramo de la curva medida desde el PTV.

Y₁: Ordenada vertical en cualquier punto del primer tramo medida desde el PCV.

Y₂: Ordenada vertical en cualquier punto del segundo tramo medida desde el PTV.

Tabla 18. Ecuaciones para el cálculo de los elementos de la curva vertical.

ELEMENTO	CURVA MÉTRICA	CURVA ASIMÉTRICA
Diferencia de pendientes (A)	$A = S_1 - S_2 $	$A = S_1 - S_2 $
External (E)	$E = \frac{AL}{800}$	$E = \frac{A * L_1 * L_2}{200(L_1 + L_2)}$
Ordenada vertical (y)	$y = x^2 \left(\frac{A}{200L} \right)$	$y_1 = E \left(\frac{x_1}{L_1} \right)^2$ $y_2 = E \left(\frac{x_2}{L_2} \right)^2$
ELEMENTO	CURVA CONVEXA	CURVA CÓNCAVA
	Cuando $D_p < L$	Cuando $D < L$
Longitud de curva (L)	$L = \frac{A * Dp^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$	$L = \frac{A * D^2}{120 + 3.5D}$
	Cuando $D_p > L$	Cuando $D > L$
	$L = 2Dp - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$	$L = 2D - \left(\frac{120 + 3.5D}{A} \right)$

Nota: D_p es la distancia de visibilidad de parada.

D es la distancia entre el vehículo y el punto dónde con un ángulo de 1° , los rayos de la luz de los faros, interseca a la rasante.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (MTC, 2018)

En correspondencia al diseño de las curvas verticales se debe considerar los siguientes criterios normados:

- a. En terrenos llanos, la rasante estará por encima del terreno por razones favorable para el drenaje.
- b. Lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que varíe gradualmente entre los alinamientos en función de la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- c. Evitar en lo posible rasantes de dos curvas verticales del mismo sentido, unidas por una alineación corta.
- d. En pendientes que superen la longitud crítica (recomendada o deseable), en función de la categoría de la carretera, se deberá analizar la factibilidad de incluir carriles para tránsito lento.

- e. En pendientes de bajada, largas y pronunciadas es conveniente disponer de carriles de emergencia que permitan maniobras de frenado.
- f. En carreteras pavimentadas, y con pendientes no mayores al 1% los tramos consecutivos de rasante se unirán por medio de curvas verticales parabólicas.
- g. La longitud de la curva vertical será el producto de la diferencia algebraica de la pendiente (en valor absoluto) por el índice de curvatura.

$$L = KA$$

Donde:

L: Longitud de la curva vertical.

K: Índice de curvatura.

A: Diferencia algebraica de la pendiente.

Los valores de K deberán ser seleccionados de las siguientes tablas:

Tabla 19. Índice K para curvas verticales convexas.

VELOCIDAD (km/h)	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO		LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	
	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO (m)	ÍNDICE DE CURVATURA K	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (m)	ÍNDICE DE CURVATURA K
20	20	0.6	-	-
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: NEVI-12 Vol. 2A Normas para Estudios Viales (2013).

Tabla 20. Índice K para curvas verticales cóncavas.

VELOCIDAD (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO (m)	ÍNDICE DE CURVATURA K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: NEVI-12 Vol. 2A Normas para Estudios Viales (2013).

Pendiente Mínima.

Con la finalidad de lograr un buen drenaje de las aguas superficiales es conveniente proporcionar una pendiente de 0.5% como mínimo, especialmente en tramos cortos. En el caso en que las cunetas adyacentes cuenten con la mínima pendiente que permita el drenaje y el bombeo en la calzada sea igual o superior al 2%, se puede hacer uso de rasantes horizontales.

Pendiente Máxima.

Los límites máximos deseables para la pendiente, no deben sobrepasar los valores que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 21. Pendientes Máximas.

VELOCIDAD (km/h)	OROGRAFÍA			
	TERRENO PLANO	TERRENO ONDULADO	TERRENO MONTAÑOSO	TERRENO ESCARPADO
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Fuente: NEVI-12 Vol. 2A Normas para Estudios Viales (2013).

Debe proyectarse cada tres kilómetros aproximadamente, tramos de descanso de longitudes no menor a 500 metros con pendientes no mayor al 2% cuando se presenten ascensos continuos y su pendiente sea mayor al 5%. En curvas con radios por debajo de los 50 m de longitud, la pendiente no debe exceder el 8% preferiblemente, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa significativamente.

Diseño Geométrico Tránsversal.

La sección transversal de una carretera corresponde a un corte vertical normal proyectado sobre el alineamiento horizontal, su diseño geométrico consiste en la definición de la ubicación y dimensionamiento de los elementos que la conforman. La sección típica que se puede adaptar en una vía depende prioritariamente del terreno, del volumen de tráfico y la velocidad de diseño más apropiada para esa carretera. No obstante, la calidad como disponibilidad de los materiales, así como los recursos

económicos, también son factores influyentes en el diseño geométrico de la sección transversal de una vía.

En los tramos rectos de la sección transversal de la calzada debe contar con una inclinación transversal o bombeo desde el centro hacia los bordes con la finalidad de drenar las aguas superficiales; cuando la carretera sea pavimentada dicha pendiente debe fluctuar entre 1.5% y 3%.

Los elementos que conforman geoméricamente la sección transversal de una carretera son:

- Derecho de vía o ancho de la zona
- Plataforma
- Corona
- Calzada o superficie de rodadura
- Carriles
- Berma o espaldón
- Cunetas
- Taludes
- Elementos complementarios o de dotación y seguridad vial (guardavías, barreras de seguridad, ductos, señalización vertical y horizontal, iluminación, entre otros).

La Importancia de las Auditorías en la Seguridad Vial

Una ASV realizada en cualquier etapa de un proyecto vial permite identificar a tiempo los factores de riesgos que pueden estar afectando o afectarían la seguridad vial. Hablando particularmente de un proyecto vial en operación, la importancia de una ASV radica en: *Advertir de los problemas de seguridad.*

Para esto se debe tener muy claro que cuando hablamos de una ASV no hablamos de una *investigación de accidentes*, aunque muchas veces este factor sea razón para iniciar una ASV, tampoco es un *proceso de rediseño de un proyecto* a pesar que en su informe se pueda emitir una recomendación en cuanto al diseño existente de la vía y que esté incidiendo principalmente en la seguridad vial.

Proceso de una Auditoría.

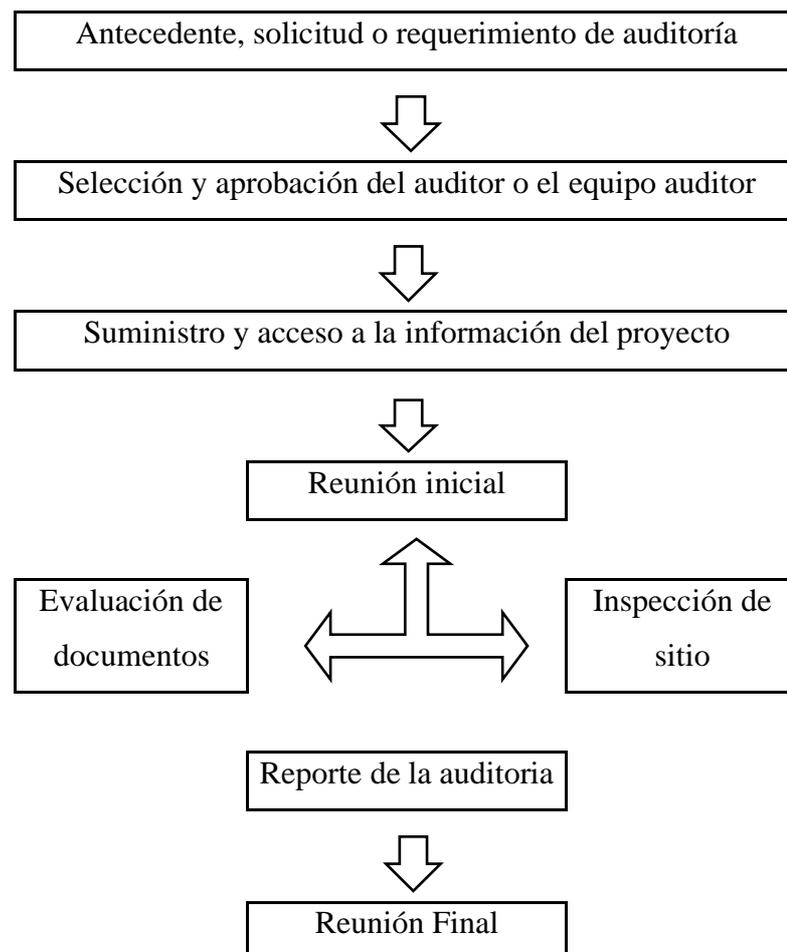


Gráfico 4. Proceso de una Auditoría.

Fuente: Auditoría de Seguridad Vial (Peguero, 2017)

Metodología de una Auditoría.

Fase 1: Diagnóstico General y Apertura

Esta fase conlleva al conocimiento general del diseño, servicio y funcionamiento de la vía, que de conformidad a sus antecedentes y estado situacional requieren de una ASV. Esta fase se enfoca en:

a) Los antecedentes

Los antecedentes pueden ser medibles y/o cuantificables en función del número de siniestros registrados en una vía.

b) La selección y aprobación del equipo auditor

El objetivo es seleccionar un equipo auditor independiente con las aptitudes necesarias para evaluar seguridad vial.

c) La adquisición de la información del proyecto vial y su estado situacional.

La finalidad es proveer al equipo auditor de toda la información necesaria para que puedan conocer el estado situacional de la vía y evaluarla.

Los puntos antes mencionados se resumen en un diagnóstico general y la planificación para la apertura de la ASV.

Diagnóstico General.

Con la adquisición o el acceso a la información y recopilación en campo, una vez aprobado el equipo auditor se debe realizar reuniones de trabajo con las personas vinculadas a la auditoría (cliente, proyectista, auditor) en conjunto con inspecciones de campo. Dicha inspección de campo en esta fase es rápida y breve con la finalidad de que el equipo auditor identifique la fuente de información, reconozcan el área de influencia directa e indirecta.

El equipo auditor debe considerar los siguiente procesos:

- Revisar toda la información disponible sobre el proyecto de vialidad en general.
- Visualizar la naturaleza del proyecto e identificar y diferenciar entre las instituciones que regulan, controlan o tiene competencia en temas de seguridad vial.
- Definir el marco regulatorio de seguridad vial partiendo de la Constitución de la República, leyes, reglamentos, ordenanzas, acuerdos, entre otros.

- Identificar los responsables del diseño, mantenimiento y operación de la vía y notificar del inicio de la Auditoria de Seguridad Vial.
- Identificar las fuentes de información y analizar dicha información para definir las áreas o componentes a ser auditados.
- Examinar la magnitud del proyecto, identificando las zonas críticas o de mayor conflicto en la vía.
- Verificar el cumplimiento y aplicación de las normativas de seguridad vial.
- Determinar si se requiere de ensayos de laboratorio, muestreos.
- Establecer presupuesto y aprobación de financiamiento.

Planificación para Apertura

Esta sección debe contar con un enfoque claro para la Auditoria de Seguridad Vial, detallar las actividades a desarrollar, la metodología y estrategia a emplear, la programación de las fechas (cronograma) y los recursos que se requieren.

El esquema para la planificación de la Auditoria de Seguridad Vial será la siguiente:

1. Antecedentes

Descripción general del estado situacional y la problemática que surge como causa para la implementación de una ASV.

2. Objetivos

Definición del objeto principal y los objetivos específicos de la auditoría de seguridad vial, sin olvidar que ésta se enfoca en:

- Evaluar y definir los riesgos potenciales de accidentes en las vías.
- Analizar las causas dichos riesgos de accidentabilidad.
- Proponer medidas de corrección y mitigación para potenciar la seguridad en las vías y reducir su impacto de los siniestros.

3. Alcance

Delimitación del proceso, actividad o proyecto a ser auditado, definiendo la etapa y la extensión de la ASV.

4. Marco legal

Identificación de las disposiciones legales que regulan y controlan la seguridad vial en el país, municipio o zona por auditar.

5. Recursos

Definición de los recursos humanos, económicos y materiales para la ejecución de la auditoría.

6. Cronograma

Representación gráfica de las actividades específicas y el tiempo estimado para su ejecución.

Fase 2: Desarrollo de la Auditoria de Seguridad Vial.

Esta fase consiste en la materialización de la planificación de la Auditoria de Seguridad Vial. En ella se analiza la información, se ejecuta la inspección de campo, se identifican los problemas existentes de seguridad vial, se plantea las alternativas de solución y medidas de mitigación; y se concluye esta fase con un informe final con base en todos los hallazgos en campo.

Análisis de la información

Esta actividad inicia con las adquisición de los antecedentes del proyecto vial, los mismo que deben ser otorgados por el cliente o mandante. Con la finalidad de que el equipo auditor logre desarrollar un diagnóstico y programar el procedimiento a aplicar según la etapa del proyecto. Para ASV en la etapa de operación, post-apertura o vías existentes se debe tener los siguientes antecedentes:

- Flujo de los usuarios de la vía; es decir, cantidad de vehículos (TPDA) y peatones.
- Información sobre siniestros viales.
- Información sobre auditorías anteriores (si existe disponibilidad).
- Diseño y planos del proyecto vial.

Es oportuno indicar que el análisis de los informes y/o registros sobre siniestros en la vía no deben ser utilizados como un análisis de puntos negros. Sino más bien sean éstos de antesala para la determinación de áreas con potenciales problemas de seguridad vial.

Inspección de Campo

En la etapa de operación, post-apertura o en vías existentes se debe estudiar las características físicas del proyecto en sitio, esto consiste en:

- Geometría de la vía (intersecciones, control de accesos, curvas verticales y horizontales, sección transversal, etcétera).
- Evaluación de la señalización, mobiliario vial y gestión de tránsito.
- Usuarios y vehículos en la vía.

Para el trabajo en campo se considerará los siguientes aspectos:

- Listado de información a obtener en sitio (check list).

