



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
CENTRO DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**

**METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN
AUTOVÍAS CONCESIONADAS, EN LA PROVINCIA DE EL ORO.**

AUTOR: ALVARO FRANKLIN DUTAN ARPI

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL, MENCIÓN VIALIDAD**

TUTOR: YUDY PATRICIA MEDINA SANCHEZ

**MACHALA
2023**

PENSAMIENTO

“Carreteras rectas no hacen conductores hábiles”

(Paulo Coelho, 2013)

DEDICATORIA

A mi familia; a mis abuelos porque desde ahí supe el concepto de cada día mejorar tanto como persona y ser humano, forjando y luchando el concepto llamado vida.

Agradecido de Dios y el universo.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Técnica de Machala, por haberme aceptado ser parte de ella y haber abierto las puertas de su claustro científico y estudiar en este excelente programa de maestría; a sus docentes que me brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir día a día en la búsqueda de nuevos horizontes.
- Al Sr. Ing. Carlos Eugenio Sánchez Mendieta, coordinador del Programa de Maestría en Ingeniería Civil, por su paciencia y orientación permanente en la organización de las actividades académicas y logísticas.
- A distinguida tutora Ing. Yudy Medina Sánchez por formar parte de la orientación de mi tema aplicando los conocimientos de seguridad vial.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Los contenidos, ideas, criterios, análisis, conclusiones y propuesta emitidos en este informe del trabajo de investigación titulado “METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN AUTOVÍAS CONCESIONADAS, EL ORO 2020.”, son de exclusiva responsabilidad del autor.



Ing. Alvaro Franklin Dutan Arpi.

C.I. 0704899160

Machala, 2023/06/13

REPORTE DE SIMILITUD

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de titulación “METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN AUTOVÍAS CONCESIONADAS, EL ORO 2020.”, elaborado por Alvaro Franklin Dutan Arpi, considero que se ha realizado con toda la minuciosidad, tanto en los aspectos teóricos, prácticos y técnicos de acuerdo a los parámetros exigidos en el programa de Maestría en Ingeniería Civil, mención vialidad, por lo que autorizo dicha presentación ante las instancias de aprobación correspondiente.



Ing. Yudy Patricia Medina Sánchez, Mg. Sc

C.I.: 0703642850

Machala, 2023/06/13

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Ing. Alvaro Franklin, con cedula de ciudadanía No. 0704899160, manifiesto en forma libre y voluntaria, ceder a la Universidad Técnica de Machala, los derechos de autor, consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículo 4, 5, y 6 en calidad de autora del trabajo de titulación denominado “METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN AUTOVÍAS CONCESIONADAS, EL ORO 2020”, que ha sido desarrollado para optar por el título de Magister en Ingeniería Civil, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada, en concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica de Machala.



Alvaro Franklin Dutan Arpi

C.I. 0704899160

Machala, 2023/06/13

CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN

RESUMEN

En el desarrollo del Plan Estratégico de Movilidad de la República del Ecuador el Ministerio de Transporte y Obras públicas en el año 2016, priorizó diferentes proyectos de ampliación y conversión en vías de alta capacidad diferentes rutas del país, de las cuales se tiene planificado realizar la evaluación de seguridad vial de una ruta concesionada que hacen parte de la Ruta E25 y está localizada en la provincia de El Oro, uniendo a las ciudades o cantones de El Guabo, Machala, Santa Rosa, Huaquillas y Arenillas, con una extensión de 95 kilómetros aproximados. En el marco del contrato de concesión de la ruta Río Siete - Huaquillas entre la concesionaria y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, nos vemos enmarcado en el desarrollo de soluciones para el tramo concesionado para elaborar una metodología para una apropiada evaluación de seguridad vial. Para la elaboración de esta metodología se tiene como pieza clave indagar, primeramente; un inventario, la tasa de mortalidad, accidentabilidad y sitios críticos llamados "puntos negros", estos a su vez, deberán ser analizados para poder ejecutar soluciones y minimizar los sitios de accidentabilidad y beneficiar el buen uso de este sector del corredor vial hacia los usuarios de la concesión, además este tema investigativo propone, a que futuras concesiones mantengan un modelo de indicadores que permitan estos a su vez reducir los índices de accidentabilidad, manteniendo a los usuarios una vía de primer orden, con base a los ya conocidos datos de Trafico promedio diario (TPDA) y el número de accidentes suscitados, dándole un concepto de soluciones a estos sitios críticos. Por medio de este proceso se obtuvo en cuenta el concepto de secciones peligrosas de una carretera concesionada, la cual llamados puntos negros, designando los sectores donde las ocurrencias de accidentes sean más frecuentes.

PALABRAS CLAVES

Seguridad vial, autovías concesionadas, accidentalidad, usuarios.

ABSTRACT

In the development of the Strategic Mobility Plan of the Republic of Ecuador, the Ministry of Transportation and Public Works in 2016, prioritized different projects of expansion and conversion into high-capacity roads different routes of the country, of which it is planned to carry out the road safety assessment of a concessioned route that is part of Route E25 and is located in the province of El Oro, linking the cities or cantons of El Guabo, Machala, Santa Rosa, Huaquillas and Arenillas, with an extension of 95 kilometers approximate. Within the framework of the concession contract for the Río Siete - Huaquillas route between the concessionaire and the Ministry of Transportation and Public Works, we are framed in the development of solutions for the concessioned section to develop a methodology for an appropriate evaluation of road safety. For the elaboration of this methodology the key piece is to inquire, firstly; an inventory, the mortality rate, accident rate and critical sites called "black spots", these in turn, should be analyzed to be able to implement solutions and minimize accident sites and benefit the good use of this sector of the road corridor towards users of the concession, in addition this investigative issue proposes that future concessions maintain a model of indicators that allow these in turn to reduce the accident rates, keeping users a first-rate road, based on the already known Traffic data daily average (ADT) and the number of accidents caused, giving a concept of solutions to these critical sites. Through this process, the concept of dangerous sections of a concessioned highway was taken into account, which are called black points, designating the sectors where accidents occur more frequently.

KEYWORDS

Road safety, concessioned highways, accidents, users.

INDICE GENERAL

LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	14
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS.....	16
GLOSARIO.....	17
INTRODUCCIÓN.....	3
PROBLEMA:	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
CAPITULO 1 MARCO TEÓRICO	9
1.1 Antecedentes históricos	9
1.1.1 Historia de la seguridad vial.....	9
1.1.2 Historia de los indicadores de seguridad vial.....	11
1.1.3 Historia de las vías concesionadas.....	13
1.2 Antecedentes conceptuales	14
1.2.1 Clasificación vial.....	14
1.2.2 Concesión vial	17
1.2.3 Seguridad vial	19
1.2.4 Modelos de Evaluación de la de seguridad vial.....	21
1.3 Antecedentes referenciales.....	26
1.3.1 Manual de Seguridad de Carreteras HSM.	26
1.3.2 El International Road Assessment Programme (iRAP).....	28
1.3.3 Análisis de los modelos para la evaluación de la seguridad vial.	28
1.4 Antecedentes contextuales	29
1.4.1 Ubicación del área de estudio.....	29
1.4.2 Descripción del entorno geográfico del área de estudio	29
CAPITULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1 Metodología de la Investigación	33
2.2 Paradigma	34
2.3 Enfoque	34
2.3.1 Teórico documental.....	35
2.3.2 Empírico de campo	36
2.4 Población y Muestra	36
2.4.1 Población o universo	36

2.4.2	Muestra	37
2.4.3	Métodos y técnicas empleadas para la recolección de las muestras.	38
CAPITULO 3 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		40
3.1	Modelo Experimental propuesto.	40
3.1.1	Desarrollo del modelo experimental en su primera fase.	42
3.1.1.1	Selección del segmento de carretera a ser analizada.	42
3.2	Desarrollo del modelo experimental en la segunda Fase.	45
3.2.1	Selección estadística del número de accidentes de tránsito y determinación del índice de mortalidad de accidentes de tránsito del año base para el segmento de carretera seleccionado (IMAT-I)	45
3.2.1.1	Datos Estadísticos del IMAT-I	47
3.2.2	Selección del modelo de análisis para la evaluación de la seguridad vial y número de accidentes	50
3.2.3	Predicción del número de accidentes de tránsito en una sección de carretera de una autovía concesionada en la provincia de El Oro (E-25 KM 35 AL KM 40)	50
3.2.4	Análisis de resultados de la predicción del número de accidentes de tránsito 62	
3.3	Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito	63
3.4	Determinación del índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito Inicial o IMAT-I (IMAT Estadístico)	64
3.5	Determinación del Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito Mínimo. (IMAT-min)	66
3.6	Determinación del Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito Previsto. (IMAT-P) 66	
3.7	Determinación del índice de mortalidad de accidentes de tránsito para los años evaluados hasta el 2030 (IMAT-F)	67
CAPITULO 4 DISCUSION DE RESULTADOS		70
4.1	Discusión de los resultados obtenidos	70
4.1.1	Evaluación de Riesgos del Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito para los años evaluados hasta el 2030 (IMAT-F) con los criterios de evaluación del IMAT-I, IMAT-P e IMAT-Min	70
4.1.2	Análisis de resultados del Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito	72
4.2	Metodología para la evaluación de la seguridad vial en autovías concesionadas. 77	
CONCLUSIONES		78
RECOMENDACIONES		80
BIBLIOGRAFIA		81

LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

ILUSTRACIONES

FIGURA NRO. 1: TASA DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES DE TRANSITO	12
FIGURA NRO. 2: TASA DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO PROVINCIA DE EL ORO	13
FIGURA NRO. 3: TASA DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES EN VÍA CONCESIONADA E-25.....	15
FIGURA NRO. 4: TIPOS DE ALIANZAS PÚBLICO-PRIVADAS	19
FIGURA NRO. 5: UNA JERARQUÍA PARA LA SEGURIDAD VIAL	20
FIGURA NRO. 6: GESTIÓN DEL RIESGO EN LA AUDITORIA DE LA SEGURIDAD VIAL.....	23
FIGURA NRO. 7: VISUALIZADOR DEL PROGRAMA IHSDM-2021	24
FIGURA NRO. 8: VISUALIZADOR DEL PROGRAMA VIDA-2021	26
FIGURA NRO. 9: TRAMO DE CARRETERA E-25 CON SIMILARES CARACTERÍSTICAS	31
FIGURA NRO. 10: SECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL TIPO DEL TRAMO DE CARRETERA E-25 CON SIMILARES CARACTERÍSTICAS	32
FIGURA NRO. 11: MODELO EXPERIMENTAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN VÍAS TIPO AUTOVÍAS CONCESIONADAS.....	40
FIGURA NRO. 12: VISOR DE SINIESTRALIDAD PARA LA CARRETERA E-25 TRAMO CANTÓN MACHALA.....	42
FIGURA NRO. 13: ESTADÍSTICA DE SINIESTRALIDAD PARA LA CARRETERA E-25 TRAMO CANTÓN MACHALA.....	44
FIGURA NRO. 14: TRAMO DE CARRETERA E-25 ABCISA 35+000 HASTA 40+000.....	45
FIGURA NRO. 15: ESTADÍSTICA DE MORTALIDAD POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO PARA LA CARRETERA E- 25 TRAMO CANTÓN MACHALA.....	46
FIGURA NRO. 16: ESTADÍSTICA DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MACHALA.	47
FIGURA NRO. 17: FACTOR PROMEDIO DE MORTALIDAD POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO PARA LA CARRETERA E-25 TRAMO CANTÓN MACHALA.	49
FIGURA NRO. 18: MODULO CONJUNTO DE DATOS DE CALIBRACIÓN.....	51
FIGURA NRO. 19: EDITOR DEL MÓDULO CONJUNTO DE DATOS DE CALIBRACIÓN	52
FIGURA NRO. 20: EDITOR DEL MÓDULO CONJUNTO DE DATOS DE CALIBRACIÓN, SELECCIÓN DEL TIPO DE CARRETERA.....	52
FIGURA NRO. 21: EDITOR DEL MÓDULO CONJUNTO DE DATOS DE CALIBRACIÓN, INGRESO DE DATOS. ...	53
FIGURA NRO. 22: EDITOR DEL MÓDULO CONJUNTO DE DATOS DE CALIBRACIÓN, INGRESO DE DATOS. ...	53
FIGURA NRO. 23: VALORES DE LA TABLA 12-19 DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DE LA AATHO-2010.	57

FIGURA NRO. 24: VALORES DE LA TABLA 12-20 DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DE LA AATHO-2010.	58
FIGURA NRO. 25: VALORES DE LA TABLA 12-21 DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DE LA AATHO-2010.	59
FIGURA NRO. 26: VALORES DE LA TABLA 12-23 DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DE LA AATHO-2010.	60
FIGURA NRO. 27: VALORES DE LA PREDICCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LOS TRAMOS DEL KM 35 AL KM 40 PARA LOS AÑOS 2022,2023,2024,2025,2026,2027,2028,2029,2030.....	62
FIGURA NRO. 29: GRÁFICA DEL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO INICIAL	65
FIGURA NRO. 28: GRÁFICA DEL ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DEL IMAT-P	70
FIGURA NRO. 30: GRÁFICA DEL ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL.	74
FIGURA NRO. 31: ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CARRETERA E-25.....	75
FIGURA NRO. 32: METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN AUTOVÍAS CONCESIONADAS.....	77

TABLAS

TABLA NRO. 1: TASA DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES DE TRANSITO.....	12
TABLA NRO. 2 : BANDA DE CLASIFICACIÓN DE ESTRELLAS DEL MODELO IRAP.....	26
TABLA NRO. 3 : UBICACIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO E-25	31
TABLA NRO. 4 : CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL TRAMO DE ESTUDIO E-25.....	31
TABLA NRO. 5 : POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MACHALA PARA LOS AÑOS 2010 AL 2023	48
TABLA NRO. 6 : ESTADÍSTICAS DEL IMAT-I DEL AÑO BASE PARA EL TRAMO DE ESTUDIO E-25	49
TABLA NRO. 7.: TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL DE LA SECCIÓN DE ANÁLISIS	55
TABLA NRO. 8: FACTORES DE MODIFICACIÓN DE ACCIDENTES CMF PARA VÍAS ARTERIAL SUBURBANA..	56
TABLA NRO. 9: ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO IMAT-I.....	65
TABLA NRO. 10: ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F), PARA LOS AÑOS 2022 HASTA EL 2030.....	69
TABLA NRO. 11: ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DEL IMAT-P.....	71
TABLA NRO. 12: PREDICCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y NÚMERO DE FALLECIDOS POR SINIESTRO CON EL PROGRAMA IHSDM-2021.	73
TABLA NRO. 13: ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) DE LOS TRAMOS KM 35 AL KM 40 PARA LOS AÑOS 2023 AL 2030.....	74
TABLA NRO. 14: ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CARRETERA E-25	76

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

ABREVIATURAS

AASHTO. American Association of State Highway and Transportation Officials
(Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte).

MTOP. Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

ASTM. American Society of Testing Materials (Asociación Americana de Ensayo de
Materiales).

INEN. Instituto Ecuatoriano de normalización.

SIMBOLOS

m. Metro.

Km. Kilómetro

Δ . Variación

\int . límite de una función

GLOSARIO

INTRODUCCIÓN

El Foro internacional de Transporte es un institución encargada de evaluar, analizar y mitigar los efectos de la seguridad vial en carreteras, que frecuentemente emite boletines de información relacionada a temas de seguridad vial, menciona que, el número de accidentes en carreteras se toma la muerte 17.5 usuarios por cada cien mil habitantes sin hacer notoriedad en su edad sexo o raza, de estos la más afectada son los jóvenes de entre 17 a 25 años, alcanzando una tasa de mortalidad de tres muertes en accidentes de tránsito cada cien mil habitantes, esto en los países de vanguardia en seguridad vial como Gran Bretaña, Suecia y Países Bajos (FIT, 2017).

En América Latina la seguridad vial requiere tomar acciones importantes, la tasa de mortalidad en esta región alcanza valores de hasta 23.4 muertes cada cien mil habitantes (FIT, 2017), y en el Ecuador alcanza una tasa de 12 muertes por cada cien mil habitantes según estadísticas del INEC publicada en junio del 2022, siendo la provincia de Morona Santiago con mayor número de tasa de mortalidad en el país alcanzando un valor de 35.4 muertes en accidentes de tránsito por cada cien mil, de estos el 49% se han reportado por choques (INEC, 2021).

En ausencia de políticas de seguridad vial en Latinoamérica ha esmerado en una práctica peligrosa y tendencia de las autoridades competentes en materia vial, que apuntada a pretender solucionar o corregir defectos estructurales o de diseño geométrico y de falta de reparación, mantenimiento o conservación de las vías de circulación a través de la señalización vial transitoria que luego pasa a ser permanente y resulta imperioso e imprescindible que la autoridad vial competente salga de su pasividad y retome las obligaciones a su cargo con responsabilidad, profesionalidad y el dinamismo que la actividad impone, tomando oportunas decisiones que contribuyan a organizar la “disputa espaciotemporal” que existe en materia vial y que tendrá como efecto directo lograr que el usuario de la vía pueda resolver con previsión temprana los riesgos y contingencias que le plantea el tránsito por el espacio vial (FIT, 2017).

El análisis de cifras y el conocimiento de las variables que envuelven las muertes en un accidente de tránsito permiten determinar patrones sobre la problemática misma y generar

políticas de prevención, estudios e investigaciones concernientes al tema que contribuyan a reducir dicho fenómeno. En cuanto a las variables involucradas, debe tenerse presente que son tres (3) los elementos básicos con los cuales se asocia la seguridad vial y la ocurrencia de un accidente: los usuarios, los vehículos y las vías, integrados a un factor externo adicional, que involucra aspectos de tipo ambiental y climático fundamentalmente. No obstante, dado que cualquier cambio en el comportamiento de los vehículos o de los seres humanos, requiere soluciones de largo plazo, el nivel de análisis de la metodología que aquí se describe, se centrará en la seguridad y la infraestructura vial como principal motivador y modificador de los niveles de accidentalidad en una ruta, una red vial, un tramo vial, una intersección u otro proyecto de infraestructura, asociados bien sea a una condición existente o a una condición proyectada. Cabe aclarar, que esta discreción se realiza para fines del planteamiento metodológico, sin desconocer que los estudios de seguridad vial modernos deben propender por la inclusión simultanea de las variables, de cara a la identificación de la cadena real de acontecimientos que inciden en la ocurrencia del accidente de tráfico (Mendoza, et al., 2009).

Esta actividad no es alejada en la provincia de El Oro con la construcción de una autovía que une los sitios de Rio Siete hasta Huaquillas con los más altos estándares en lo que respecta a velocidad y capacidad de transporte con secciones de carretera de hasta seis carriles y tramos ejecutados con calzada de hormigón siendo necesario evaluar y conocer los índices de mortalidad en esta sección de vías.

Esta problemática por la falta de acciones en materia de seguridad vial está ocasionando que cada año incrementen las muertes por accidentes de tránsito algo que no es muy lejano para nuestro país siendo imprescindible apuntar a nuevos métodos e investigaciones que ayuden a mejorar la calidad de vida de los usuarios viales y minorar las muertes por accidentes de tránsito en este contexto cabe plantearse la pregunta.

PROBLEMA:

¿La seguridad vial en secciones de autovías concesionadas en la provincia de El Oro advierte en la reducción de la tasa de mortalidad en siniestros de accidentes de tránsito?

HIPÓTESIS

¿Evaluar la seguridad vial en una sección de autovía concesionada en la provincia de El Oro permitirá identificar cual es el nivel de seguridad vial para la reducción de siniestros de tránsito con muertes?

Siendo necesario implementar una METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN AUTOVÍAS CONCESIONADAS, EN LA PROVINCIA DE EL ORO, y verificar si las políticas en materia de seguridad vial se están cumpliendo, aplicando un método empírico documental que logre recoger datos de información de campo para luego ser aplicada con un modelo de análisis que recoge el Manual de Seguridad de Carreteras HSM, que ha sido desarrollado por el La American Association of State Highway and Transportation (AASHTO) y del Modelo de Calibración Predictivo de Accidentes de Tránsito del HSM en carreteras del cantón Loja (Ecuador) (García et al., 2018) , para reducir de manera medible la frecuencia y la gravedad de choques en las carreteras de los Estados Unidos, para luego interactuar con la estadística base del Visor de Siniestralidad Nacional del Gobierno del Ecuador y determinar el índice de mortalidad en accidentes de tránsito en una sección de carretera E-25 del tramo Tillales - Santa Rosa y ser comparado con los estándares a nivel mundial de los Países de Gran Bretaña, Suecia y Países Bajos.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General:

Elaborar una metodología para la evaluación de la seguridad vial en autovías concesionadas en la Provincia de El Oro.