- Actas para registro de observaciones y/o inspección.
- Disponibilidad de los recursos y coordinación logística.

Una vez obtenida la información específica y necesaria debe ser analizada para la formulación del informe final. Para una mejor interpretación de los resultados esta información puede ser presentada en dos partes; la primera puede ser una descripción generalizada de los hallazgos en sitio por ejemplo:

- *La RVE E25 presenta irregularidades en la capa de rodadura, hay presencia de fallas en el pavimento, tales como baches.*

Y la segunda parte contemplaría una visión más específica y detallada de aquellos hallazgos. Ejemplo:

- *En el kilómetro 43 de la RVE E25 existe una intersección que conecta la vía con el Recinto Mamanica – La Toquilla y Simón Bolívar, la misma que se considera un punto crítico en la seguridad de dicha vía.*

Informe final o informe de ASV

El informe final o de Auditoría de Seguridad Vial debe identificar y detallar de forma clara con la mayor precisión posible todos aquellos aspectos que afectan o podrían afectar la seguridad o en su defecto repercutir negativamente en el nivel de la seguridad en la vía para los usuarios. A pesar que se sugiere que el equipo auditor incluya recomendaciones en los análisis de los resultados de la inspección en campo. Sin embargo, no es de su responsabilidad emitir dichas recomendaciones específicas como solución a las deficiencias de seguridad vial.

La estructura y contenido mínimo para la realización de dicho informe se muestra a continuación:

1. Portada

Indicar la etapa del proyecto vial en la que se realiza la auditoría. Ejemplo: Etapa de operación o post-apertura.

Especificar el nombre del proyecto, la ubicación, fecha de ejecución de la ASV, nombres de los miembros del equipo auditor y del cliente o mandante.

2. Introducción

Descripción general y resumida del proyecto.

3. Antecedentes

Detalle de reuniones realizadas, indicando fecha y motivo de ésta, registros de las inspecciones realizadas en campo, detalle de los hallazgos.

4. Metodología

Descripción de la forma o manera como se detectaron las irregularidades y deficiencia en la seguridad de la vía. En este espacio se puede jerarquizar los problemas identificados de acuerdo a la severidad e importancia que le de el equipo auditor.

5. Análisis de resultados

Se puede presentar en dos partes: la primera que prácticamente consistiría en la identificación de los problemas (descripción general), y la segunda con mayores detalles y precisión de los hallazgos (uso de fotografía y material de justificación).

Es oportuno en este espacio programar una próxima ASV si se requiere.

6. Conclusiones

7. Anexos

Estimar toda la información que se considere de mayor relevancia como justificación de la ASV.

Fase 3: Comunicación y respuesta al informe de ASV.

Es responsabilidad del equipo auditor mantener informado al cliente o mandatario sobre el desarrollo de las acciones en la ASV. Una vez concluido el informe de ASV corresponde ser presentado mediante una reunión para la interacción de las partes involucradas.

2.2. Marco Conceptual.

2.2.1. Accidente de tránsito.

Todo suceso eventual o acción involuntaria (RLOTTTSV, 2016) que se genera en una vía por acción de alguna causa y dan como resultado muertes, lesiones y daños materiales en ésta.

2.2.2. Siniestros de tránsito.

El Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial s.f. (OISEVI) lo define como: cualquier hecho de tránsito con implicación de al menos un vehículo en movimiento, que tenga lugar en una vía pública o en una privada a la que la población tenga derecho de acceso y que tenga como consecuencia al menos una persona herida o muerta.

Clasificación de siniestros:

Siniestro mortal. - Cualquier hecho de tránsito con víctimas a consecuencia del cual fallece al menos una persona (OISEVI, s.f.)

Siniestro no mortal. - Cualquier hecho de tránsito con víctimas distinto de un accidente mortal (OISEVI, s.f.)

Tipología de siniestros:

- Arrollamiento
- Atropello
- Caída de pasajero
- Choque (frontral longitudinal, lateral angular, lateral perpendicular, posterior o por alcance).
- Colisión
- Estrellamiento
- Pérdida de carril
- Pérdida de pista

- Volcamiento (lateral y longitudinal)

2.2.3. Seguridad Vial.

La seguridad vial se refiere a las medidas adoptadas para reducir el riesgo de lesiones y muertes causadas por el tránsito (OMS). Es un proceso integral donde se articulan y ejecutan políticas, estrategias, normas, procedimientos y actividades, que tiene por finalidad proteger a los usuarios del sistema de tránsito y su medio ambiente, en el marco del respeto a sus derechos fundamentales. (Tenesaca, 2016 citando a Pratto & Flores, Diciembre 2008, pág. 11)

2.2.4. Auditoría de Seguridad Vial.

Se puede definir como una evaluación técnica que consiste en una observación atenta y minuciosa de un grupo en particular para identificar los problemas de seguridad vial que se pueden generar en un proyecto vial o aquellos que existen en una vía en operación. Dourthe & Salamanca (2013) indican que “es un examen formal de un proyecto vial, o de tránsito, existente o futuro ... donde un grupo profesionales informan sobre el riesgo de ocurrencia de accidentes ...”

2.2.5. Vía

Es una estructura de diferentes tipos construidas para la movilidad terrestre de los vehículos, ciclistas, peatones y semoviente, y, constituye un esencial medio de comunicación que une regiones, provincias, cantones y parroquias (NEVI-12 Vol. 2A, 2013).

Clasificación de las vías

El Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre (2018) clasifica las vías de la siguiente manera:

- *Por su diseño:* Autopistas, autovía, vías rápidas, carreteras, caminos vecinales, urbanas.
- *Por su funcionalidad:* Nacionales, locales y de servidumbre.
- *Por su dominio:* Caminos públicos y privados.
- *Por su uso:* Carreteras, ferrovía, ciclovía, senderos, vías exclusivas.
- *Por su jurisdicción y competencia:* Red vial nacional, estatal, regional, provincial, red cantonal urbana.

2.2.6. Carretera.

Una carrera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada ... dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos ... de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. (Cárdenas, 2014)

Una carretera es clasificada de la siguientes manera de acuerdo a su función:

- Primarias o de primer orden.
- Secundarias o de segundo orden.
- Terciarias o de tercer orden.

Una carretera puede ser clasificada de conformidad al tráfico promedio diario (TPDA) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22. Clasificación de carreteras en función del TPDA.

CLASES	TPDA
R-I o R-II	desde 8000
I	3000 - 8000
II	1000 - 3000
III	300 - 1000
IV	100 - 300
V	Menor a 100

Fuente: Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre (2018)

2.3. Marco Legal.

2.3.1. Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

Esta Ley tiene como objetivo principal organizar, planificar, fomentar, regular, modernizar y controlar el Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, con el fin de proteger a los usuarios y bienes que son trasladados de un lugar a otro por la Red Vial Nacional.

2.3.2. Reglamento a Ley de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial.

Fue presentado bajo registro oficial suplemento 731 de 25 junio del 2012, y su última modificación el 14 noviembre del 2016. En él se establecen las normas de aplicación a las que están sujetos los conductores, peatones, pasajeros y operadores de transporte, así como también las regulaciones para los automotores y vehículos de tracción humana, animal y mecánica que circulen, y hagan uso de las carreteras y vías públicas o privadas abiertas al tránsito y transporte terrestre en el país.

2.3.3. Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.

Este Reglamento establece el régimen jurídico para el diseño, planificación, ejecución, construcción, mantenimiento, regulación y control de la infraestructura del transporte terrestre y sus servicios complementarios.

2.3.4. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004

El RTE INEN 004 se divide en dos partes, la parte 1 corresponde a la Señalización Vertical y la parte 2 a la Señalización Horizontal. En este Reglamento se establecen los principios básicos para el diseño, uso y requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito y seguridad vial en la señalización horizontal y vertical.

2.3.5. Normas AASHTO 2011 (Libro Verde).

Las Normas AASHTO 2011 (American Association of State Highway and Transportation Officials), denominado Libro Verde, es una norma internacional que contiene los criterios, parámetros y recomendaciones para el diseño geométrico y la seguridad vial; está dividida en tres tomos: El primer tomo presenta los criterios básicos para el diseño y control, como por ejemplo las características del tránsito, la capacidad del camino (niveles de servicios), elementos del diseño, alineamientos (vertical y horizontal), entre otros.

El tomo 2 nos muestra todo referente a la sección transversal y sus elementos (calzada, ancho de los carriles, veredas, drenajes, taludes, etc.). Finalmente, el tomo 3 trata de las intersecciones.

2.3.6. Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12

La Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12 es un documento normativo técnico aplicable al desarrollo de la infraestructura vial y del transporte en el Ecuador, ésta contiene las políticas, criterios, procedimientos y metodologías que debe ser cumplidas en los proyectos viales. La NEVI-12 consta de seis volúmenes y para el desarrollo de este proyecto de investigación se ha contemplado información del volumen 1, volumen 2A – B y el volumen 5 que estima los criterios para la seguridad vial.

2.3.7. Norma de Diseño Geométrico de carreteras 2003

2.3.8. Manual de carreteras: Diseño Geométrico 2018

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

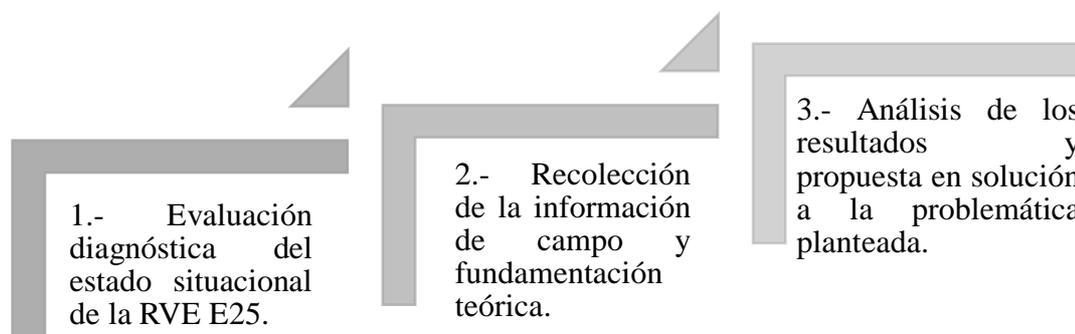
3.1. Metodología.

La metodología con la que se lleva a cabo una investigación, muestra los procedimientos ejecutados para desarrollar un proceso investigativo de carácter académico; ésta abarca los métodos, técnicas, herramientas y/o instrumentos que la investigación científica establece y ha brindado a lo largo de estos años para lograr los alcances anhelados por el investigador.

La metodología prácticamente abarca tres grandes pasos los cuales consisten en: 1.- La recolección u obtención de la información; 2.- el análisis y evaluación de los datos obtenidos; 3.- la presentación de los resultados; que parte de una necesidad, idea o hipótesis en acción de mejora y corrección del estado actual de una problemática.

Para este proyecto investigativo en particular se han establecido tres etapas que van en concordancia con lo antes expuesto como se detalla a continuación:

Proceso de metodología del proyecto del proyecto.



*Gráfico 5. Proceso de metodología.
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)*

Dichos procedimientos serán aplicados en la RVE E25 desde el tramo “T” del cantón Milagro (km 28) hasta el cantón Alfredo Baquerizo Moreno – Jujan (km 50), la misma que se encuentra en etapa de operación.

3.2. Tipo de investigación.

Al hablar del tipo de investigación se hace referencia al ejemplar o modelo con que se va a desarrollar un proyecto de investigación, son varias los subgrupos que se

forman o clasifican de acuerdo a las necesidades presentadas a lo largo de la historia y los avances en la investigación científica.

Para el desarrollo de esta tesis se plantea una investigación de orden **inductiva**, teniendo claro que este tipo de investigación inicia en lo particular de una problemática observada hasta lograr obtener una justificación que dé paso a una conclusión muy generalizada de las razones que originaron el problema. No obstante, es necesario conocer el estado actual, las condiciones reales del problema. La cual se desglosa en una investigación de tipo **descriptiva** que para este proyecto en particular los vincula con una investigación **analítica** con la finalidad de lograr una mejor comprensión y aclaración del estado del arte de la vía seleccionada.

Conocer las causas reales de los factores que han generado siniestros de tránsito en la RVE E25 (T de Milagro – Jujan) es nuestra principal incógnita. Para esto se requiere de inspecciones técnicas en sitio que aporten ideas y permitan identificar las condiciones de la vía en estudio. Así, da paso a una evaluación analítica en base a la información adquirida en campo y una propuesta de solución.

3.3. Enfoque.

El enfoque empleado para este proyecto es de tipo mixto es decir cualitativo y cuantitativo presto a que el trabajo a realizar consta de inspecciones técnicas en la vía de estudio que permitan obtener una visión más amplia de la problemática existente desde todas las aristas que la compongan. Partiendo de que Hernández (2014) expresa que “una investigación cualitativa se basa más en la lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas)” (pág. 8). Se estima que de la aplicación de dicho enfoque resultarán datos subjetivos de la condición de la infraestructura de la carretera y el conjunto que se compone para brindar seguridad en la vía.

No obstante, se requiere de datos cuantificables que aporten a la comprensión del porqué se han generado los siniestros registrados en la RVE E25, los mismos que se basarán en la medición de la velocidad de circulación y aforos vehiculares que bajo el uso de las estadísticas den como resultado un análisis crítico del volumen de tráfico actual. Así como también del cumplimiento de los usuarios en los límites de velocidad y demás factores que tentativamente son causal de pérdidas humanas y materiales.

3.4. Técnicas e Instrumentos.

Para el desarrollo de este estudio en particular se hará uso de la técnica de observación, como ya se viene mencionando con antelación, parte del trabajo es de campo y radica inicialmente en inspecciones técnicas para la recolección de datos cualitativos y cuantitativos como son:

- Condiciones de la vía: Estado de la infraestructura (la carretera presenta irregularidades o fallas); curvas (horizontal y vertical); intersecciones.
- Existencia y condiciones de los elementos de seguridad en la vía: Señalizaciones (vertical y horizontal), semáforos, barandas, hitos viales.

3.5. Población.

De acuerdo al último censo nacional registrado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), la población del cantón Alfredo Baquerizo Moreno es de 25.179 habitantes. Pero, es oportuno mencionar que esta vía conecta otros cantones, como por ejemplo Yaguachi que según la misma fuente su población es de 60.958 habitantes, Milagro, entre otras.

3.6. Análisis de la RVE E25 (km 28 – km 50).

Información levantada en sitio.

COMPOSICIÓN Y GEOMETRÍA

Vía:	Red Vial Estatal E25
Zona:	Rural
Tramo:	km 28 – km 50 RVE E25
Longitud del tramo:	22 kilómetros
Tipo de Terreno:	Llano
Superficie de rodadura:	Pavimento asfáltico
No. Carriles:	km 28 – km 32 cuatro carriles, dos carriles por sentido de circulación. km 32 – km 50 dos carriles, un carril por sentido de circulación.
Ancho de la vía:	Km 28 – km 32 sección transversal 19.00 m Km 32 – km 50 sección transversal 10.00 m Observación: En el recinto Tres Postes (km 38 – km 40) la sección transversal presenta cambio (ampliación) por parterre y espaldones de 2.40 m
Ancho de carril:	3.65 m
Parterre	Irregular (1.60 m - 1.15 m) de tipo virtual
Berma:	Km 28 – km 32 ancho de berma 1.20 m Km 32 – km 50 ancho de berma 1.00 m
Gradiente transversal:	2% Cuenta con dos:
Curvas horizontales:	RVE E25 – km 29 N-S RVE E25 – km 41 N-S
	Señales horizontales
	<ul style="list-style-type: none">• Demarcación en calzada
Señalización:	<ul style="list-style-type: none">• Tachas
	Señales verticales
	<ul style="list-style-type: none">• Informativas

- Preventivas
- Turísticas
- Hitos viales
- Guardavías en curvas horizontales, puentes y obras de descarga.

Intersecciones: RVE E25 – km 34 N-S Recinto Caimito
 RVE E25 – km 42 N-S Recinto La Libertad
 RVE E25 – km 44 N-S Recinto Mamanica - La Toquilla

OPERACIÓN Y FUNCIONALIDAD

Estado actual de la vía: Se visualiza que la estructura del pavimento asfáltico se encuentra en buen estado.

Poblados: Recinto Tres Postes RVE E25 – km 38 N-S

Sitios turísticos:

- Parque acuático Rey Park
- Balneario Rancho Texas

100 km/h Livianos

Velocidad de operación: 90 km/h Buses

40 km/h Pesados

Composición del Tránsito

Más del 50% de los vehículos que circulan por RVE E25 son de tipo livianos, seguido de éstos son las motocicletas que también es de tipo liviano y uno de los medios de trasportes más vulnerables. Una representación considerable también se da en los vehículos pesados como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 23. Composición de Tránsito RVE E25

TIPO	PORCENTAJE
Motocicleta	13.87%
Livianos	66.27%
Buses	8.46%
Pesados	11.40%

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

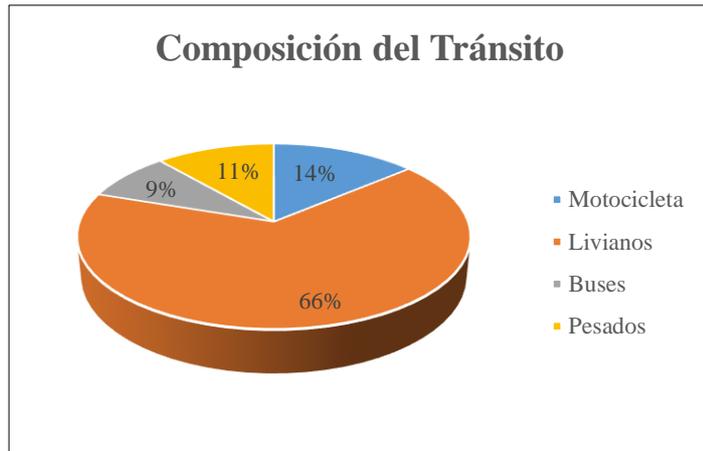


Gráfico 6. Composición del Tránsito RVE E25
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tráfico Promedio Diario Actual

El TPDA existente en la RVE E25 fue obtenido por medio de aforos manuales en sitio, realizados por tres días consecutivos, en una duración de ocho horas por día, en un intervalo de 15 minutos. Los días aforados fueron viernes, sábado y domingo; estimado como días de mayor flujo vehicular.

Tabla 24. Aforo vehicular, viernes 16-08-2019

INTERVALO - TIEMPO		LIVIANOS			PESADOS			TOTAL VEHICULOS (C/15min)
		Motocicleta	Autos y otros (A2)	Buses (B)	C-2EP C-2EG (C-1)	C-3E (C-2)	C ≥ 4E (C-3)	
11:00:00	11:15:00	25	147	19	25	0	5	221
11:15:00	11:30:00	18	139	23	42	3	7	232
11:30:00	11:45:00	13	145	25	38	3	9	233
11:45:00	12:00:00	27	148	24	30	4	8	241
12:00:00	12:15:00	39	131	20	31	3	9	233
12:15:00	12:30:00	29	126	19	31	2	9	216
12:30:00	12:45:00	34	169	27	43	6	12	291
12:45:00	13:00:00	38	141	18	37	2	8	244
13:00:00	13:15:00	49	139	22	36	3	8	257
13:15:00	13:30:00	47	162	19	28	2	8	266
13:30:00	13:45:00	44	162	20	21	6	8	261
13:45:00	14:00:00	43	148	24	31	4	10	260
14:00:00	14:15:00	37	165	22	19	1	8	252
14:15:00	14:30:00	29	156	24	32	4	16	261
14:30:00	14:45:00	36	122	21	32	1	12	224
14:45:00	15:00:00	28	146	17	32	1	11	235
15:00:00	15:15:00	34	154	16	25	2	8	239
15:15:00	15:30:00	38	175	25	34	5	18	295
15:30:00	15:45:00	27	165	26	36	3	10	267
15:45:00	16:00:00	24	176	24	27	2	15	268
16:00:00	16:15:00	41	185	24	35	2	11	298
16:15:00	16:30:00	36	175	18	31	2	11	273
16:30:00	16:45:00	34	188	25	34	3	25	309
16:45:00	17:00:00	30	192	20	37	2	15	296
17:00:00	17:15:00	38	185	23	35	3	16	300
17:15:00	17:30:00	22	187	20	30	2	13	274
17:30:00	17:45:00	40	213	27	32	2	11	325
17:45:00	18:00:00	46	197	21	38	5	20	327
18:00:00	18:15:00	38	174	23	40	3	22	300
18:15:00	18:30:00	47	199	24	26	7	10	313
18:30:00	18:45:00	53	219	32	29	3	16	352
18:45:00	19:00:00	53	193	27	38	4	16	331
TOTAL VEH. =								8694

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 25. Aforo vehicular, sábado 17-08-2019.

INTERVALO - TIEMPO	LIVIANOS			PESADOS			TOTAL VEHICULOS (C/15min)
	Motocicleta	Autos y otros (A2)	Buses (B)	C-2EP C-2EG (C-1)	C-3E (C-2)	C ≥ 4E (C-3)	
11:00:00 11:15:00	38	155	19	19	3	2	236
11:15:00 11:30:00	50	159	21	28	6	4	268
11:30:00 11:45:00	34	155	18	24	5	12	248
11:45:00 12:00:00	46	150	24	26	1	5	252
12:00:00 12:15:00	44	135	19	27	4	9	238
12:15:00 12:30:00	39	143	24	10	0	7	223
12:30:00 12:45:00	32	172	16	16	4	5	245
12:45:00 13:00:00	42	163	20	12	13	6	256
13:00:00 13:15:00	47	163	24	19	2	5	260
13:15:00 13:30:00	43	150	24	30	2	6	255
13:30:00 13:45:00	61	200	16	23	2	14	316
13:45:00 14:00:00	28	175	20	29	4	8	264
14:00:00 14:15:00	64	161	22	20	1	6	274
14:15:00 14:30:00	41	181	18	15	2	2	259
14:30:00 14:45:00	37	181	21	13	2	10	264
14:45:00 15:00:00	47	160	32	35	2	7	283
15:00:00 15:15:00	46	196	20	13	1	7	283
15:15:00 15:30:00	43	171	22	27	3	5	271
15:30:00 15:45:00	35	173	28	15	2	9	262
15:45:00 16:00:00	48	264	34	39	3	9	397
16:00:00 16:15:00	34	168	20	13	0	13	248
16:15:00 16:30:00	39	185	22	18	3	9	276
16:30:00 16:45:00	51	190	22	15	3	7	288
16:45:00 17:00:00	40	163	28	18	3	9	261
17:00:00 17:15:00	42	179	17	17	2	13	270
17:15:00 17:30:00	36	178	17	17	2	9	259
17:30:00 17:45:00	31	194	23	16	2	7	273
17:45:00 18:00:00	26	180	29	18	2	7	262
18:00:00 18:15:00	48	188	25	17	3	3	284
18:15:00 18:30:00	23	160	22	19	1	10	235
18:30:00 18:45:00	31	193	23	15	2	4	268
18:45:00 19:00:00	40	174	27	13	3	12	269
TOTAL VEH. =							8547

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 26. Aforo vehicular, domingo 18-08-2019.

INTERVALO - TIEMPO	LIVIANOS			PESADOS			TOTAL VEHICULOS (C/15min)
	Motocicleta	Autos y otros (A2)	Buses (B)	C-2EP C-2EG (C-1)	C-3E (C-2)	C ≥ 4E (C-3)	
11:00:00 11:15:00	45	161	20	5	3	2	236
11:15:00 11:30:00	35	119	25	6	1	2	188
11:30:00 11:45:00	27	150	19	8	0	3	207
11:45:00 12:00:00	34	157	15	15	0	3	224
12:00:00 12:15:00	34	161	25	9	3	3	235
12:15:00 12:30:00	30	170	20	5	0	3	228
12:30:00 12:45:00	25	144	23	13	0	0	205
12:45:00 13:00:00	27	143	20	14	2	1	207
13:00:00 13:15:00	29	187	23	7	2	3	251
13:15:00 13:30:00	43	177	17	6	0	0	243
13:30:00 13:45:00	53	153	22	8	1	1	238
13:45:00 14:00:00	37	173	20	6	3	1	240
14:00:00 14:15:00	36	169	15	10	1	0	231
14:15:00 14:30:00	32	181	24	8	0	1	246
14:30:00 14:45:00	35	162	20	9	1	2	229
14:45:00 15:00:00	21	151	18	11	0	4	205
15:00:00 15:15:00	36	217	26	7	2	4	292
15:15:00 15:30:00	30	194	22	10	0	1	257
15:30:00 15:45:00	38	231	20	13	1	2	305
15:45:00 16:00:00	31	204	19	7	1	2	264
16:00:00 16:15:00	38	230	22	11	2	5	308
16:15:00 16:30:00	35	198	26	15	1	0	275
16:30:00 16:45:00	37	190	22	8	4	6	267
16:45:00 17:00:00	37	226	22	9	0	4	298
17:00:00 17:15:00	27	218	29	7	3	2	286
17:15:00 17:30:00	40	197	23	10	0	3	273
17:30:00 17:45:00	32	238	25	10	2	3	310
17:45:00 18:00:00	36	218	24	10	1	2	291
18:00:00 18:15:00	35	181	25	9	2	3	255
18:15:00 18:30:00	26	186	27	8	0	2	249
18:30:00 18:45:00	15	180	23	4	4	2	228
18:45:00 19:00:00	21	172	18	4	1	2	218
TOTAL VEH. =							7989

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Los días viernes existe una mayor presencia de vehículos pesados en la vía como se puede visualizar en las tablas de aforo, debido al transporte de producto; a diferencia de los fines de semana (sábado y domingo) que predominan los vehículos livianos, se pudo observar que la mayoría de los vehículos se movilizan para fines turístico.

Intensidad

Durante las ocho horas de conteo vehicular se pudo constatar que la cantidad de vehículos que circulan se mantiene casi constante; no obstante, hay horas de mayor intensidad. Por ejemplo, el día viernes presenta un mayor flujo de vehículos entre las 18:00 – 19:00; para el día sábado se presenta un flujo similar pero entre las 15:00 – 16:00; no así el día domingo que muestra un mayor flujo entre las 17:00 – 18:00.

Tabla 27. Intensidad vehicular RVE E25.

HORAS	INTERVALO	INTENSIDAD (veh/h)		
		VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
1	11:00 – 12:00	927	1004	855
2	12:00 – 13:00	984	962	875
3	13:00 – 14:00	1044	1095	972
4	14:00 – 15:00	972	1080	911
5	15:00 – 16:00	1069	1213	1118
6	16:00 – 17:00	1176	1073	1148
7	17:00 – 18:00	1226	1064	1160
8	18:00 – 19:00	1296	1056	950

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Factor de Hora Pico (FHP)

Para el cálculo del FHP se utilizó la siguiente expresión:

$$FHP = \frac{I_h}{4I_{15}}$$

De donde se obtuvo los siguientes valores por cada día aforado:

$$FHP_{viernes} = \frac{1296}{4(352)}$$

$$FHP_{viernes} = \mathbf{0.9205}$$

$$FHP_{sábado} = \frac{1213}{4(397)}$$

$$FHP_{sábado} = \mathbf{0.7639}$$

$$FHP_{domingo} = \frac{1160}{4(310)}$$

$$FHP_{domingo} = \mathbf{0.9355}$$

Como muestran los resultados el FHP de la RVE E25 oscila entre **0.76 – 0.93**, para lo cual es oportuno decir que valores bajos del FHP indican una alta variabilidad del tráfico dentro de la hora. Mientras que, valores más altos indican variaciones más bajas (HCM, 2010) es decir, que la Intensidad Media Diaria (IMD) es alta.

Todo esto y con base en TPDA existente en la RVE E25 podemos clasificar a la vía como una carretera **Clase I** (ver tabla 19).

Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación de la RVE E25 fue medida en sitio a través de la *velocidad media de punto* a la altura del km 36, en ambos sentidos de la vía. La velocidad fue tomada en vehículos como: autos, buses y pesados, en una cantidad de diez mediciones por tipo y sentido de carril, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 28. Velocidad de circulación, sentido Norte - Sur km 36 RVE E25

TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO (Seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (km/h)	
AUTOS (A)	1	9.00	320	128.00
	2	11.00	320	104.73
	3	9.00	320	128.00
	4	11.00	320	104.73
	5	10.00	320	115.20
	6	10.00	320	115.20
	7	11.00	320	104.73
	8	14.00	320	82.29
	9	13.00	320	88.62
	10	13.00	320	88.62
BUSES (B)	1	12.00	320	96.00
	2	15.00	320	76.80
	3	15.00	320	76.80
	4	15.00	320	76.80
	5	13.00	320	88.62
	6	16.00	320	72.00
	7	11.00	320	104.73
	8	14.00	320	82.29
	9	13.00	320	88.62
	10	12.00	320	96.00
PESADOS (C)	1	15.00	320	76.80
	2	18.00	320	64.00
	3	20.00	320	57.60
	4	18.00	320	64.00
	5	18.00	320	64.00
	6	16.00	320	72.00
	7	12.00	320	96.00
	8	17.00	320	67.76
	9	16.00	320	72.00
	10	13.00	320	88.62

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 29. Velocidad de circulación, sentido Sur – Norte km36 REV E25.

TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO (Seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (km/h)	
AUTOS (A)	1	11.00	320	104.73
	2	9.00	320	128.00
	3	12.00	320	96.00
	4	10.00	320	115.20
	5	13.00	320	88.62
	6	10.00	320	115.20
	7	12.00	320	96.00
	8	10.00	320	115.20
	9	9.00	320	128.00
	10	11.00	320	104.73
BUSES (B)	1	14.00	320	82.29
	2	12.00	320	96.00
	3	13.00	320	88.62
	4	19.00	320	60.63
	5	15.00	320	76.80
	6	10.00	320	115.20
	7	12.00	320	96.00
	8	12.00	320	96.00
	9	12.00	320	96.00
	10	11.00	320	104.73
PESADOS (C)	1	13.00	320	88.62
	2	12.00	320	96.00
	3	14.00	320	82.29
	4	14.00	320	82.29
	5	12.00	320	96.00
	6	11.00	320	104.73
	7	15.00	320	76.80
	8	15.00	320	76.80
	9	12.00	320	96.00
	10	14.00	320	82.29

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 30. Velocidad media de circulación RVE E25.

TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO (Seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (km/h)	
AUTOS (A)	1	10.00	320	115.20
	2	10.00	320	115.20
	3	10.50	320	109.71
	4	10.50	320	109.71
	5	11.50	320	100.17
	6	10.00	320	115.20
	7	11.50	320	100.17
	8	12.00	320	96.00
	9	11.00	320	104.73
	10	12.00	320	96.00
BUSES (B)	1	13.00	320	88.62
	2	13.50	320	85.33
	3	14.00	320	82.29
	4	17.00	320	67.76
	5	14.00	320	82.29
	6	13.00	320	88.62
	7	11.50	320	100.17
	8	13.00	320	88.62
	9	12.50	320	92.16
	10	11.50	320	100.17
PESADOS (C)	1	14.00	320	82.29
	2	15.00	320	76.80
	3	17.00	320	67.76
	4	16.00	320	72.00
	5	15.00	320	76.80
	6	13.50	320	85.33
	7	13.50	320	85.33
	8	16.00	320	72.00
	9	14.00	320	82.29
	10	13.50	320	85.33

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

La velocidad media de circulación en la vía es de **90.80 km/h** por lo cual el nivel de servicio para los tramos analizado en la RVE E25 de acuerdo a la Tabla 31 y por los valores de velocidad se podría decir que el nivel de servicio es **A**, pero en función del volumen de tráfico tendría un nivel de servicio **B**. No obstante, para este estudio se y en función de los datos obtenidos la vía en estudio se categorizó como un *Nivel de servicio B*.

Tabla 31. Niveles de servicio para carreteras de dos carriles

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIÓN DE FLUJO	VELOCIDAD MÁX. CIRCULACIÓN	VOLUMEN DE SERVICIO
A	Flujo libre	100 km/h	500 vph
B	Flujo estable	80 km/h	1200 vph
C	Flujo estable	65 km/h	2000 vph
D	Flujo casi inestable	55 km/h	2400 vph
E	Flujo inestable	45 km/h	2800 vph
F	Flujo forzado	40 km/h	Variable (0 a máx)

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial 12 Vol. 2A (2013)

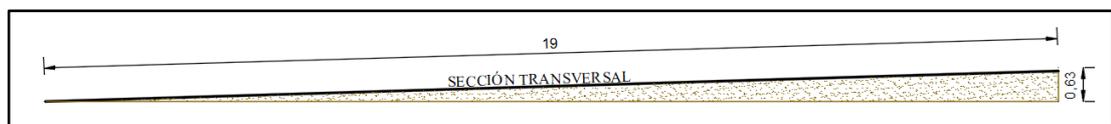
Radio y Peralte en las Curvas Horizontales.

A lo largo del tramo en estudio se ubican dos curvas horizontales a la izquierda (sentido sur – norte), la primera a la altura del km 29, y la segunda a la altura del km 41 de la RVE E25.

Curva Horizontal km 29 – RVE E25.

Datos:

Ancho de calzada: 19,00 m
 Desnivel: 0,63 m
 Pendiente transversal: 3,3%
 Ángulo de pendiente: 1°41'54"
 Radio: 600 m
 Grado de curvatura: 17°11'59"



*Figura 13. Corte de la sección transversal - curva km 29 RVE E25.
 Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)*

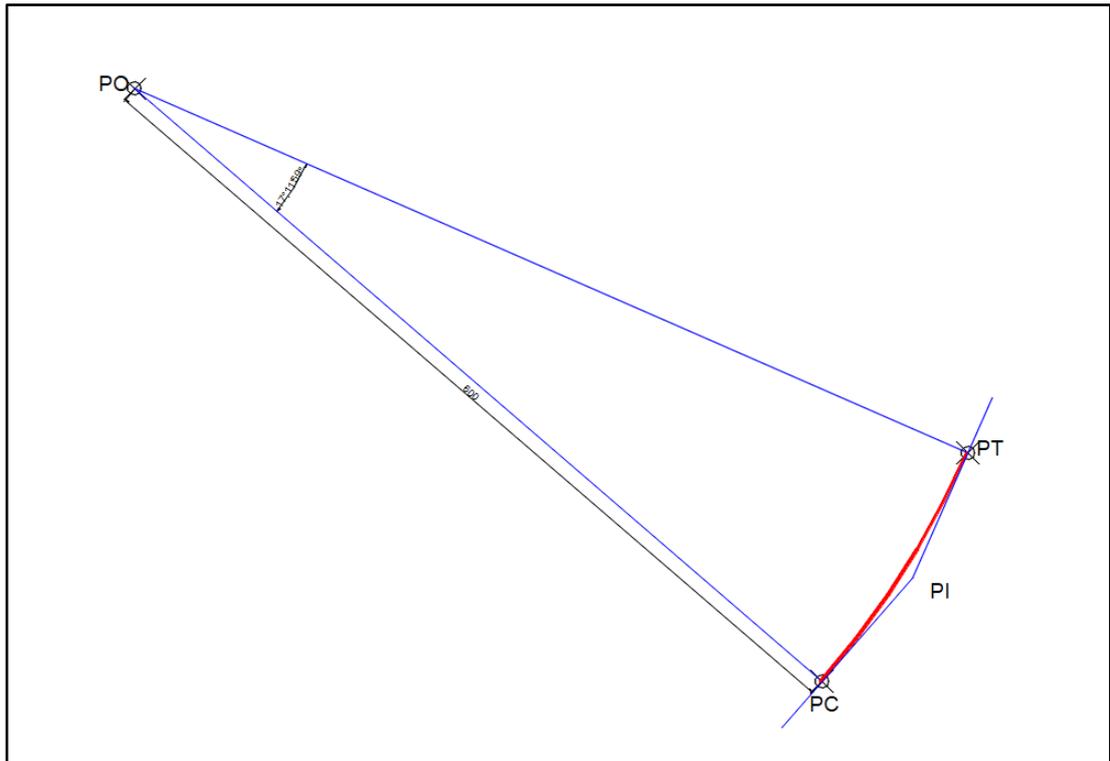


Figura 14. Proyección de curva km 29 RVE E25.
 Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Curva Horizontal km 41 – RVE E25.

Datos:

- Ancho de calzada: 10,00 m
- Desnivel: 0,56 m
- Pendiente transversal: 5,6%
- Ángulo de pendiente: 3°11'19"
- Radio: 1000 m
- Grado de curvatura: 14°27'32"

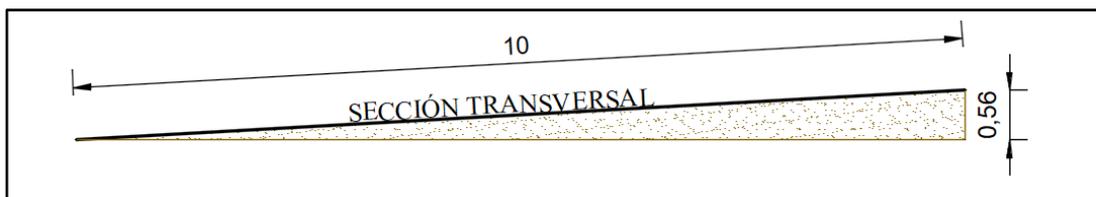
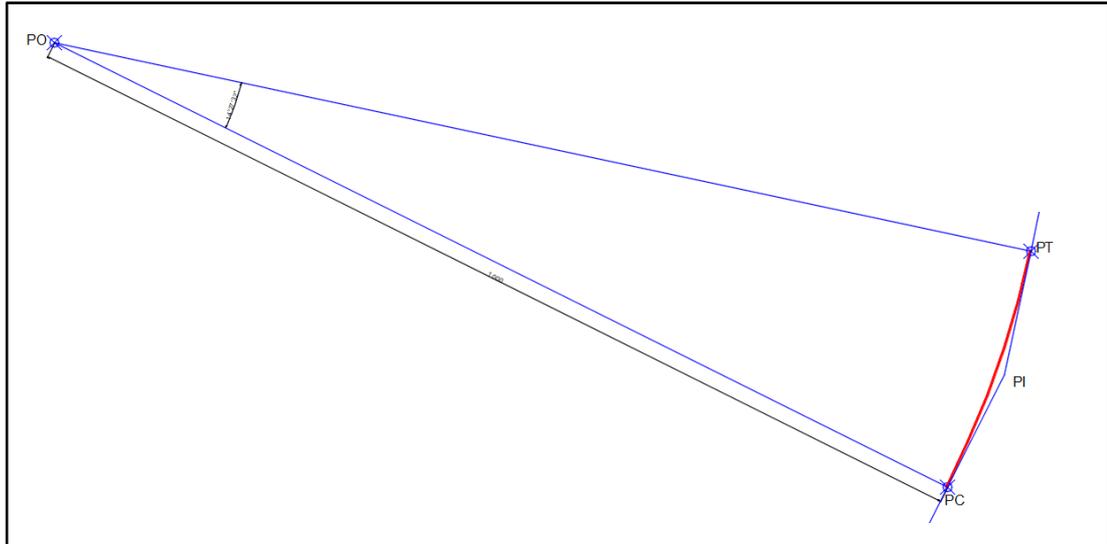


Figura 15. Corte de la sección transversal - curva km 41 RVE E25.
 Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)



*Figura 16. Proyección de la curva km 41 RVE E25.
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)*

Índice de Estado de la vía.

A lo largo del tramo en estudio se hallaron fallas como:

- Baches B-01
- Exudación E-01
- Grietas longitudinales G-01
- Hundimiento H-01
- Parches P-01
- Piel de cocodrilo Pc-01

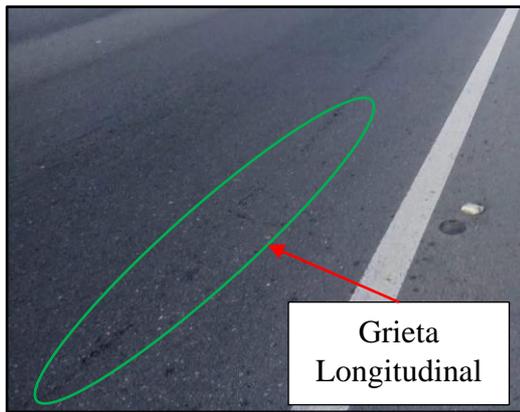


Imagen 8. Falla grieta longitudinal
 Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

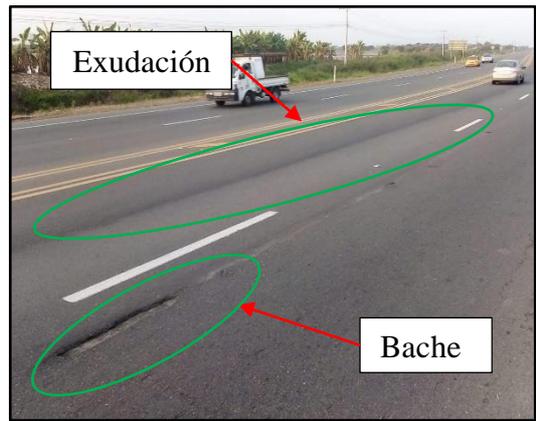


Imagen 9. Fallas de exudación y baches
 Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

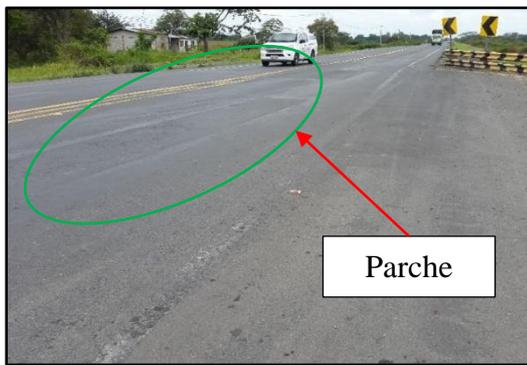


Imagen 11. Falla de parche
 Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