Objetivos Específicos:

- Revisar la bibliografía, contrastar los tipos de metodologías que son aplicables para evaluar la seguridad vial en secciones de autovías o autopistas.

- Definir el método más idóneo a aplicar en la evaluación de la seguridad vial en autovías concesionadas.
- Determinar la metodología para la evaluación de la seguridad vial en autovías concesionadas en la provincia de El Oro.

Esta investigación ha desarrollado los antecedentes históricos, conceptuales, referenciales y contextuales en base a información obtenidos de artículos científicos, estadísticas e información relevante de bibliografía y textos ampliamente recogidos en temas de seguridad vial que aportaron al estado del arte para poder desarrollar la investigación, la aplicación del métodos empírico practico con enfoque cualitativo y cuantitativo fueron abordados para el levantamiento de la información aplicando el método de predicción de accidentes del HSM de la AASTHO 2010 que analiza y evalúa las características de la vía, la señalización vial, el tráfico, y de factores de modificación de choque ya establecidos, para conocer y predecir el número de accidentes en una sección de la vía concesionada de la carretera Autovía E-25 en la provincia de El Oro, con los datos obtenidos de la predicción de accidentes y en base a los datos estadísticos de la población y del número de accidentes con siniestro de muertes en esta sección de carretera, se proyecta y evalúa la seguridad vial en función de la tasa de mortalidad por cada cien mil habitantes en la tasa de mortalidad estadística y la tasa de mortalidad proyectada.

Según Espinoza et al. (2016). En su publicación denominada “Modelos de evaluación de Seguridad Vial para Países con escasez de Información Estructurada” analiza el factor riesgo que incrementa la probabilidad de ocurrencia de accidentes en base a métodos cualitativos y concluye que es necesario contar con un modelo de evaluación riguroso que analice las estrategias adoptadas en materia de seguridad vial y verificar el cumplimiento de los indicadores propuestos (Espinoza et al., 2016), siendo uno de los indicadores más ampliamente utilizados en esta temática la tasa de mortalidad de accidentes de tránsito conocido como el número de accidentes de tránsito con siniestros de muerte por cada cien mil habitantes (FIT, 2017) y una de las herramientas que ayudan a predecir los accidentes de tránsito el modelo de predicción del HSM (2010) (Bernardo, 2015).

Con el análisis de un factor de riesgo desde el punto de vista de la probabilidad de ocurrencia de accidentabilidad, en términos de tasa de mortalidad cada cien mil habitantes

aplicando la metodología de predicción de accidentes de tránsito de la HSM desarrollado por el AASTHO (2010), se logró evaluar las políticas en materia de seguridad vial implementadas en la autovía concesionada en la carretera E-25 en el tramo Tíllales ingreso a Santa Rosa en una longitud de 20 Km cuyas características geométricas son las mismas determinándose así que, la tasa de mortalidad de accidentes de tránsito en esta sección de la carretera E-25 es de 2.8 fallecidos cada cien mil habitantes en valores muy cercanos a la tasa de 3 fallecidos cada cien mil habitantes establecidos en países como Gran Bretaña, Suecia y Países Bajos, es decir las políticas en materia de seguridad vial en esta vía concesionada se consideran viables y la tendencia a través de los años venideros sería el mantenerse o reducirlas.

Estructura del trabajo.

La investigación se desarrolló en cuatro capítulos, los mismos que forman parte integrante del cuerpo escrito, donde se amplía cada uno de los conceptos y escenarios que aportaron al desarrollo del tema.

En el capítulo uno, se desarrolla el contenido del marco teórico, referencial y documental, donde se revisaron los antecedentes históricos, antecedentes conceptuales, antecedentes referenciales y antecedentes contextuales referentes a las metodologías utilizadas para la evaluación de la seguridad vial que permita determinar cuál es la metodología de evaluación que sea más conveniente y se adapte a las particularidades de nuestro entorno.

El capítulo dos, describe la metodología, herramientas y materiales utilizados, se presenta la metodología aplicada, modalidad de investigación, determinación de la población y muestra y los métodos y técnicas empleadas para desarrollar y determinar los factores de riesgo planteados como el índice de mortalidad de accidentes de tránsito en sus diferentes formas.

El capítulo tres, presenta la propuesta del modelo de evaluación de la seguridad vial aplicando la metodología de análisis del AASTHO (2021), con la ayuda de la herramienta IHSDM para conocer el factor riesgo en accidentabilidad en una sección de autovía concesionada, tomando como caso de estudio la vía E-25 del Km 35 la Km 40., y obtener

el índice de mortalidad de accidentes de tránsito estadístico o inicial (IMAT-I), el índice de mortalidad de accidentes de tránsito futuro (IMAT-F) para los años 2023 al 2030, el Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito Previsto (IMAT_P) y con el Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito mínimo (IMAT-Min) factores y criterios de riesgo expuestos por Koornstra et al. (2002) y publicado por la Organización Mundial de la Salud como medida de prevención para la reducción de accidentes de tránsito con siniestros fatales hasta el años 2030.

En el capítulo cuatro se expone un análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la metodología aplicada en caso de estudio la vía E-25 del Km 35 la Km 40, donde se presenta un análisis comparativo y se logra evaluar el factor riesgo con la predicción de accidentabilidad para los años 2023 al 2030 denominado IMAT-F, y se compara este con los criterios obtenidos del IMTA-P, el IMAT-I y el IMAT-Min, para verificar si las políticas en materia de seguridad vial en una autovía concesionada están dando resultados favorables con la reducción de accidentes de tránsito.

Finalmente ponemos las conclusiones y recomendaciones de la metodología aplicada al caso del estudio que permite evaluar la seguridad vial de autovías concesionadas a través de la medición de los factores de riesgo de accidentabilidad en el tránsito representadas con el Índice de Mortalidad de accidentes de tránsito que no es más que la tasa de muertes en accidentes de tránsito por cada cien mil habitantes.

CAPITULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes históricos

1.1.1 Historia de la seguridad vial.

El transporte es una de las necesidades de la sociedad que beneficia tanto a las naciones como a los individuos que permiten desarrollarse y vivir en comunidad, la humanidad con el paso de los años provocó una tremenda evolución en los medios utilizados para su movilidad, pasando del transporte de mercancías tiradas por caballos, a la construcción de máquinas a ser movidas por vapor, hasta llegar a nuestra época donde los vehículos predominan en el transporte terrestre, y que han sido impensables en solo décadas (Aguilera, 2009).

Los pueblos precolombinos que habitaban en América Latina, construyeron caminos con fines económicos y bélicos, existían caminos primitivos de piedra que integraban una parte importante de las regiones, a la llegada de los conquistadores españoles estos caminos fueron adaptados para la vialidad, ya en la época colonial los españoles construyeron caminos para carretas y facilitar el tránsito de los caballos con el fin de comunicar algunas ciudades y puertos (Aguilera, 2009).

Para hablar de la seguridad vial hay que remontarse a los inicios de la circulación de carreteras, carruajes, caballos y a los peatones, el incremento de estos sistemas de transporte empezó a exigir normas y leyes que regulen su uso (Aguilera, 2009, p. 48), el 17 de agosto de 1896, ocurrió el primer accidente de tráfico, la víctima, una señora de 44 años de edad madre de dos hijos, ella y su hija iban de camino a un espectáculo en el Crystal Palace de Londres, cuando fue arrollada por un coche al atravesar los jardines del palacio, un testigo afirmó que el vehículo circulaba a gran velocidad 12.8 km/h cuando debían circular a 6.4 km/h, el conductor un joven que ofrecía servicios de paseos por coche y que trataba de impresionar a una joven pasajera. En la investigación el funcionario encargado afirmó “Esto no debe volver a ocurrir nunca más” (Aguilera, 2009, pág. 49)

Según los registros en materia de seguridad vial la tasa más baja de mortalidad por accidentes e tránsito la obtiene los países de Suecia, Reino Unido y Países Bajos, siendo los mejores entre los países de la Unión Europea, sin embargo su número de accidentes sigue siendo inaceptablemente alto, con más de 40.000 mil usuarios que siguen encontrando una muerte prematura por accidentes de tránsito en carreteras, insistentemente se crean políticas que mitiguen este fenómeno para reducir el número de muertes en un 50% dentro de diez años, cada país está buscando formas de mejorar aún más su seguridad vial para reducir aún más los accidentes de tránsito, aunque estos países son similares en su infraestructura vial sus logros en materia de seguridad difieren, por lo que se busca una mejor comprensión de la relación entre los desarrollos de los riesgos viales, las políticas, programas y medidas de seguridad vial, una metodología con los resultados de un estudio comparativo de este tipo podrían ofrecer adopción de medidas correctivas en otros países, aprender unos a otros y poner en práctica lo aprendido es una parte indispensable para obtener la máxima mejora en seguridad vial (Koornstra et al., 2002).

Existen diferentes tipos de comparaciones, entre ellas, uno de los productos que se comparan en seguridad vial, son los resultados finales de víctimas fatales, los lesionados, así como las tasas de mortalidad en accidentes de tránsito (FIT, 2017).

Las Naciones Unidas en septiembre de 2016, adoptaron la agenda 2030 para el desarrollo sostenible y por primera vez se reconoció a la seguridad vial como una prioridad del desarrollo (FIT, 2017), entre los objetivos del desarrollo sostenible incluye las siguientes metas de seguridad vial:

Objetivo 3 (Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades).

Objetivo 11 (Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles), lo que se promueve para el 2030 proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial.