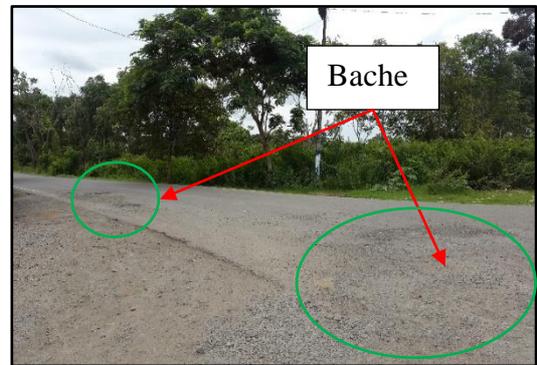


Imagen 10 Fallas de baches
 Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

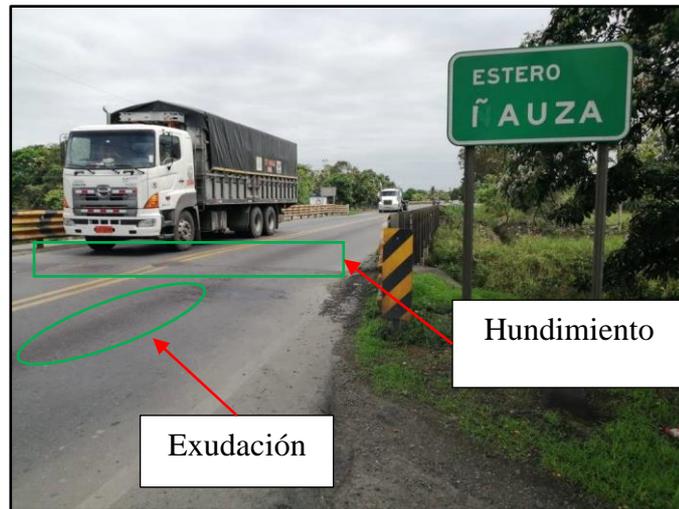


Imagen 12. Fallas de exudación y hundimiento
 Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Las fallas por cada tres kilómetro de vía se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 32. Descripción de fallas halladas en sitio.

Tramo		Código	Descripción de fallas
Inicial	Final		
km 28	km 31	B-01	Bache
		G-01	Grieta longitudinal
		E-01	Exudación
km 32	km 35	Pc-01	Piel de cocodrilo
		Pc-02	Piel de cocodrilo
		P-01	Parche
km 36	km 39	H-01	Hundimiento
		E-02	Exudación
		Pc-03	Piel de cocodrilo
km 40	km 43	B-02	Bache
		B-03	Bache
		Pc-04	Piel de cocodrilo
km 44	km 50	Pc-05	Piel de cocodrilo
		B-04	Bache

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Estimación de los coeficientes

Deformaciones Longitudinales “D1”.- La rugosidad de la vía de conformidad a los datos cedidos por GAD Provincial del Guayas se muestran a continuación:

Tabla 33. Estimación del coeficiente "D1"

Tramo		IRIS			"D1"
Inicial	Final	S - N	N - S	Promedio	
km 28	km 29	1.72	2.15	1.94	3
km 29	km 30	1.74	2.29	2.02	3
km 30	km 31	1.67	2.05	1.86	3
km 31	km 32	2.1	2.00	2.05	3
km 32	km 33	1.81	2.03	1.92	3
km 33	km 34	1.86	1.86	1.86	3
km 34	km 35	1.62	2.12	1.87	3
km 35	km 36	1.81	1.89	1.85	3
km 36	km 37	3.17	2.41	2.79	5
km 37	km 38	2.36	2.74	2.55	5
km 38	km 39	1.62	2.05	1.84	3
km 39	km 40	1.72	1.96	1.84	3
km 40	km 41	1.6	1.70	1.65	2
km 41	km 42	1.67	1.98	1.83	3
km 42	km 43	2.22	2.10	2.16	4
km 43	km 44	1.79	1.84	1.82	3
km 44	km 45	1.84	1.96	1.90	3
km 45	km 46	1.89	2.46	2.18	4
km 46	km 47	1.91	2.24	2.08	3
km 47	km 48	2.67	2.46	2.57	5
km 48	km 49	2.74	2.84	2.79	5
km 49	km 50	2.79	2.76	2.78	5

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Deformaciones Transversales "D2".- Este tipo de falla se encontró entre los kilómetros 36 - 39 a la altura del puente Ñauza, y su profundidad es de 18 mm. Lo que indica que el coeficiente "D2" correspondiente es 5.

Tabla 34. Valores del coeficiente "D2"

Profundidad de deformación (mm)	Coeficiente "D2"
0 - 5	0
6 - 9	1
10 - 12	2
13 - 16	3
17 - 20	4
21 - 25	5
26 - 30	6
31 - 35	7
36 - 40	8
41 - 45	9
46 y mas	10

Fuente: Evaluación de Pavimentos (Argentina, s. f.)

Fisuración “D3”.- Las fallas por fisuración fue una de las más halladas en sitio, y su coeficiente se estimó de la siguiente manera:

Tabla 35. Clasificación de fallas en función del coeficiente "D3"

Código	Descripción de fallas	Clasificación
B-01	Bache	Tipo 4
G-01	Grieta longitudinal	Tipo 2
E-01	Exudación	
Pc-01	Piel de cocodrilo	Tipo 2
Pc-02	Piel de cocodrilo	Tipo 2
P-01	Parche	
H-02	Hundimiento	
E-02	Exudación	
Pc-03	Piel de cocodrilo	Tipo 2
Pc-04	Piel de cocodrilo	Tipo 2
Pc-05	Piel de cocodrilo	Tipo 2
E-03	Exudación	
G-02	Grieta longitudinal	Tipo 2
B-02	Bache	Tipo 6
B-03	Bache	Tipo 4
B-04	Bache	Tipo 4

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Desprendimientos “D4”.- Para la obtención del coeficiente “D4” se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$D_4 = \frac{A * 100}{a_v * L_t}$$

De donde:

A: Área de deformación

a_v : Ancho de vía

L_t : Longitud del tramo

Tabla 36. Valores del coeficiente "D4"

Peladuras superficiales	Baches descubiertos	Coficiente "D4"
1 - 9		1
10 - 29		2
30 - 49		3
50 - 69	0.1 - 0.3	4
70 - 89	0.4 - 0.6	5
90 - 100	0.7 - 1.0	6
	1.1 - 1.3	7
	1.4 - 1.6	8
	1.7 - 2.0	9
	Mayor a 2	10

Fuente: Evaluación de Pavimentos (Argentina, s. f.)

Tabla 37. Estimación del coeficiente "D4"

Tramo		Descripción de fallas	Área	Ancho de vía	Longitud del tramo	Resultado	Coficiente "D4"	Tipo
Inicial	Final							
km 28	km 31	Bache	0.16	19	3	0.28	4	Superficial
		Grieta longitudinal						
		Exudación						
km 31	km 34	Piel de cocodrilo	0.45	10	3	1.50	1	Superficial
		Piel de cocodrilo	0.16	10	3	0.53	1	Superficial
		Parche						
km 34	km 37	Hundimiento	0.25	10	3	0.83	1	Superficial
		Exudación						
		Piel de cocodrilo	0.10	10	3	0.33	1	Superficial
km 40	km 43	Piel de cocodrilo	0.20	10	3	0.67	1	Superficial
		Piel de cocodrilo	0.25	10	3	0.83	1	Superficial
		Exudación						
km 43	km 46	Grieta longitudinal						
		Bache	0.50	10	3	1.67	8	Descubierto
km 46	km 50	Bache	0.26	10	3	0.87	6	Descubierto
		Bache	0.15	10	3	0.50	4	Descubierto

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Finalmente el índice de estado de la vía fue calculado por tramos mediante la siguiente ecuación:

$$IE = 10 * e^{-(0.04D_1+0.05D_2+0.07D_3+0.04D_4)}$$

Tabla 38. Índice de Estado del Pavimento RVE E-25 km 28 - km 50

Tramo		Descripción de fallas	D1	D2	D3	D4	IE	Promedio	Observación
Inicial	Final								
km 28	km 31	Bache	3		4	4	5.71	7.43	Bueno
		Grieta longitudinal	3		2		7.71		
		Exudación	3				8.87		
km 32	km 35	Piel de cocodrilo	3		2	1	7.41	7.90	Bueno
		Piel de cocodrilo	3		2	1	7.41		
		Parche	3				8.87		
km 36	km 39	Hundimiento	4	4		1	6.70	7.45	Bueno
		Exudación	4				8.52		
		Piel de cocodrilo	4		2	1	7.12		
km 40	km 43	Piel de cocodrilo	3		2	1	7.41	7.41	Bueno
		Piel de cocodrilo	3		2	1	7.41		
km 43	km 46	Exudación	3				8.87	8.29	Bueno
		Grieta longitudinal	3		2		7.71		
km 46	km 50	Bache	5		6	8	3.91	4.68	Malo
		Bache	5		4	6	4.87		
		Bache	5		4	4	5.27		

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Comparación del diseño e infraestructura de la RVE E25 de acuerdo a las normas de diseño.

Tabla 39. Comparación del diseño de acuerdo a las normas.

CARRETERA CLASE I - LL		
PARÁMETROS	NORMA	RVE E25
TPDA (veh/h)	1000 - 3000	1052
Velocidad de diseño (km/h)	110	116.04
Radio (m)	430	600
		1000
Peralte (%)	10	3.3
		5.6
Ancho de pavimento (m)	7,3	19
		10
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica y Hormigón	Carpeta asfáltica
Ancho de espaldones (m)	3,0	1.2
		1.0
Curva de transición	Uso de espiral cuando se requiera	-
Ancho de calzada en puentes	De dimensión de la calzada de la vía incluido los espaldones	sí

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carretera (MOP, 2003)

Elaboración: Nazareno & Sánchez (2020)

Valoración Económica

La valoración económica estimada, consiste en mostrar las pérdidas ocasionadas por los siniestros viales en el país partiendo de los datos estadísticos registrados por la ANT, y los montos preestablecidos por la misma, a través del Servicio de Pago de Accidentes de Tránsito (SPPAT) y el Fondo del Seguro Obligado de Accidentes de Tránsito (FONSAT), cubre los gastos en accidente de tránsito por muerte y lesión desde toda casa de salud pública o privada, durante los 365 días del año.

Los montos de protección que considera el SPPAT son los siguientes:

Tabla 40. Montos de Protección del SPPAT

CASO	MONTOS
Fallecimiento	USD 5.000
Discapacidad	Hasta USD 5.000
Gastos Médicos	Hasta USD 3.000
Gastos Funerarios	USD 400
Movilización Víctimas	USD 200

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (2019)

Pérdida por Accidentes de Tránsito

La pérdida económica por accidentes de tránsito estimada en función de los montos mostrados en la tabla 30 se presentan a continuación:

Tabla 41. Pérdida económica por muertes.

AÑO	MUERTES	PERDIDAS
2014	2.322	\$ 12.538.800,00
2015	2.138	\$ 11.545.200,00
2016	1.967	\$ 10.621.800,00
2017	2.153	\$ 11.626.200,00
2018	2.151	\$ 11.615.400,00
PÉRDIDAS TOTALES		\$ 57.947.400,00

Elaboración: Nazareno & Sánchez (2020)

Nota: El monto utilizado para el cálculo de la pérdida es la sumatoria del valor por fallecimiento más los gastos funerarios.

Tabla 42. Pérdida económica por lesiones.

AÑO	LESIONADOS	PERDIDAS
2014	27,668	\$ 88,537,600.00
2015	25,234	\$ 80,748,800.00
2016	21,458	\$ 68,665,600.00
2017	22,018	\$ 70,457,600.00
2018	19,858	\$ 63,545,600.00
PÉRDIDAS TOTALES		\$ 371,955,200.00

Elaboración: Nazareno & Sánchez (2020)

Nota: El monto utilizado para el cálculo de la pérdida es la sumatoria del valor por gastos médicos más movilización de víctimas.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Ficha técnica para Auditorías de Seguridad Vial.

En razón de todos los siniestros ocurridos, y con el previo conocimiento de que la materia de Seguridad Vial es un gran campo en el que los factores que causan aquellos siniestros son corresponsables e interactúan entre sí. Es menester un modelo o ejemplo *tipo* para realizar Auditorías de Seguridad Vial.

En este capítulo se presenta la propuesta de dicho modelo, partiendo del estudio de la seguridad vial en la RVE E25. Éste contempla los principales parámetros a evaluar al momento de realizar una ASV en una vía post-apertura u operación, la propuesta se base en:

- Check List o Lista de chequeo.
- Ficha de Inspección de Seguridad Vial.
- Matriz de Valoración.

4.1.1. Check List o Lista de Chequeo.

El uso de una Lista de Chequeo (check list) al momento de realizar una ASV, permite de una forma sistemática y ordenada identificar posibles potenciales problemas de inseguridad en la vía. Es programar de grosso modo todo lo que se necesita observar, revisar y evaluar en campo.

Lista de Chequeo

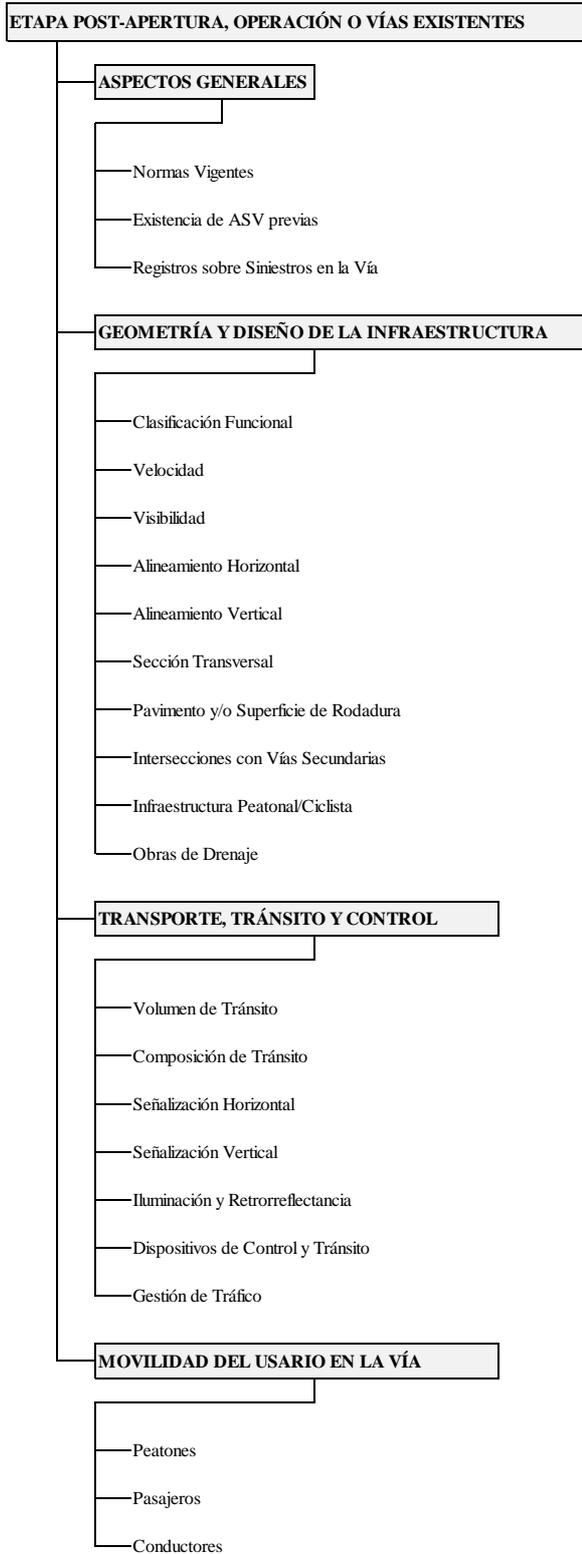


Gráfico 7. Lista de chequeo
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

4.1.2. Ficha de Auditoría de Seguridad Vial.

La ficha de Auditoría de Seguridad Vial (ASV) consiste en el detalle y descripción de los hallazgos encontrados en la vía, y los posibles potenciales problemas en la seguridad vial, bajo un formato o modelo como se muestra a continuación:

Tabla 43. Ficha de Auditoría de Seguridad Vial

FICHA DE AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL									
VÍA / PROYECTO:									
ETAPA:		PERIODO DE DURACIÓN	INICIO:						
LONGITUD DE VÍA:			FIN:						
LOCALIZACIÓN FÍSICA					LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA				
DISPOSICIONES GENERALES									
MARCO NORMATIVO									
VÍA PREVIAMENTE INSPECCIONADA Y/O AUDITADA	SÍ								
	NO								
OBSERVACIÓN:									
GRUPO OPERATIVO									
NOMBRE			CARGO / FUNCIÓN				FIRMA		

TRAMO:		FECHA:	
		HALLAZGO N°	
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
RIESGO:			
NIVEL DE RIESGO:			
ANTECEDENTES:			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

En este espacio se debe considerar el nivel de riesgo y la severidad de los hallazcos para cual se presenta las siguientes tablas:

Tabla 44. Frecuencia de niveles de riesgo

Frecuencia de los Niveles de Riesgo en Sinistros Viales	
Poco frecuente	No se ha registrados ningún evento en los últimos tres o cinco años (en función de los antecedentes de siniestralidad)
Ocasional	Una vez en los últimos tres años
Común	Una o más veces en un año (menor de una vez por semana)
Frecuente	Una o más veces por semana

Elaboración: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 45. Severidad de siniestros viales

Severidad de Sinistros Viales	
Leve	Lesiones menores y daños materiales.
Grave	Lesiones que requieren hospitalización o lesiones de incapacidad
Fatal	Muertes y/o lesiones de incapacidad.

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 46. Niveles de riesgos para los hallazgos.

Niveles de Riesgos para los Hallazgos	
Bajo	<p>Nivel de riesgo menor.</p> <p>Acciones sugeridas de mejora para la seguridad vial.</p> <p>Estimaciones de costos bajos.</p>
Medio	<p>Nivel de riesgo moderado.</p> <p>Acciones probabilísticas (condicional) para corregir o reducir problemas identificados.</p> <p>Estimaciones de costos moderados.</p>
Alto	<p>Nivel de riesgo significativo.</p> <p>Acciones obligatorias para efectuar cambios que reduzcan los siniestros graves.</p> <p>Estimación de costos significativos (debería corregirse o reducir el riesgo).</p>
Muy alto	<p>Nivel de riesgo alarmante (alta preocupación).</p> <p>Acciones correctivas obligatorias</p> <p>Estimaciones de costos altos (debe corregirse el riesgo)</p>

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

4.1.3. Matriz de Valoración.

La matriz de valoración tiene la finalidad de mostrarnos el grado de severidad y nivel de los riesgos identificados durante la ASV. Esto con el fin de que se pueda priorizar e identificar las causas en función de los factores (factor vía, factor humano y factor vehículo).

Tabla 47. Matriz de valoración

N°	HALLAZGO	FACTOR		
		VÍA	HUMANO	VEHÍCULO

SEVERIDAD DE CAUSAS PROBABLES				
FRECUENCIA	NIVEL DE RIESGO			
	25%	50%	75%	100%
POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

HALLAZGO / CAUSA PROBABLE		NIVEL DE RIESGO				NIVEL DE RIESGO PROMEDIO
		B	M	A	MA	
FACTOR VÍA						
FACTOR HUMANO						
FACTOR VEHÍCULO						

RESULTADO	F. V.	
	F. H.	
	F. V.	

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Aplicación de modelo a la RVE E25 (T del Cantón Milagro – Cantón Alfredo Baquerizo Moreno)

Tabla 48. Aplicación de Fichas técnica ASV en RVE E25 (km 28 – km 50)

FICHA DE AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL									
VÍA / PROYECTO:	RVE E25								
ETAPA:	OPERACIÓN	PERIODO DE DURACIÓN	INICIO:	17	08	2	0	1	9
LONGITUD DE VÍA:	22 Km		FIN:	14	12	2	0	2	0
LOCALIZACIÓN FÍSICA					LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA				
“T” del Cantón Milagro (Km 28) hasta el Cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Km 50)					2°04’30.1”S – 79°39’07.0”W 1°54’12.7”S – 79°33’32.9”W				
DISPOSICIONES GENERALES									
MARCO NORMATIVO									
Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004									
VÍA PREVIAMENTE INSPECCIONADA / AUDITADA	SÍ	X							
	NO								
OBSERVACIÓN:									
<p>La RVE E25 cuenta con una Inspección de Seguridad Vial (ISV), con fecha del 05-04-2018 realizada por la Comisión de Tránsito del Ecuador; el tramo inspeccionado fue desde la T de Milagro hasta el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan). De dicha ISV se destaca lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la vía en el Km 32. La calzada se reduce a dos carriles, un carril por sentido. • La velocidad es controlada por radares fijos. • Guardavías discontinuas en las curvas; falta de retro-reflectancia por desgaste de pintura. • Señalización horizontal borrosa. • Se identificó como puntos críticos, la entrada al Recinto Caimito, la entrada al Recinto Mata de Caña, la entrada al Recinto La Libertad, y en la entrada al Recinto Mamanica – La Toquilla y Simón Bolívar. • La calzada presenta irregularidades con deformaciones y huecos en la carpeta asfáltica. 									
GRUPO OPERATIVO									
NOMBRE			CARGO / FUNCIÓN			FIRMA			
Maribel Nathaly Nazareno Valencia			Inspección de vía						
Guillermo Luis Sánchez Flores			Inspección de vía						

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 49. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 1

TRAMO:	km 28 – km 31	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	1
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
<p>En el km 28 la vía presenta una sección transversal en buen estado.</p> <p>El ancho de la calzada es de 19 m, con dos carriles por sentido de circulación vehicular. Cada carril de estos tiene un ancho superior a los 3.65 m exigido por MTOP, la sección cuenta con parterre virtual de 1.60 m y espaldones o bermas de 1.20 m aproximadamente.</p>			
RIESGO:			
N/A			
NIVEL DE RIESGO:			
N/A			
ANTECEDENTES:			
<p>El km 28 a la altura del <i>distribuidor de tráfico elevado</i> construido recientemente (2018), estaba identificado como un <i>punto negro</i> por los constantes accidentes de tránsito con muertes registrados.</p>			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 50. Evaluación RVE E25 (km 28 km 31) Hallazgo N° 2

TRAMO:	Km 28 – km 31	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	2
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
Conductores de buses intercantonales dejan a los pasajeros en zonas no adecuadas e inseguras.			
RIESGO:			
Atropellamiento, arrollamiento.			
NIVEL DE RIESGO:			
Alto			
ANTECEDENTES:			
El dejar o recoger pasajeros en zonas no adecuadas o señalizadas presentan un alto índice de accidentabilidad en una carretera.			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar medidas de control. La presencia de un agente de tránsito podría ser una solución a corto plazo. • Diseños de vías multimodales, donde los usuarios puedan subir y bajar de los buses de una manera segura y cómoda donde haya conexión con los sectores apartado de la vía principal. 			

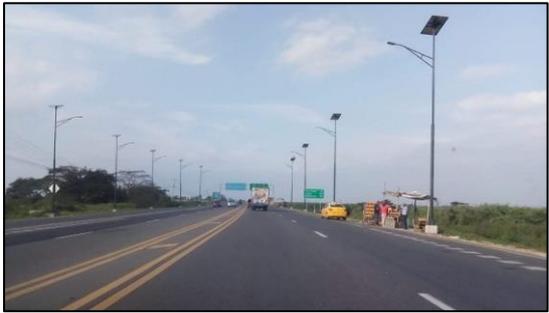
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 51. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 3

TRAMO:	km 28 – km 31	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	3
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
Cerca del peaje (sentido norte – sur) un vehículo perdió pista y derrapó hacia el talud de la carretera.			
RIESGO:			
N/A			
NIVEL DE RIESGO:			
N/A			
ANTECEDENTES:			
N/A			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
Se recomienda ubicar dispositivos de control de velocidad, para persuadir a los conductores que van a exceso de velocidad y que son causas potenciales de accidentes de tránsito			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 52. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 4

TRAMO:	Km 28 – km 31	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	4
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
<p>A varios metros del distribuidor de tráfico elevado, a la altura del km 28, se observó el asentamiento de vendedores informales sobre la berma.</p>			
RIESGO:			
Choque, atropellamiento, arrollamiento.			
NIVEL DE RIESGO:			
Alto			
ANTECEDENTES:			
<p>Los vendedores informales permanecen por largos periodos y de manera constante se ubican en la vía.</p>			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<ul style="list-style-type: none"> • Hacer respetar el derecho de vía. • Considerar la reubicación de los vendedores a un punto o zona destinada para el comercio, por parte de los GAD municipales y provincia. Por ejemplo como un proyecto comunitario que bajos los respectivos estudios técnicos muestren la viabilidad del mismo. 			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 53. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 5

TRAMO:	km 28 – km 31	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	5
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
A la altura del kilómetro 29 se evidenció pequeñas fallas en la carpeta asfáltica de tipo bache.			
RIESGO:			
Pérdida de pista.			
NIVEL DE RIESGO:			
Bajo			
ANTECEDENTES:			
N/A			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<ul style="list-style-type: none"> Realizar trabajos de mantenimiento en la vía antes de la temporada de invierno, lo cual agravaría su nivel de riesgo; ocasionando desequilibrio al vehículo. 			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 54. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 6

TRAMO:	km 28 – km 31	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	6
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
Guardavías sin amortiguador o elemento de seguridad en los extremos terminales.			
RIESGO:			
Chóque			
NIVEL DE RIESGO:			
Medio			
ANTECEDENTES:			
Las guardavías con los extremos terminales en forma de “cola de pez” no han brindado la seguridad adecuada. En el país se han registrados accidentes donde los vehículos se han incrustado en las guardavías.			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<p>Considerar sistemas o elementos amortiguadores de impacto en las terminales de las guardavías, como por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atenuador de impacto no redireccional ABSORB 350. • Terminal de absorción de energía ET-Plus™. 			
			
<p><i>Imagen 13 Sistema ABSORB 350</i> Fuente: Google</p>			
			
<p><i>Imagen 14 Sistema ET-Plus™</i> Fuente: Google</p>			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 55. Evaluación RVE E25 (km 28 - km 31) Hallazgo N° 7

TRAMO:	km 28 – km 31	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	7
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
Tachas u ojos de gatos se encuentran desprendidos de la calzada.		 	
RIESGO:			
N/A			
NIVEL DE RIESGO:			
Bajo			
ANTECEDENTES:			
N/A			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<ul style="list-style-type: none"> Colocar nuevas tachas sobre la calzada de acuerdo a lo estipulado por Instituto Ecuatoriano de Normalización en las Normas RTE INEN 004. 			