1.1.2 Historia de los indicadores de seguridad vial.

Los accidentes de tránsito, las lesiones graves y sus consecuencias sociales y económicas son un problema fehaciente en el mundo, según la Organización Mundial de la Salud, alrededor de 17,5 personas cada 100.000 habitantes fallecen en accidentes de viales alrededor del mundo, la región de América tiene una tasa de mortalidad de 16, que es inferior al de África y Asia., y superior al de los países europeos como Suecia, Reino Unido de Gran Bretaña y Países Bajos, que tiene una tasa de 3,0, sin embargo la Sub región cuenta con una tasa de (23,4) y el Cono Sur (21,0), con tasas consideradas superiores al promedio regional (FIT, 2017, pág. 11).

En los países como Suecia, Reino Unido de Gran Bretaña y Países Bajos se ha optado por aplicar las mejores estrategias que se han ejecutado en materia de seguridad entre estos países con la finalidad de disminuir los índices de mortalidad de accidentes en otros países de la Unión Europea la metodología aplicada en estos países ha sido el análisis comparativo (Koornstra et al., 2002).

Mejorar la situación de la seguridad vial en todos los países de la región sigue siendo motivo de gran preocupación, una de las estrategias que se ha utilizado en México ha sido la aplicación de medidas correctivas, que apuntan a mitigar la solución a un problema manifiesto , causa de un número significativo de accidentes, hechos que no han sido suficientes para mejorar la seguridad vial, en este contexto buscan complementar la estrategia anterior para que en lugar de ser una solución a un problema manifiesto contribuya a prevenirlo mediante un análisis de riesgos, de ahí se han planteado la Auditoria de Seguridad de Carreteras, como un método preventivo para la seguridad vial (Mendoza, et al., 2009).

En el Ecuador, en el año 2017 se registraron 2.153 víctimas por siniestros viales y 22.018 lesionados, indicadores según la Agencia Nacional de Transito del ecuador, en este sentido el Gobierno Nacional ha dado la, iniciativa en generar un pacto nacional por la seguridad vial, un compromiso de acción público, privada y de las organizaciones sociales, siendo que, la movilidad segura se construye entre todos los que participan

diariamente de ella, peatones, conductores de vehículos y responsables de la infraestructura y el transporte (CAF, 2018).

Según Nota técnica del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Siniestros de Tránsito, hasta el mes de julio del 2022, se reportaron la estadística de siniestros de tránsito a nivel nacional para el periodo 2012-2021, reportando el año con mayor número de siniestros del tránsito el 2014, con 38.658 eventos, para el año 2021 con 21.352 eventos, llegando a una tasa de mortalidad de 34.5 fallecidos por cada 100.000 habitantes es decir la más alta de toda América Latina en comparación con otros países del cono sur, según reporte del Foro Internacional de Transporte (INEC, 2021)

PAÍS	Tasa de Mortalidad/100,000 Hab.
A nivel Mundial	17,5
Suecia	3
Reino Unido de Gran Bretaña	3
Países Bajos	3
Región de América	16
Sub región de América	23,4
Países del cono Sur	21
Ecuador	34,5

Tabla Nro. 1: Tasa de mortalidad de accidentes de tránsito

Fuente: Foro Internacional del Transporte FIT,2017.

Elaboración: El Autor

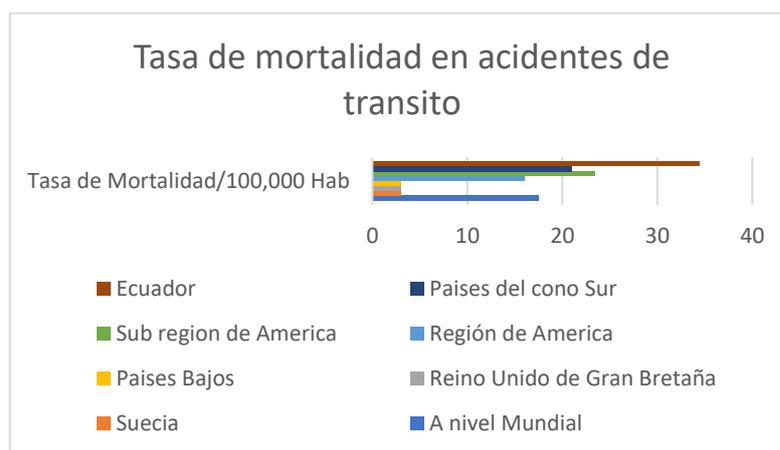


Figura Nro. 1: Tasa de mortalidad de accidentes de tránsito

Fuente: Foro Internacional del Transporte FIT,2017.

Elaboración: El Autor

Dentro de estos acontecimientos los niveles de accidentes y siniestros de tránsito en la región de América Latina es alto, estos acontecimientos en la gerencia política de una ciudad junto con el desarrollo sustentable invita a pensar que los derechos de la ciudad son bienes públicos universales, que deben ser defendidos corresponsablemente entre los ciudadanos y el estado (Olivares & Alcalá-Afanador, 2021)(Olivares & Alcalá-Afanador, 2021), de esta manera deben proponerse nuevas alternativas para mitigar los efectos que provocan los siniestros de tránsito en el Ecuador, uno de esos métodos serán analizados y propuestos en el presente trabajo.

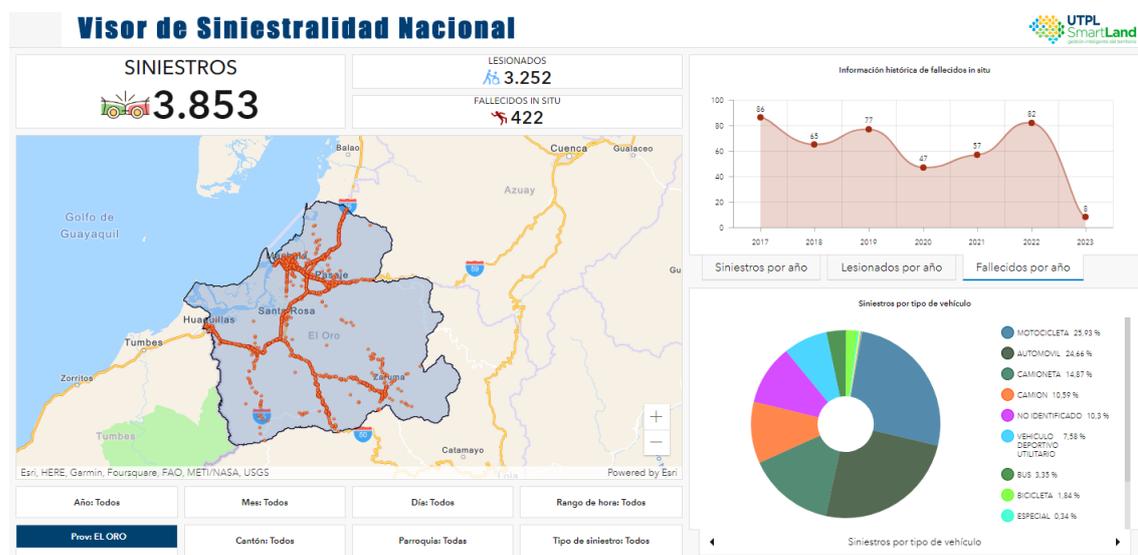


Figura Nro. 2: Tasa de mortalidad de accidentes de tránsito Provincia de El Oro

Fuente: ANT, Visor de Siniestralidad Nacional en Ecuador.

Elaboración: ANT-Ecuador

1.1.3 Historia de las vías concesionadas.

La mayor actividad de vías concesionadas ocurrió en la década de los noventa, donde se dio un intenso proceso de concesiones en América Latina, convirtiéndose en un importante mecanismo para atraer financiamiento y servicio privado a la gestión vial, luego de esto a inicios del primer milenio se dio una baja en los procesos de concesiones, hasta el año 2004, donde nuevamente empiezan a generarse nuevos procesos de concesión

y a retomar estas actividades en la región, para el Ecuador no se registra concesiones en los años 2000 hasta el primer semestre del 2004, sin embargo hasta esa fecha ya se tenía concesionado cerca de 1312 km de vías (Bull, 2004)(Bull, 2004).

En la actualidad el 17.3% de la red vial estatal esta concesionada y la meta prevé llegar al 40% de vías concesionadas, entre estas se encuentran la vía Loja-Catamayo de 34 Km, Manta-Quevedo de 192 Km, Montecristi-La Cadena de 103 Km, viaducto Sur de Guayaquil y los corredores viales Guayaquil-Cuenca y Guayaquil-Quito, siendo este último el eje principal de logística consolidado a nivel nacional (MTOP, 2003).

En la provincia de El Oro, desde el año 2016, la compañía CONSUR R7H S.A., es la encargada del diseño, operación y mantenimiento de la ruta Río Siete – Huaquillas, de 95 Kilómetros, como parte de un programa de concesión con el Estado ecuatoriano la ruta conecta los corredores E-25 y E-50 con los cantones de El Guabo, Machala, Santa Rosa, Arenillas y Huaquillas, y en el año 2018 se incorporó al contrato el tramo paso lateral de Camilo Ponce Enríquez (Rojas, 2023).

1.2 Antecedentes conceptuales

1.2.1 Clasificación vial

En el Ecuador, la Ley y el Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre, en su Capítulo II, Clasificación de las vías, define las clases de vías en diferentes tipos, clasificadas por sus características, por su funcionalidad, por su dominio, por su uso, por su jurisdicción y competencia, por su tráfico promedio diario anual (TPDA), por su topografía de terreno, y por las normas establecidas por el ministerio rector que este caso el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (ANCE, 2018, pág. 3)

1.2.1.1 Vía.

La vía es considerada como un área debidamente acondicionada para el paso de peatones, cabalgaduras o vehículos (MTOP, 2022), compuesto de una estructura vial y una capa de rodadura que puede ser de pavimento flexible u hormigón, sobre el cual transitan los

usuarios de la vía, muchas de estas carreteras en la actualidad son de estructuras de hormigón y cada vez más se estudian nuevos materiales para modificar su estructura y volverlas más resistentes (Llanos , 2017).