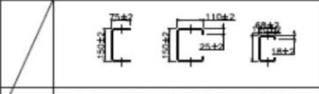
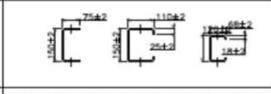
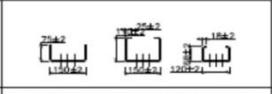
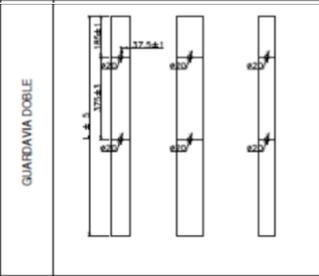
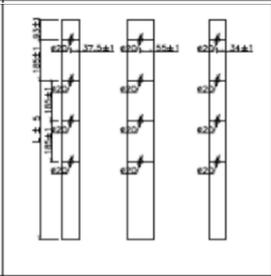
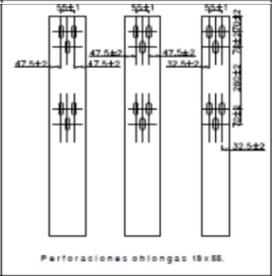
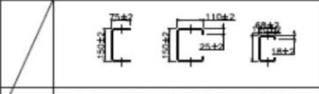
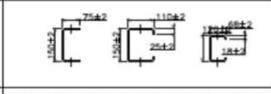
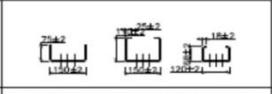
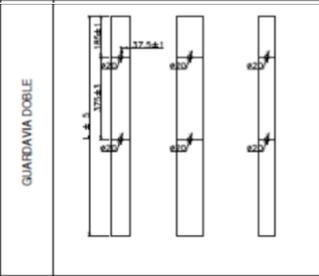
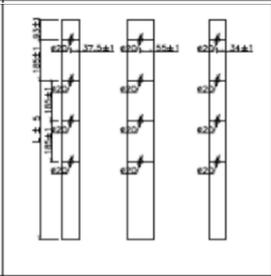
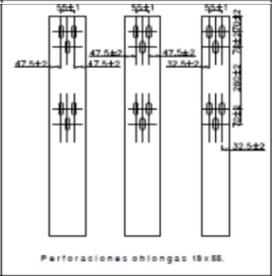
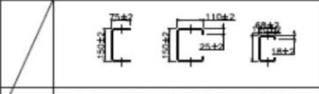
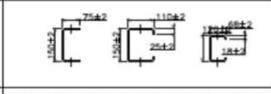
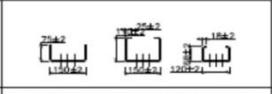
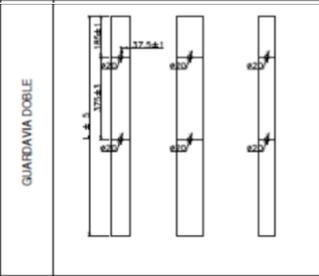
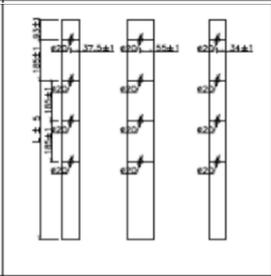
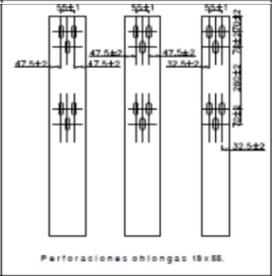
Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 56. Evaluación RVE E25 (km 31 - km 34) Hallazgo N° 8

TRAMO:	km 31 – km 34	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	8
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
<p>A partir del km 32 la vía presenta una reducción de carriles, siendo ahora su sección transversal de un carril por sentido de circulación. Los carriles tienen un ancho de 3.77 m aproximadamente, y los espaldones son de 1.00 m.</p>			
RIESGO:			
Colisión, choque por alcance, choque lateral.			
NIVEL DE RIESGO:			
Alto			
ANTECEDENTE:			
<p>El volumen de tráfico existente en la carretera es de 1051 veh/h en promedio. Lo que muestra claramente el peligro y la incomodidad a la que se exponen los conductores al presentarse la reducción en la vía.</p>			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<ul style="list-style-type: none"> • Por el volumen de tráfico actual (1051 veh/h) se recomienda la ampliación de carriles, dos carriles por sentido como mínimo para que los vehículos puedan circular con seguridad y confort. 			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 57. Evaluación RVE E25 (km 31 - km 34) Hallazgo N° 9

TRAMO:	km 31 – km 34	FECHA:	17-08-2019																
		HALLAZGO N°	9																
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:																	
<p>A la altura del km 32 se observó tanques metálicos en mal estado con rocas en su interior, los mismos que sirven como base para señalización vertical, y soporte para baranda metálica.</p>		 																	
RIESGO:																			
N/A																			
NIVEL DE RIESGO:																			
N/A																			
ANTECEDENTES:																			
<p>Este hallazgo fue inicialmente identificado por CTE en su ISV realizada en el año 2018, lo que indica que no se le ha dado solución hasta la fecha.</p>																			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA																			
<ul style="list-style-type: none"> Reemplazar dichos tanques por las bases adecuadas y normalizadas. <p>El soporte de las barandas de acuerdo a la NTE INEN 2473 en el literal 5.1.2.7 indica que los <i>postes</i> deben ser del espesor BMT igual o mayor a 4.75 mm y su sección transversal en función de la siguiente imagen:</p>																			
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">  </td> <td style="width: 25%;">  </td> <td style="width: 25%;">  </td> </tr> <tr> <td></td> <td>POSTES SIN SEPARADOR</td> <td>POSTES CON SEPARADOR TIPO 1</td> <td>POSTES CON SEPARADOR TIPO 2</td> </tr> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">GUARDAVIA DOBLE</td> <td>  </td> <td>  </td> <td>  </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Perforaciones oblongas 18x55.</td> </tr> </table>									POSTES SIN SEPARADOR	POSTES CON SEPARADOR TIPO 1	POSTES CON SEPARADOR TIPO 2	GUARDAVIA DOBLE							Perforaciones oblongas 18x55.
																			
	POSTES SIN SEPARADOR	POSTES CON SEPARADOR TIPO 1	POSTES CON SEPARADOR TIPO 2																
GUARDAVIA DOBLE																			
			Perforaciones oblongas 18x55.																
<p>Figura 17 Sección transversal de postes Fuente: NTE INEN 2473 pág. 7</p>																			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 58. Evaluación RVE E25 (km 34 - km 37) Hallazgo N° 10

TRAMO:	km 34 – km 37	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	10
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
Peatones circulando por la berma o espaldón sin ningún tipo de seguridad. Cabe mencionar que la			
RIESGO:			
Atropellamiento, arrollamiento.			
NIVEL DE RIESGO:			
Muy Alto			
ANTECEDENTES:			
La velocidad de circulación promedio en la vía es de 90.80 km/h			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
Considerar el estudio y diseño de infraestructura destinada a los peatones y ciclistas, o sistemas de contención que dividan el espacio destinado para estos usuarios vulnerables.			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 59. Evaluación RVE E25 (km 37 - km 40) Hallazgo N° 11

TRAMO:	km 37 – km 40	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	11
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
En el recinto Tres Postes (km 37 – 39) se halló elemento de señalización vertical de tipo informativa removida. Lo que no permite que cumpla su función.			
RIESGO:			
N/A			
NIVEL DE RIESGO:			
Bajo			
ANTECEDENTE:			
N/A			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
Se recomienda la revisión y evaluación de las señalizaciones verticales, así como la reposición de los elemento que se encuentran removidos.			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 60. Evaluación RVE E25 (km 37 - km 40) Hallazgo N° 12

TRAMO:	km 37 – km 40	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	12
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
<p>A la altura del km 37 (sentido norte – sur) también se observa asentamiento de vendedores informales sobre la berma o espaldón de la carretera; exponiéndose a cualquier tipo de peligro o también pueden ser causa de algún accidente en la vía.</p>			
RIESGO:			
Atropello, arrollamiento.			
NIVEL DE RIESGO:			
Alto			
ANTECEDENTES:			
<p>El centro de diversión que se ubica en la zona, es la principal razón por la que los vendedores informales se toman la berma de la carretera.</p>			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<ul style="list-style-type: none"> • Reubicar los vendedores ambulantes e informales a sitios más seguros que le permitan las producción de su servicio y actividades. • Realizar campañas o medidas de mitigación que generen un cultura concientizada en seguridad vial. 			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 61. Evaluación RVE E25 (km 40 - km 43) Hallazgo N° 13

TRAMO:	km 40 – km 43	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	13
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
Conductores de motos sin el uso de casco como medida de protección.			
RIESGO:			
Atropellamiento, choque.			
NIVEL DE RIESGO:			
Alto			
ANTECEDENTES:		<p>El 28% de los fallecidos por accidentes de tránsito en el mundo son los motociclistas.</p>	
El 28% de los fallecidos por accidentes de tránsito en el mundo son los motociclistas.			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor control en el uso de los implementos de seguridad para los conductores de motocicletas. 			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 62. Evaluación RVE E25 (km 40 - km 43) Hallazgo N° 14

TRAMO:	km 40 – km 43	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	14
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
<p>En la intersección del km 41 se observó escasa señalización vertical y la horizontal está parcialmente borrosa.</p>			
RIESGO:			
Choque, colisión, atropellamiento.			
NIVEL DE RIESGO:			
Medio			
ANTECEDENTES:			
Este tramo (km 41) es identificado como un punto negro por los siniestros con muertes registrados.			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar las señalizaciones horizontales y verticales en las intersecciones. • Añadir señales de tránsito en los puntos que se consideren necesarios y adecuado. 			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 63. Evaluación RVE E25 (km 40 - km 43) Hallazgo N° 15

TRAMO:	km 40 – km 43	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	15
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO:		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:	
Demarcaciones en la calzada (señalización horizontal) están sobremarcadas y borrosas. Estos da paso a interpretaciones confusas.			
RIESGO:			
N/A			
NIVEL DE RIESGO:			
Bajo			
ANTECEDENTE:		<p style="text-align: center;">RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar los respectivos mantenimiento en las demarcaciones en la calzada 	
N/A			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 64. Evaluación RVE E25 (km 40 - km 43) Hallazgo N° 16

TRAMO:	km 40 – km 43	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	16
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
Parte del control del tránsito es efectuado con sistemas de cámara-vigilancia.			
RIESGO:			
N/A			
NIVEL DE RIESGO:			
N/A			
ANTECEDENTES:		<p style="text-align: center;">RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar los mantenimientos adecuados que permitan continuar con el eficaz funcionamiento del sistema. Continuar con la implementación de estos sistemas en zonas estratégicas, no solo de la RVE E25 sino en las vías de país. 	
La implementación de sistemas como estos han contribuido a la reducción de los siniestros en el país.			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 65. Evaluación RVE E25 (km 43 - km 46) Hallazgo N° 17

TRAMO:	Km 43 – Km 46	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	17
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
Intersección con camino vecinal a la altura de puente Ñauza (km 43) representa un gran peligro porque no cuenta con la respectiva señalización preventiva.			
RIESGO:			
Colisión, choque, estrellamiento.			
NIVEL DE RIESGO:			
Alto			
ANTECEDENTES:		<p style="text-align: center;">RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicar las respectivas señalizaciones preventivas. 	
N/A			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 66. Evaluación RVE E25 (km 46 - km 50) Hallazgo N° 18

TRAMO:	km 46 – km 50	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	18
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
La calzada o capa de rodadura a la altura del km 44 se encuentra en mal estado, se observó fallas en la misma.			
RIESGO:			
Pérdida de pista, choque, derrape y posibles daños mecánicos en los vehículos.			
NIVEL DE RIESGO:			
Alto			
ANTECEDENTES:		<p style="text-align: center;">RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda el recapeo de asfalto o el levantamiento total de la capa de rodadura de los tramos en mal estado y efectuar trabajos de mejoramiento. 	
N/A			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 67. Evaluación RVE E25 (km 46 - km 50) Hallazgo N° 19

TRAMO:	km 46 – km 50	FECHA:	17-08-2019
		HALLAZGO N°	19
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
Movilización de semoviente por la vía.			
RIESGO:			
Atropellamiento, arrollamiento.			
NIVEL DE RIESGO:			
Alto			
ANTECEDENTES:			
N/A			
RECOMENDACIÓN Y/O MEDIDA DE MEJORA			

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 68. Hallazgos identificados en la RVE E25

N°	HALLAZGO	FACTOR		
		VÍA	HUMANO	VEHÍCULO
1	Dejar o recoger pasajeros en zonas no adecuadas e inseguras		A	
2	Asentamiento de vendedores informales sobre la berma o espaldón de la vía		A	
3	Fallas en la carpeta asfáltica	B		
4	Tipo de terminales en las guardavías	M		
5	Elementos de señalización horizontal (tachas u ojos de gatos) en mal estado	B		
6	Reducción de la vía (un carril por sentido de circulación)	A		
7	Señalización vertical en mal estado	B		
8	Circulación de peatones por la berma o espaldón		MA	
9	Señalización vertical en mal estado	B		
10	Asentamiento de vendedores informales sobre la berma o espaldón		A	
11	Conductores de motocicletas sin casco de seguridad		A	
12	Falta de señalización vertical	M		
13	Señalización horizontal borrosa	B		
14	Falta de señalización vertical en intersecciones	M		
15	Mal estado de la carpeta asfáltica	M		
16	Maniobras peligrosas		A	
17	Desperfecto mecánico			A
18	Fallas en los neumáticos			M
19	Movilización de semoviente		M	

SEVERIDAD DE CAUSAS PROBABLES				
FRECUENCIA	NIVEL DE RIESGO			
	25%	50%	75%	100%
POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

Tabla 69. Causas probables y Nivel de riesgo.

CAUSA PROBABLE		NIVEL DE RIESGO				NIVEL RIESGO PROMEDIO
		B	M	A	MA	
FACTOR VÍA	Fallas en la carpeta asfáltica	25%				45,00%
	Tipo de terminales en las guardavías		50%			
	Señalización en mal estado	25%				
	Falta de señalización en intersecciones		50%			
	Reducción de la vía			75%		
FACTOR HUMANO	Dejar o recoger pasajeros en zonas no adecuadas e inseguras			75%		75,00%
	Asentamiento de vendedores informales sobre la berma o espaldón de la vía			75%		
	Circulación de peatones por la berma o espaldón de la vía				100%	
	Maniobras peligrosas			75%		
	Conducción de motos sin casco de seguridad			75%		
	Movilización de semoviente		50%			
FACTOR VEHÍCULO	Desperfecto mecánico			75%		62,50%
	Fallas en los neumáticos		50%			

RESULTADO	F. V.	38,46%
	F. H.	46,15%
	F. V.	15,38%

Elaborado por: Nazareno & Sánchez (2020)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusión.

Con base en todo el estudio y análisis realizado sobre la RVE E25 tramo “T” del cantón Milagro (km 28) hasta el Cantón Alfredo Baquerizo – Jujan (km 50). Se puede resaltar los siguientes aspectos:

- La vía E25 cuenta con un volumen de tráfico actual de 1051 veh/h, y la velocidad promedio a la que circulan los vehículos es de 90.8 km/h
- El diseño geométrico de la vía E25 según las Normas de Diseño de carretera vigentes del país cumple con los parámetros establecidos.
- El índice de Estado del pavimento es de 7,19 es decir, que las condiciones de la carpeta asfáltica o superficie de rodadura está en *buen estado*, debido a que la vía es concesionada y cuenta con mantenimientos periódicos y rutinarios.
- El 46,15% de los siniestros viales registrados son por el factor humano, el 38,46% por el factor vía y el 15,38% por el factor vehículo. Entre las causas probables con mayor nivel de riesgo tenemos:
 - Reducción de la vía.
 - Falta de señalización en intersecciones.
 - Circulación de peatones por las berma y/o espaldón de la vía.
 - Asentamiento de vendedores informales sobre la berma y/o espaldón de la vía.

5.2. Recomendación.

Sobre el estado actual de la RVE E25 tramo T del Cantón Milagro (km 28) hasta el Cantón Alfredo Baquerizo Moreno – Jujan (km 50) se recomienda:

- Continuar con la ampliación de los carriles del km 32 hasta el km 50, donde actualmente existe un carril por sentido.
- Emplear medidas preventivas y/o correctivas, como el uso de dispositivos reductores de velocidad, o mayor presencia de señalización en las intersecciones donde se encuentran registrados gran parte de los puntos negros.
- Diseñar vías autoexplicativas, multimodales, y sobre todo vías perdonadoras.
- Hacer reforma a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial, en el número de vehículos y la frecuencia de circulación por cooperativa de transporte. Así como también medidas más estrictas en la entrega y renovación de licencia o permiso de conducir.
- Educar y concientizar a los actuales y futuros usuarios de las vías, con campañas masivas de seguridad vial.

Glosario

Acceso: Entrada y/o salida de vehículos ubicados al margen de la carretera que conectan con ésta.

Accidente: Cadena de eventos y circunstancias que llevan a la ocurrencia de una lesión o un daño no intencional. También se puede definir como *“todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona una lesión corporal o perturbación funcional”*.

Atropello: Impacto de un vehículo en movimiento a un peatón o animal.

Barrera de contención: Elementos diseñados para resistir el impacto de vehículos y redireccionar su movimientos cuando estos abandonan la calzada producto de pérdida de control.

Berma: Faja longitudinal comprendida entre el borde interior y la arista interior de las cunetas o terraplén. Se utiliza para señalamiento, iluminación, barrera de seguridad, etc.

Caída de pasajero: Es la pérdida de equilibrio del pasajero que produce su descenso violento desde el estribo o del interior del vehículo hacia la calzada.

Calzada: Parte de la corona destinada al tránsito de vehículos.

Carril: Faja longitudinal en la que puede estar dividida la calzada, delimitada por marcas y con anchura suficiente para la circulación de vehículos .

Ciclista: Es la persona que conduce una bicicleta; y como tal responsable de la movilización de la misma.

Colisión: Impacto de más de dos vehículos.

Conductor: Es la persona legalmente facultada para conducir un vehiculo automotor y quien guía o dirige un vehiculo remolcado

Curva Horizontal: Arco de circunferencia de la alineación horizontal que une dos tangentes consecutivas.

Curva Vertical: Arco de parábola, de eje vertical que une dos tangentes de alineamiento vertical.

Demarcación: Símbolo, palabra o marca de preferencia longitudinal o transversal, sobre la calzada para guiar el tránsito de vehículos y peatones.

Derecho de vía: Faja de terreno permanente y obligatorio destinado a la construcción, mantenimiento, servicios de seguridad, servicios complementarios, desarrollo paisajístico y futuras aplicaciones de las vías, determinada por la autoridad competentes. Éste es estimado en una longitud de 25 metros, medidos desde el eje de la vía hacia cada costado.

Eje de la calzada: Línea media longitudinal en la calzada, demarcada o imaginaria, que determinan, en general, la separación de carriles con sentido de tráfico opuestos

Espaldón: Faja lateral, pavimentada o no, adyacente a la calzada de un camino.

Estrellamiento: Impacto de un vehículo en movimiento contra otro estacionado o contra un objeto fijo.

Factor de Hora Pico (FHP): Se define como la relación entre la intensidad de la hora completa y la intensidad correspondiente al periodo más cargado dentro de dicha hora.

Fallecido: Persona que pierde la vida en un accidente de tránsito.

Infraestructura: Cualquier equipo o construcción útil para realizar algún servicio o realizar determinada actividad (carreteras, plan de tratamiento, obras de drenaje, etc)

Intersección: Área donde dos o más vías terrestre se cruzan.

Lesionado: Personas que sufren daños corporales causados por heridas, traumatismos, cortes en accidentes de tránsito.

Pasajero: Es la persona que utiliza un medio de transporte para movilizarse de un lugar a otro, sin ser conductor.

Peatón: Persona que transita a pie por una vía

Pérdida de carril: Es la salida del vehículo del carril pero el vehículo permanece en la calzada normal de circulación.

Pérdida de pista: Es la salida del vehículo de la calzada normal de circulación (CTE)

Puntos Negros: Sector donde han ocurrido dos o más accidentes, no importando su gravedad o donde haya ocurrido solo un accidente con lesiones graves y/o fatales.

Red Vial Estatal: Conjunto de vías que forman parte de las troncales nacionales, integradas por todas las vías primarias o corredores arteriales y vías secundarias o vías colectoras.

Red Vial Nacional: Conjunto total de las carreteras y caminos existentes en el territorio ecuatoriano.

Red Vial Provincial: Conjunto de vías que cumplen con las siguientes características: comunicar las cabeceras parroquiales entre sí; comunicar las cabeceras parroquiales rurales con los diferentes comunidades o recintos vecinales; comunicar cabeceras cantonales, parroquias rurales, asentamientos humanos con la red vial estatal.

Reductores de velocidad: Son elementos de formas geométricas, materiales de pavimento, dispositivos construido o fijados en la calzada, que sirven para disminuir la velocidad del diseño y/o operación a velocidades más bajas y seguras, para proteger a los peatones, sin llegar a la detención o parada total del vehículo.

Señal de tránsito: Dispositivo físico o marca vial que indica la forma correcta como debe transitar los usuarios de la vía, para transmitir ordenes o instrucciones mediante palabras o símbolos.

Tránsito: Es la circulación de bienes y personas por calles, carreteras, y en general por cualquier vía de circulación terrestre, marino o aero, en condiciones que establecen las leyes y sus reglamentos, con orden, eficacia, seguridad y comodidad.

Velocidad de diseño: Velocidad relacionada con los aspectos de diseño geométrico de la infraestructura vial.

Velocidad media de punto: Es la media aritmética de las velocidades de todo el tránsito, medido en un punto específico sobre la calzada.

Vía: Es cualquier espacio de dominio común por donde transitan los peatones o circulan los vehículos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu Q., José (2014). *El Método de la Investigación*. Daena: International Journal of Good Conscience. 9(3)195-204. Diciembre 2014. ISSN 1870-557X
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Octubre 2018. ISBN: 978-9942-765-44-4
- Comisión de Tránsito del Ecuador – CTE. (2018). Informe de Inspección de Seguridad vial de la red vial estatal E25 tramo III (desde la t de milagro hasta cantón Alfredo baquerizo moreno – jujan).
- Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE). (2019). *Estadísticas de Accidentabilidad tramo Yaguachi – Jujan desde el año 2014 al 2018*. Guayaquil
- Dirección Nacional de Vialidad. Dirección General de Conservación (s.f) Evaluación de Pavimentos. República de Argentina.
- Dourthé, A., & Salamanca, J. (2013) *Guía para Realizar una Auditoría de Seguridad Vial*. Chile: CONASET. 2013
- El Comercio (2018, octubre 13). *La población de Ecuador superó los 17 millones de habitantes*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/poblacion-ecuador-supera-millones-habitantes.html>
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1703accidentes>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004-1:2011 Primera revisión. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004-2:2011 Primera revisión. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 2473:2008 Perfiles Corrugados y Postes de acero para Guardavías. Requerimientos.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). (2013). *Procedimientos de Operación y Seguridad Vial*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Transportes y Comunicación – MTC (2018). MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018, Perú.
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas- MOP (2003). *Norma de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Turismo (sf). Manual de Señalización Turística.
- Norma Ecuatoriana Vial – NEVI-12. (2013). Volumen 2 A
- Ortega, J., Villa, R., & Sánchez, M. (2017). *Determinación de variables para valorar el costo por muerte en accidentes de tránsito*, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (marzo 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/03/accidentes.html>
- Peguero, R. (2017). *Auditoria de Seguridad Vial*. Santo Domingo. República Dominicana.
- Pineda, J. (s.f). *Auditoria de Seguridad Vial, Experiencias en Europa*. Madrid.
- Ponce, P. (2017). Análisis de la seguridad vial en el Ecuador: accidentabilidad y mortalidad en las carreteras en el período 2006-2014. Universidad Técnica Particular de Loja. Junio 2017. ISBN: 978-9942-26-157-1
- Ramona, M., Nuñez, M., Martínez, J. & Diez de Arizaleta, R., (2010) Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes – SCT. Subsecretaría de Infraestructura. MANUAL DE AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL 2018. Dirección General de Servicios Técnicos México, Octubre 2018. Primera Edición.

ANEXOS

Guayaquil 06 de febrero de 2020

Sr. Lcdo.
Carlos Luis Morales Benítez
PREFECTO DEL GUAYAS
Ciudad

De nuestras consideraciones. -

Reciban un cordial saludo, mediante la presente yo GUILLERMO SÁNCHEZ FLORES con C.I.: 0920150869 y MARIBEL NAZARENO VALENCIA con C.I.: 0930617535; estudiantes egresados de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil carrera de Ingeniería Civil, nos permitimos solicitar de la manera más respetuosa se nos colabore con la información que se expone a continuación, la misma que nos es de carácter necesario para nuestro proyecto de titulación que forma parte de un análisis técnico en la RVE E25 desde la "T" de Milagro hasta el Cantón Alfredo Baquerizo Moreno.

- Índice de rugosidad de la vía E25 (km 28 – km 50).
- Frecuencia de los mantenimientos realizado en la vía E25 (km 28 – km 50).

Sin otro particular nos suscribimos, expresando nuestros agradecimientos de antemano por la favorable atención brindada.

Atentamente


Srta. Maribel Nazareno V.
m.nathalynazareno95@gmail.com
Telf.: 0990280109


Sr. Guillermo Sánchez F.
gslf.22@gmail.com
Telf.: 0981055889

C.C. **Dr. Ing. Javier Paz**
Director Provincial de Concesiones

Oficio No. GPG-PG-CLM-02132-2020
Guayaquil, 19 de febrero de 2020

Señores

Maribel Nazareno

Guillermo Sánchez F.

ESTUDIANTES EGRESADOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

Ciudad

De mis consideraciones:

En atención a vuestra comunicación ingresada a través de la Dirección Provincial de Secretaría General de esta Institución, el 6 de febrero del presente año; cúpleme remitir copia del Oficio No. **GPG-0154-UNICON-2020**, de fecha 17 de febrero de 2020, suscrito por el Ing. Javier Paz Martínez, Director Provincial de Concesiones del Gobierno del Guayas, mediante el cual anexa en formato digital la información correspondiente a la vía REV E25, desde la "T" del cantón Milagro hasta el cantón Alfredo Baquerizo Moreno "Jujan".

Hago propicia esta oportunidad para reiterar a ustedes el testimonio de mi más distinguida consideración y estima.

Atentamente,


Ldo. Carlos Luis Morales Benítez
PREFECTO PROVINCIAL DEL GUAYAS

CLM/DVS/Org

Adj.- Lo indicado + 1 CD
C.c.: Ing. Javier Paz M., Director Provincial de Concesiones del G.P.G.
Archivo

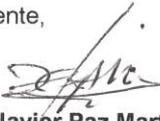
Oficio No. GPG-0154-UNICON-2020
Guayaquil, 17 de febrero de 2020

Señor Licenciado
Carlos Luis Morales Benítez
Prefecto Provincial del Guayas
En su despacho

De mi consideración:

En atención al oficio No. GPG-PG-CLM-01541-2020 de fecha 7 de febrero de 2020, mediante el cual remite copia de la comunicación del 6 de febrero de 2020, suscrito por la Srta. Maribel Nazareno y el Sr. Guillermo Sánchez, estudiantes egresados de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, en el cual solicitan información correspondiente a la vía REV E25 desde la "T" del cantón Milagro hasta el cantón Alfredo Baquerizo Moreno "Jujan", tengo a bien adjuntar al presente un CD que contiene la información solicitada.

Atentamente,



Dr. Ing. Javier Paz Martínez
Director Provincial de Concesiones
JPM/JPR

C.c.: Archivo

18/2/20
15:19
A



**Gobierno
del Guayas**

Oficio No. GPG-PG-CLM-01541-2020
Guayaquil, 7 de febrero del 2020

Ingeniero
Javier Paz Martínez
DIRECTOR PROVINCIAL DE CONCESIONES
GOBIERNO DEL GUAYAS
En su despacho.-

De mi consideración:

Para su conocimiento e informe al infrascrito, cúpleme remitir copia de la comunicación ingresada a través de la Dirección Provincial de Secretaría General, el 6 de febrero del presente año, suscrita por la señorita Maribel Nazareno el señor Guillermo Sánchez F., estudiantes egresados de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, mediante la cual solicitan información detallada en la mencionada comunicación, para poder realizar su trabajo de titulación referente al análisis técnico en la RVE E25 desde la "T" del cantón Milagro hasta el cantón Alfredo Baquerizo Moreno.

Atentamente,

Lcdo. Carlos Luis Morales Benítez 
PREFECTO PROVINCIAL DEL GUAYAS

CLM/DVS/SLPD

Adj.  Lo Indicado
C.c.  Srta. Maribel Nazareno V.
Sr. Guillermo Sánchez F.
Archivo.-

ANEXOS FOTOGRÁFICOS



Anexo Fotográfico 1. Conteo vehicular



Anexo Fotográfico 2. Medición de peralte y radio en las curvas horizontales.



Anexo Fotográfico 3. Inspección de Seguridad Vial.