1.2.1.2 Componentes de una vía

Según el manual de diseño Geométrico de carreteras del MTOP, definió las secciones transversales de una vía según su clasificación acorde al número de vehículos que transitan sobre ella (TPDA), de esta categoría la sección transversal más transitada corresponde a una clase de carretera tipo R-1, considerada como Autopista de cuatro carriles con parterre central (MTOP, 2003), las autopistas son vías de alta capacidad, planificadas, construidas y señalizadas con características geométricas y estructurales propias, poseen accesos especiales tendientes a proveer velocidades constantes, niveles de servicio y seguridad a los usuarios, entre estas características están la restricción de los accesos, intersecciones controladas, contar con mínimo dos carriles de circulación separadas entre sí y un tráfico promedio diario anual de 8.000 vehículos (ANCE, 2018, pág. 2)., por su capacidad de transitar el mayor número de vehículos, estas son consideraras las vías de mayor riesgo de siniestros de tránsito con muertes.

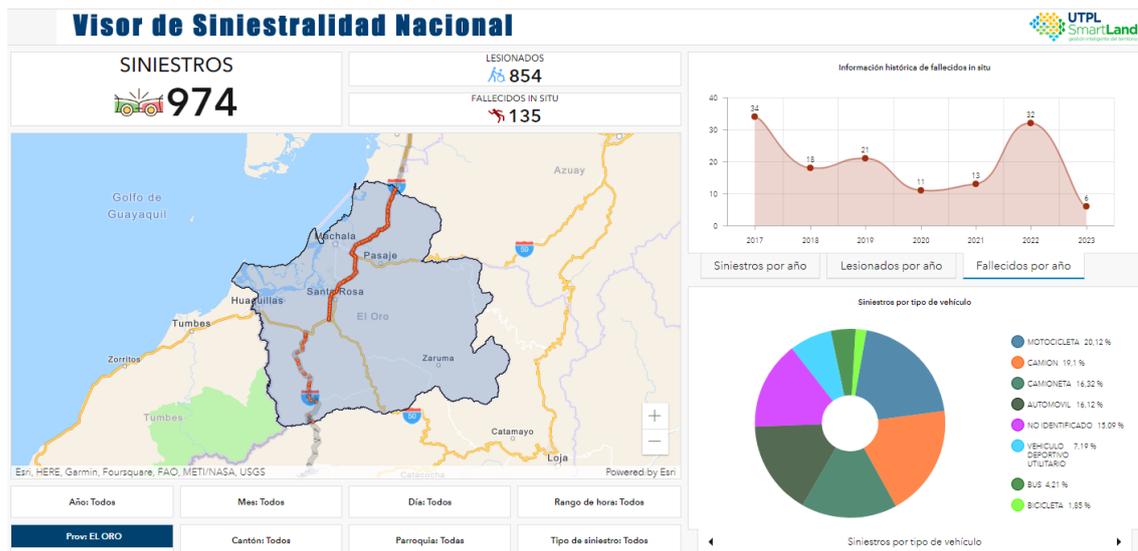


Figura Nro. 3: Tasa de mortalidad de accidentes en vía concesionada E-25.

Fuente: ANT, Visor de Siniestralidad Nacional

Elaboración: ANT-Ecuador

La figura tres muestra la estadística de accidentes de tránsito o siniestros de tránsito con una media de 21.5 muertes por año, de estos el mayor número de accidentes por tipo de vehículo corresponde a las motocicletas.

1.2.1.3 Características de la seguridad vial en carreteras.

Las carreteras deben contar con estándares de seguridad en las vías existentes que guarden relación con el diseño de proyectos nuevos, así como de adecuados planes de conservación y mantenimiento (MTC, 2017), si bien es cierto las investigaciones realizadas en seguridad vial convergen en que, el factor humano con todas sus implicaciones sociales, el vehículo y la infraestructura son los ejes en donde podría tener origen la accidentabilidad, no solo se considera un problema de señalización o educación vial sino que también se considera un problema de salud pública (Aprilla et al., 2017), pero dentro de este gran entorno de siniestros de tránsito sigue siendo un factor importante la señalización vial.

Dentro de la infraestructura vial, una parte integrante de la construcción es la señalización vial, que son parte de las vías terrestres definidas en la Ley y el Reglamento Ley Sistema Infraestructura vial de Transporte Terrestre del Ecuador, determina a la señalización vertical, horizontal y temporal de la obra y afectaciones en la vías, así como los implementos y equipamientos como necesarios e indispensables para la seguridad vial integral de las carreteras, las que deberán cumplir con los criterios técnicos y estándares internacionales emitidos por la autoridad competente nacional (ANCE, 2018).

El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, emitió el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 0041:2011 Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical y RTE INEN 004-2:2011 Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal, como base; en regular los principios, políticas y entidades relacionadas con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad que garantice el cumplimiento de los compromisos internacionales, garantizando el derecho de los ciudadanos con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, preservando el medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y promover e incentivar la cultura

de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana (INEN, 2011).

El componente de la señalización vial como medida preventiva para el riesgo de accidentes de tránsito es muy importante en el desempeño de las carreteras, en algunos países como en México y Colombia, se realiza auditorias de seguridad vial a las carreteras como lo hace el Instituto Mexicano del Transporte a las carreteras de México, analizando profundamente las características geométricas y su relación con la señalización vial de una carretera que ya está en operación, de esta manera evalúa y diagnostica el diseño geométrico y la señalización vial, y si este necesita ser mejorado, o aplicar ampliaciones y rectificaciones en tramos de carreteras. (Mendoza, et al., 2009)

En Colombia las auditorias en seguridad vial están recién implementándose debido a que muchas de las vías no cuentan con estudios de seguridad vial, sin embargo, se ha detectado que la mayor parte de los problemas viales se encuentran en la falta de mantenimiento, la señalización ineficiente y el diseño geométrico. (Garzon , Escobar , & Galindo , 2017) .

1.2.2 Concesión vial

La concesión se define como el otorgamiento del derecho de explotación, por un periodo determinado de bienes y servicios por parte de la administración pública o empresa a otra, generalmente privada (WIKIPEDIA, 2022), para las carreteras, la concesión se ha convertido en un mecanismo para atraer financiamiento y gestión privados, como un concepto de inversión, conservación y manejo de carácter gerencial durante un largo plazo y los costos invertidos por el concesionario se recuperan con el cobro de peaje (Bull, 2004), muchos de estos sistemas de concesión se han aplicado en varios países y en sistemas viales como las autopistas con el fin de modernizar la conectividad y a contribuir la capacidad de mantenimiento de las mismas (Greene & Mora , 2005).

1.2.2.1 Tipos de Concesión vial y las Asociaciones Publico Privadas.

De acuerdo a su naturaleza jurídica, en la concesión se han propuesto tres soluciones al respecto, la concesión como contrato, la concesión como acto unilateral y la concesión como acto mixto (Calafell, 1996).

Para las concesiones viales en el Ecuador ha propuesto la Política Nacional de Concesiones Viales que regula las bases para una concesión vial (MTO, 2003), y el régimen legal de la concesión la establecía la Ley de Modernización que en la actualidad la acoge las alianzas público-privadas en la Ley Orgánica de Incentivos para las Asociaciones Público Privadas, en otras palabras el concepto de concesión paso a ser un nuevo modelo de gestión o figura legal en el país delegada en virtud de la Ley Orgánica de Incentivos para las Asociaciones Público Privada, conocidas como las alianzas público privadas (APP), que constituyen los mismos tipos de proyectos de concesión (Vera , 2017).

Tipos de Alianzas Publico Privadas

Tipo de proyecto público (con base al art 2)	Tipo de APP (con base al art. 14)
Obras	Art. 14.1 La construcción, el equipamiento cuando se le requiera, operación y mantenimiento de una obra pública nueva para la provisión de un servicio de interés general. Art. 14.2 La rehabilitación o mejora, el equipamiento cuando e lo requiera, operación y mantenimiento de una obra pública existente para la provisión de un servicio de interés general. Art. 14.3 El Equipamiento cuando la inversión requerida para este propósito sea sustancial, la operación y mantenimiento de una obra pública existente para la provisión de un servicio de interés general. Art. 14.4 La operación y mantenimiento de una obra pública existente para la provisión de un servicio de interés general cuando se justifique mejoras sustanciales en esta materia a través de la participación privada en la gestión.
Servicios	Art 14.5 La construcción y comercialización de proyectos inmobiliarios, viviendas de interés social y obras de desarrollo humano, siempre que sean calificados como prioritarios por el comité interinstitucional. Art. 14.6 El desarrollo de actividades productivas, de investigación y desarrollo y en general en todas las que participe el estado directamente y en concurrencia con el sector privado, siempre que sea calificados como prioritarios por el comité interinstitucional.
Bienes	Art. 14.7 Los demás calificados por el comité interinstitucional.

Figura Nro. 4: Tipos de Alianzas Público-Privadas

Fuente: Vera Fernández, 2017

Elaboración: Vera Fernández, 2017.

1.2.2.2 Diseño, Operación y Mantenimiento de una red vial concesionada.

Como se puede evidenciar en la figura 4, los contratos de Alianzas Publico Privadas en obras, pueden desarrollarse de conformidad a los artículos 14.1, 14.2, 14.3 y 14.4 de la Ley Orgánica de Incentivos para las Asociaciones Público Privada, y le da la capacidad al organismo privado de efectuar todas las acciones necesarias para mantener una vía en buen estado y con el cobro de una tasa conocida como peaje, las características de la operación así como el alcance que tu viere el mismo, se encuentran establecidas en el propio contrato de asociación publico privada, sin embargo dada a la naturaleza de los contratos, no se puede proveer desde su estructuración la totalidad de contingencias que pueden presentarse durante su ejecución (Blanco Alvarado & Cabrera Pinzón, 2022).

1.2.3 Seguridad vial

La seguridad vial no se relaciona intrínsecamente con estándares de diseño, a pesar de que puede existir una estrecha relación entre ambos, la experiencia ha demostrado que no todo lo que se cumple como estándar es seguro (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Perú, MTC, 2017), la comparación estratégica y organizacional coteja las estrategias en materia de seguridad vial entre países con similares características, los recursos, así como el marco de gestión y la organización (FIT, 2017), los países dentro de una misma región, o que ya han pasado por etapas de desafíos y desarrollos similares, tienen en general varios problemas en común que pueden ayudar a la colaboración entre ellos y mejorar a partir de las lecciones aprendidas de las buenas prácticas existentes en otros países, aun cuando las soluciones finales puedan ser diferentes de conformidad a las características de seguridad vial de cada país (Shen, Hermans , Bao , Brijs, & Wets and W. Wang, 2015).

1.2.3.1 Componentes de la seguridad vial

Koornstra et al., 2002, en su estudio denominado “A comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands” definió la pirámide de jerarquía para la seguridad vial, sobre la pirámide se encuentran como resultado del análisis a los costos sociales, el número de muertos y los indicadores de desempeño en seguridad vial, como desempeño de las políticas a los productos de las políticas, las medidas y programas de seguridad y por último en la base de la pirámide el contexto de las políticas que se refiere a los insumos de las políticas la estructura y la cultura (Koornstra et al., 2002).



Figura Nro. 5: Una Jerarquía para la seguridad vial

Fuente: Koornstra et al., 2002

Elaboración: Koornstra et al., 2002

1.2.3.2 Enfoque de la evaluación en la seguridad vial.

La seguridad vial es un conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito con el fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito (Espinoza et al., 2016), una manera de ayudar a mitigar los siniestros de accidentes de tránsito es apoyarse en la experiencia que han tenido otros países en materia de seguridad vial y como sus estrategias han

demostrado buenos resultados para prevenir la accidentabilidad, a estos análisis comparativos se los han denominado el Benchmarking de la seguridad vial (FIT, 2017), que no es más que tomar como punto de referencia y hacer un estudio profundizado de los competidores para entender las estrategias y mejorar las practicas utilizadas por ellos.

Sin embargo cabe aquí plantearse que los resultados obtenidos de los análisis comparativos rastrear los patrones de accidentes asociados con grupos particulares de caminos es casi imposible, de los países que llevan la vanguardia en materia de seguridad vial en los últimos veinte años, Países Bajos ha logrado con relativa eficiencia mejorar la seguridad de los ciclistas con la instalaciones adicionales para ellos, tanto dentro como fuera de la carretera, también han tenido éxito en la reducción de muertes de peatones aunque no está muy claro esta reducción probablemente este logro se deba a la reducción de los flujos de tráfico y la velocidad de conducción, por otro lado Gran Bretaña no la logrado mejorar esta situación y se le atribuye que tiene gran frecuencia de cruces de carreteras transitadas en las áreas urbanas (Koornstra et al., 2002), en conclusión cada país tiene sus particularidades y características propias con normas particulares de construcción y de materia de seguridad vial que hacen que estos temas no puedan ser tratados como un patrón de seguimiento sino más bien cada país debe acoplarse a su situación y revisar los mejores resultados en materia de seguridad vial para que puedan ser replicados en sus propios países.

En países como México, Colombia, Perú entre otros, se ha relacionado mucho este tema con la auditoria vial como un método de análisis sobre lo que está pasando con la accidentabilidad en las carreteras, sin embargo la poca información que existe en la región latinoamericana es escasa, que su aporte en temas de seguridad vial recientemente se está abordando (Espinoza et al., 2016).

1.2.4 Modelos de Evaluación de la de seguridad vial.

1.2.4.1 Auditorias en Seguridad vial.

La Auditoría en Seguridad Vial, es un proceso que pretende garantizar que las carreteras desde su etapa de planeación se diseñen con criterios óptimos de seguridad para todos los

usuarios verificando que se mantengan los criterios durante la etapa de construcción y operación (Mendoza, et al., 2009).

En países como México, la Auditoría vial la realiza el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), y lo que busca la auditoría vial es prevenir los riesgos de accidentes de tránsito en las carreteras (Mendoza, et al., 2009), e implementar planes de inversión que incorporen a la seguridad vial como un complemento a ser desarrollado que permita identificar donde realizar la inversión e intervenir en materia de seguridad vial (Guerrero, 2015).

Para el desarrollo de estudios de seguridad vial es indispensable el conocer el número de accidentes de tránsito en un tramo de carretera, o sector, y la recopilación de la información necesaria para lograr identificar los factores de riesgos de la carretera (Garzon, Escobar, & Galindo, 2017), existen varios métodos para desarrollar el análisis de accidentabilidad de una carretera y muy diversos dependiendo de las características de cada país como ya lo abordamos anteriormente pero todos coinciden en el único fin que es la reducción de accidentes o siniestros de tránsito con finales fatales como lo es, la pérdida de vidas humanas.

En fin, podemos decir que las auditorías viales analizan una sección de carretera previamente definida donde existe el mayor riesgo de accidentabilidad, como son curvas peligrosas, falta de señalética, factores climáticos y factores sociales entre otros, la metodología abordada es similar en varios países de la región latinoamericana y apunta a identificar los riesgos y amenazas por medio de factores de vulnerabilidad plenamente identificados (accidentes o siniestros de tránsito) y plantea soluciones como modificaciones al diseño geométrico, mayor señalización, control de la velocidad, y adicionar obras complementarias (Mendoza, et al., 2009), en otros países como Costa Rica también se aplican medidas similares en la que también se aplica como factor dominante la severidad del accidente (Guerrero, 2015).

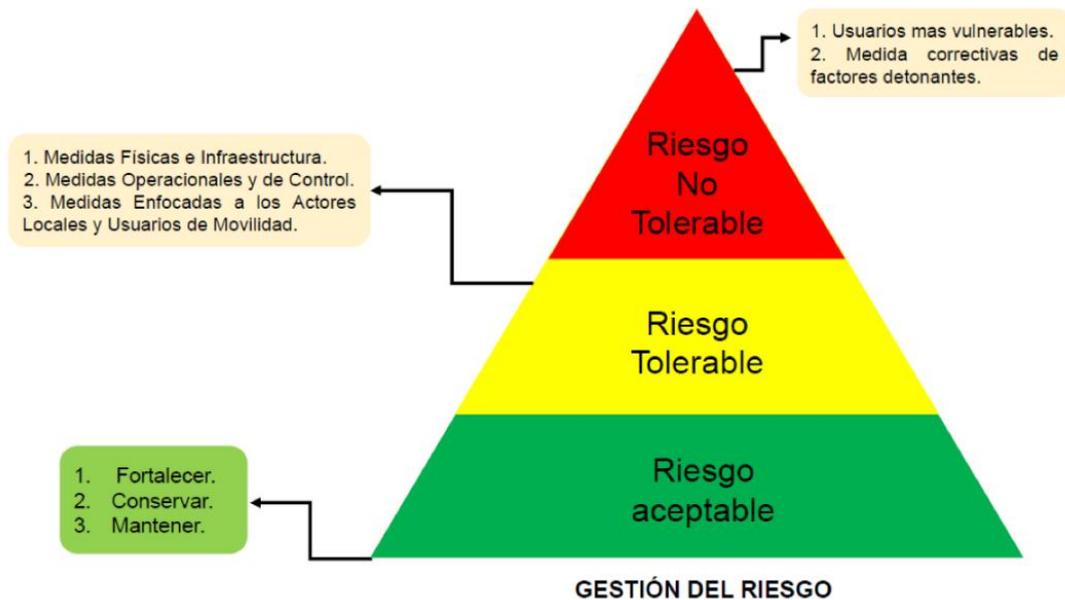


Figura Nro. 6: Gestión del riesgo en la auditoría de la seguridad vial

Fuente: Garzón et al., 2017

Elaboración: Garzón et al., 2017

1.2.4.2 Métodos de predicción de accidentes por el HSM

La American Association of State Highway and Transportation (AASHTO), en el año 2010, publicó el Manual de Seguridad Vial (HSM) por sus siglas en inglés, este manual presenta herramientas de análisis basados en una colección de una serie de estudios que establecen relaciones entre variables de infraestructura y la ocurrencia de accidentes (Bernardo, 2015), las que se pueden establecer en todo tipo de infraestructura vial incluido las autovías y autopista de seis carriles.

El modelo HSM es un método que puede ser utilizado como herramienta de evaluación y comparación de la frecuencia promedio esperada de accidentes de tránsito, esto lo puede lograr por que aplica un algoritmo que predice la frecuencia promedio y distribución de accidentes en caminos rurales de dos carriles, rurales multicarril, arterias urbanas y sub urbanas (Bernardo, 2015), esta herramienta ha sido muy utilizada en países como Colombia y Argentina y se plantea como una evaluación de la seguridad vial en carreteras aplicando el Modulo de Predicción de Accidentes (CPM Crash Prediction Module) del

programa IHSDM (Interactive Highway Safety Desing Model) de FHWA (Federal Highway Administration, agencia del departamento de Transporte de Los Estados Unidos) (Pérez Rojas, 2013).

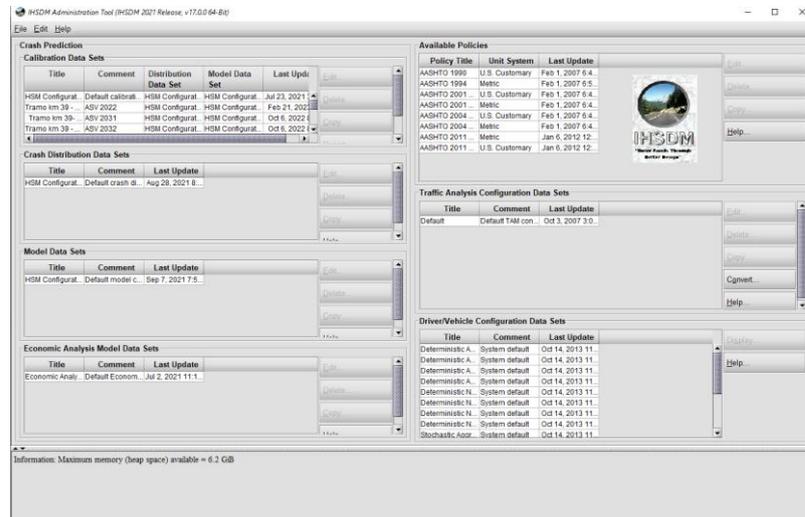


Figura Nro. 7: Visualizador del programa IHSDM-2021

Fuente: Software IHSDM-2021

Elaboración: El Autor

El modelo de predicción de accidentes de tránsito del HSM también ha sido aplicado en Ecuador, en carreteras rurales de dos carriles en la provincia de Loja, y lo que busca es justificar el diseño vial de una carretera desde el punto de vista de la seguridad y la accidentabilidad, sin embargo el modelo previsto necesita ser calibrado para las condiciones locales (Garcia, et al., 2018).

En la práctica HSM lo que hace es una distinción entre segmentos de camino e intersecciones, para lo cual presenta modelos predictivos diferentes, pero la ecuación genérica del modelo predictivo consta de tres elementos:

- a) Función de Performance de Seguridad (N_{spf} , donde “spf” proviene del ingles Safety Performance Function)
- b) Factores de Modificaciones de Accidentes (CMF_{ix})
- c) Factor de calibración (C_x)

$$N_{predicted} = N_{spf_x}(CMF_{1X} \cdot CMF_{2X} \cdot CMF_{3X} \dots \dots CMF_{YX}) \cdot C_X \quad (\text{Ecuación 1})$$

- $N_{predicted}$: predicción de frecuencia de accidentes para un sitio tipo “X” en un año específico
- N_{spf_x} : predicción de frecuencia promedio de accidentes para condiciones “base” de un tipo “X”
- $CMF_{1X} \dots CMF_{YX}$: factores de modificaciones de accidentes específicos para sitio tipo “X”
- C_X : Factor de calibración de ajuste a condiciones locales para sitio tipo “X”

1.2.4.3 Modelo iRap para evaluar la seguridad vial

El International Road Assessment Programme (iRAP), es un modelo que permite la evaluación de la seguridad vial en tramos de carreteras, ha estado en operación desde el año 2011 y ha sido propuesto por la Organización de Naciones Unidas (ONU), principalmente para reducir la mortalidad en siniestros de tránsito en vías (Garcia et al., 2021).

El modelo iRAP utiliza la clasificación por estrellas (SR) (ver tabla Nro. 2), para cuantificar el nivel de seguridad vial que ofrece un escenario de carretera para diferentes usuarios viales (Ocupantes de vehículo, motociclistas, peatón, y ciclista), para calcular el valor de (SR) el modelo iRAP aplica un software en línea denominado ViDA, a cada usuario es de una sección de carretera se asignado un valor de SR una vez que se haya ingresado todos los atributos de la carretera, desde la información detallada de la vía, matriz de atributos viales, instantánea de atributos de carretera y mapa de atributos, todos estos valores ayudaran al programa a dimensionar el valor del SR de la sección de carretera a ser evaluada (Garcia et al., 2021).

Calificación de estrellas (SR)	Valoración de la calificación de estrellas (SRS)				
	Ocupantes de vehículo y Motociclistas	Ciclistas	Peatones		
			Total	A lo largo	Cruzando
5	0 a < 2,5	0 a < 5	0 a < 5	0 a < 0,2	0 a < 4,8
4	2,5 a < 5,0	5 a < 10	5 a < 15	0,2 a < 1,0	4,8 a < 14,0
3	5,0 a < 12,5	10 a < 30	15 a < 40	1,0 a < 7,5	14,0 a < 32,5
2	12,5 a < 22,5	30 a < 60	40 a < 90	7,5 a < 15,0	32,5 a < 75
1	≥ 22,5	≥ 60	≥ 90	≥ 15,0	≥ 75

Tabla Nro. 2 : Banda de clasificación de estrellas del modelo iRAP

Fuente: Garzón et al., 2017 (*Garcia et al., 2021*)

Elaboración: Garzón et al., 2017

Calificaciones de estrellas	Ocupante del vehículo		Motociclista		Peatonal		Ciclista	
	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento	Longitud (km)	Por ciento
3 estrellas o mejor	89.93	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
5 estrellas	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
4 estrellas	22.18	24.67%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
3 estrellas	67.75	75.33%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
2 estrellas	0.00	0.00%	89.93	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
1 estrella	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
No aplica	0.00	0.00%	0.00	0.00%	89.93	100.00%	89.93	100.00%
Totales	89.93	100.00%	89.93	100.00%	89.93	100.00%	89.93	100.00%

Figura Nro. 8: Visualizador del programa ViDA-2021

Fuente: (ViDA, 2019)

Elaboración: El Autor

1.3 Antecedentes referenciales

1.3.1 Manual de Seguridad de Carreteras HSM.

El Manual de Seguridad de Carreteras HSM, ha sido desarrollado por el La American Association of State Highway and Transportation (AASHTO), para reducir de manera

medible la frecuencia y la gravedad de choques en las carretas de los Estados Unidos de Norteamérica, sin embargo su aplicación también ha sido posible en otros países del continente Americano, como Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador, sin embargo para la aplicación de esta herramienta en estas localidades debe ser calibrado para las funciones locales por medio de un factor e calibración.

En Argentina se aplicó esta herramienta en un estudio de caso en la Provincia de San Juan para las rutas RN20, RN40, RN141, RN149, RN150, RN153 en donde el factor de calibración obtenido fue ($C_x= 0.19$) y la predicción de accidentes de tránsito determinan las zonas con mayor riesgo de accidentes a lo largo de cada carretera analizada (Garcia & Altamira, Calibración del módulo de accidentes del Highway Safety Manual (HSM), 2012).

En Brasil, el modelo de predicción de los accidentes HSM se aplico a la carretera ruta BR-393, con un factor de calibración de ($C_x= 1.50$), en este estudio se realizó un análisis profundo para la cuantificación del factor de calibración, para lógralo es muy importante la obtención de datos de las secciones de carretera sobre todo de los niveles de accidentes de tránsito (Bernardo, 2015).

La aplicación de la metodología HSM para la predicción de accidentes, ha sido también aplicado en Colombia con el fin de predecir los accidentes de tránsito y siniestros en carreteras rurales de dos carriles, enfocados básicamente en logra determinar una metodología eficaz que ayude a determinar el factor de calibración adecuado para la localidad (Pérez Rojas, 2013).

En Ecuador, el modelo de predicción de accidentes ha sido calibrado y aplicado en carreteras rurales y suburbanas del cantón Loja, con la aplicación del modelo se obtuvieron factores de calibración de entre 0,12 a 0,25 para las zonas rurales y factores de calibración de entre 0,00 a 3,24 en zonas suburbanas lo que trata de decir es que, el modelo en algunos casos subestima la realidad de accidentes y en otros caos los sobrestima, esta es la razón de que el modelo de predicción de accidentes debe ser calibrado para las realidades locales (Garcia, et al., 2018).

1.3.2 El International Road Assessment Programme (iRAP)

El modelo de evaluación de la seguridad vial iRAP, en Latinoamérica ha sido únicamente acogido por Brasil que tiene su propio Software iRap para la región, y bajo este análisis en el Ecuador ha sido aplicado en el estudio denominado “Uso del modelo iRAP para evaluar la seguridad vial en carreteras de dos carriles en Ecuador” el modelo fue aplicado en la vía Loja-Zamora, obteniendo resultados de SR de apenas una estrella para ocupantes de vehículo y motociclistas, dos estrellas para ciclistas y entre dos y tres estrellas para peatones dependiendo de los sectores donde transitan (Garcia et al., 2021).

1.3.3 Análisis de los modelos para la evaluación de la seguridad vial.

A nivel mundial los modelos de evaluación de la seguridad vial están cada vez más procesada y representada en modelos digitales (Garcia, et al., 2018), uno de esos modelos es el uso del programa internacional de evaluación de carreteras (iRAP) por sus siglas en inglés, que se sustenta con la calificación por estrellas aplicando algoritmos de cálculo en base a atributos de la carretera que afectan la seguridad vial, y que, los resultados son aplicados para diseñar planes de inversión para carreteras más seguras, este modelo ha sido utilizado generalmente por los países más desarrollados como los del continente Europeo, Australia, Norteamérica, China, India y Brasil en Latinoamérica, En el Ecuador el uso de esta herramienta se ve limitado por falta de presupuesto junto con la falta de técnicos capacitados para el desarrollo del programa, ya que, el mismo organismo desarrollador del iRAP, brinda capacitaciones para el uso y manejo del modelo digital limitando el uso de esta aplicación (Garcia et al., 2021).

Por otro lado, las auditorias en materia de seguridad vial se ven enfocadas a los procesos de evaluación desde los planes de diseño y control que se presentan según las condiciones y particularidades de cada país y no existe una normativa común o difieren de criterios entre uno y otro debido a las características socioeconómicas y modos de transporte de cada sector (FIT, 2017), esto ha llevado a desarrollar diferentes criterios y metodologías en los diferentes países que pueden ser aplicados a nuestro entorno, sin embargo por las características socioeconómicas, modos de transporte y diferente normativa legal los resultados no serían tan confiables para nuestro entorno.

El modelo de implementación de evaluación del Manual de Seguridad Vial de la AASTHO con la implementación de la herramienta IHSDM, actualizada al año 2021, es la metodología más conveniente al analizar y aplicar para nuestra región en virtud que se cuenta con toda la información estadística de accidentes de tránsito, estimación del tránsito y la geometría de la carretera (García, et al., 2018), que en la mayoría de las construcciones las normas aplicadas para el diseño han sido las normas AASTHO, teniendo así un nivel de confianza relevante al momento de procesar la información y obtener los resultados, además que esta metodología ya ha sido aplicada en otros países como el Colombia con el USO DEL MODELO DE PREDDIÓN DE ACCIDENTES (CPM) DEL IHSDM PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD EN SEGMENTOS DE CARRETERAS DE DOS CARRILES desarrollada por (Pérez Rojas, 2013), además de que se cuenta con una actualización de la herramienta al año 2021, con nuevos modelos de predicción de intersecciones (FHWA, 2023).

1.4 Antecedentes contextuales

1.4.1 Ubicación del área de estudio

El proyecto se desarrolló en la provincia de El Oro, ubicada al sur del país, aproximadamente en la latitud $03^{\circ}15'31''$; limitando al Norte con las provincias del Guayas, al este con Azuay y Loja al oeste con el Océano Pacífico y al sur con el vecino país de Perú, con una superficie de 5.767,00 km². Específicamente el estudio se centró en la ruta concesionada que discurre desde Río Siete – Huaquillas, en los tramos de sección del kilómetro 35 al 40 en una longitud de 5 Km.

1.4.2 Descripción del entorno geográfico del área de estudio

La carretera a ser estudiada en el presente trabajo de investigación es la carretera E-25, actualmente es un corredor vial arterial conocido como Troncal de la Costa E-25, catalogada como autovía, ubicada al sur del país entre las Provincias de Guayas y Azuay, se extiende a lo largo del provincia de El Oro, intercepta con la vía colectora a Puerto Bolívar y uno a los cantones de El Guabo, Machala, Santa Rosa, Arenillas y Huaquillas (TNM, 2017).

Fue construida como una vía rápida de seis carriles en el año 2011 y concluida en el año 2013 el tramo que va desde el sector de Bella Indica hasta el ingreso a Sata Rosa, luego fue concebida como parte del corredor arterial Rio 7 Huaquillas hoy concesionada a al consorcio CONSUR R7H, que en la actualidad contempla dentro de sus aspectos relevantes realizar la conversión de la calzada existente entre Rio Siete y Ye de Tíllales en una autopista de doble calzada de altas especificaciones con infraestructura y conexiones de alta conectividad (TNM, 2017).

Para el análisis del presente trabajo de investigación se ha efectuado un recorrido de la zona y se ha logrado identificar que, las características de la carretera hoy concesionada E-25 difiere sus características geométricas en algunos tramos de vía., y para poder aplicar los criterios de una evaluación de las seguridad vial es necesario que las características de los segmentos de vía a ser analizados deben ser de similares características geométricas, considerando así el tramo de vía que une los sectores de Tíllales con Santa Rosa por poseer las mismas características geométricas en 20 km de carretera.

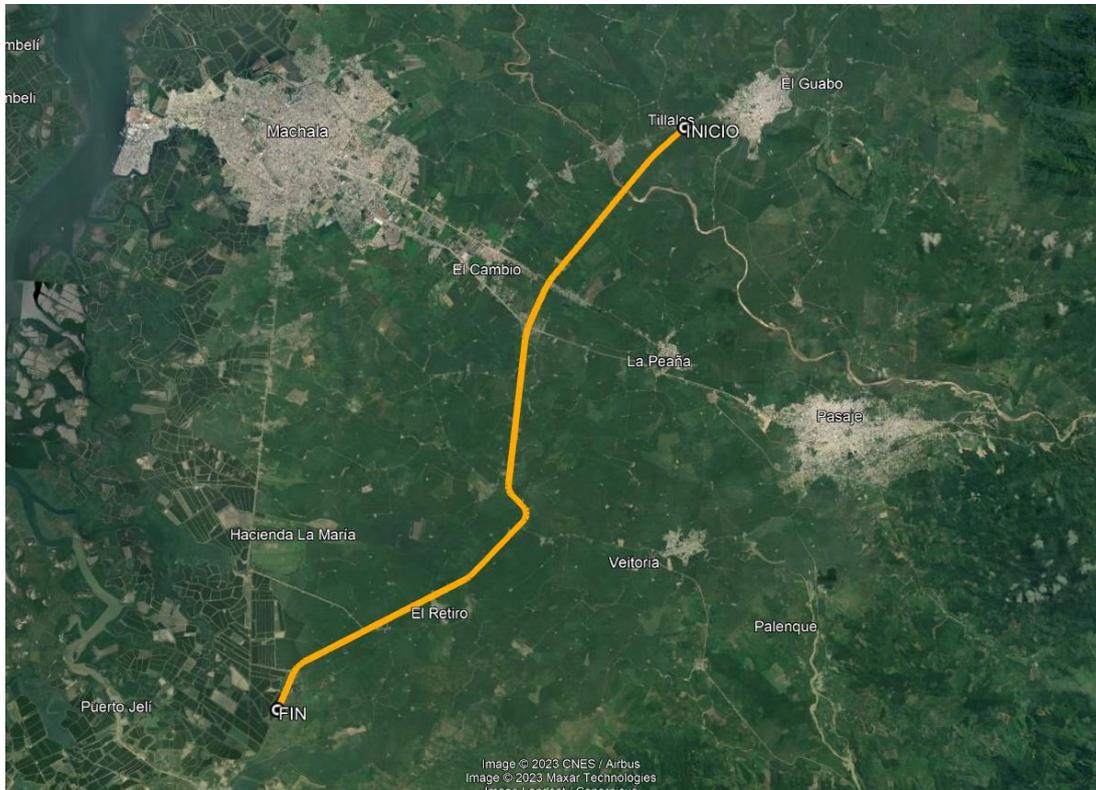


Figura Nro. 9: Tramo de carretera E-25 con similares características

Fuente: Google Earth pro

Elaboración: El Autor

COORDENADAS DE UBICACIÓN		
UBICACIÓN	NORTE - SUR	ESTE - OESTE
INICIO	9640655.00 m S	627600.00 m E
FIN	9622618.00 m S	616525.00 m E
Longitud:	20 Km	

Tabla Nro. 3 : Ubicación del tramo de Estudio E-25

Fuente: Google Earth Pro

Elaboración: El Autor

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICA DE LA CARRETERA E-25 TRAMO Y DE TILLALES - INGRESO SANTA ROSA		
DESIGNACIÓN		
LONGITUD DE TRAMO DE IGUALES CARACTERÍSTICAS	23,2	Km
VELOCIDAD DE DISEÑO	*50	Km/h
VELOCIDAD DEL TRONCO EN INTERSECCIONES	*80-100	Km/h
PENDIENTE TRANSVERSAL	2%	%
NRO. DE CARRILES POR SENTIDO	3	u
NRO. DE SENTIDOS	2	Doble
CARRIL DE SEGURIDAD	1	u
ANCHO DE CARRILES	3,65	m
ANCHO DE ESPALDON	2,5	m
ANCHO DE PARTERRE CENTRAL	2,2	m
	MURO	
DIVISION DE PARTERRES	JERSEY	u
CUNETAS	SI	
ESPALDON - BERMA	SI	

Tabla Nro. 4 : Características Geométricas del tramo de Estudio E-25

Fuente: *, Valores tomados de la Memoria Técnica “DISEÑO GEOMÉTRICO CORREDOR RIO SIETE – HUAQUILLAS, elaborado por la empresa TECHNOLOGY AND MANAGEMENT LTD, (TNM, 2017).

Elaboración: El Autor

SECCIÓN TÍPICA DEL TRAMO "Y" DE CORRALITOS - "Y" DEL ENANO
ABS. 59+400,00 - 53+591,00

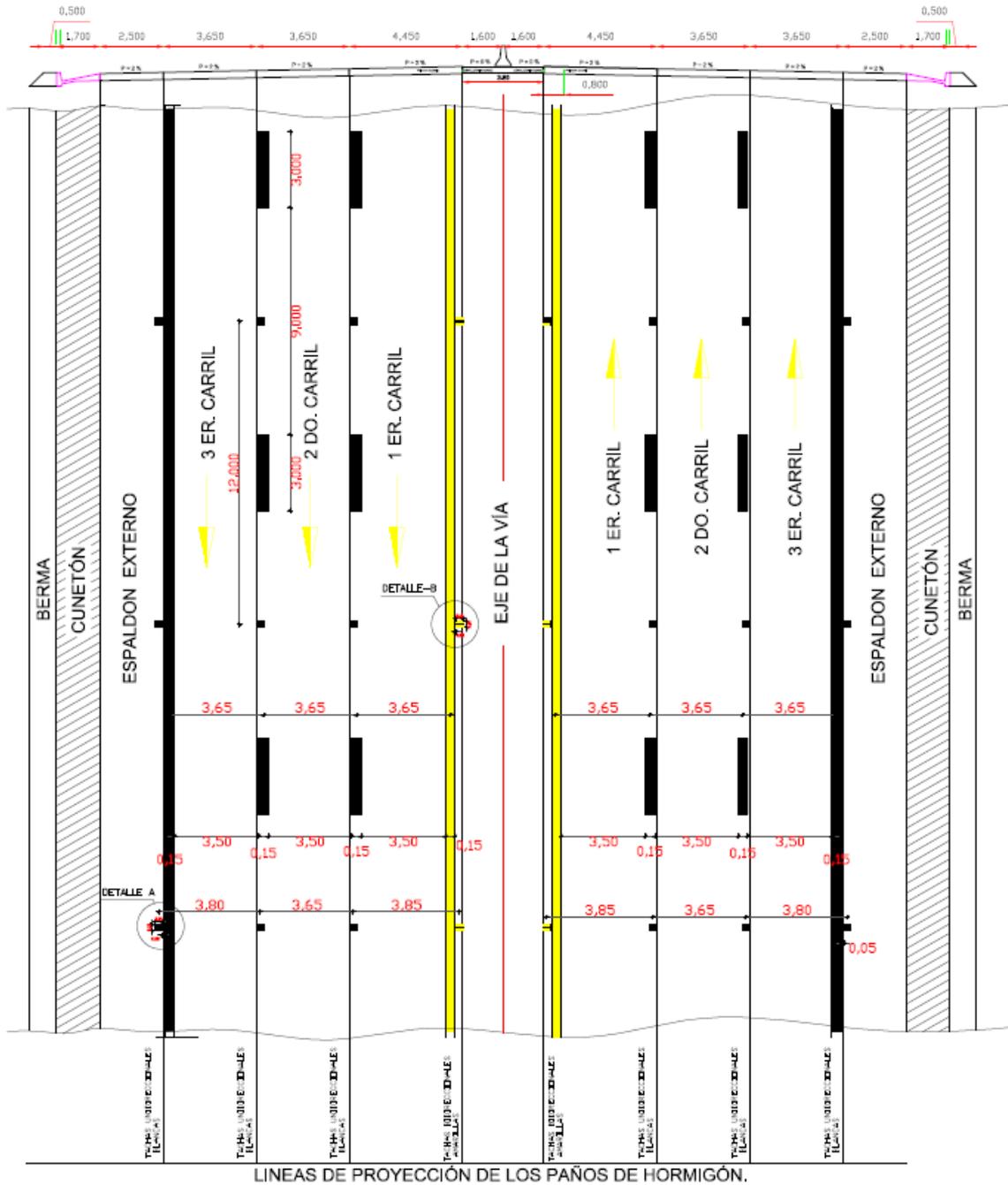


Figura Nro. 10: Sección y características de la señalización vial tipo del Tramo de carretera E-25 con similares características

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

CAPITULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Metodología de la Investigación

En la investigación empírica práctica, se realizan estudios exploratorios, mediante un análisis documental cualitativo y cuantitativo del objeto de estudio a través de la búsqueda, lectura e interpretación de la información de fuentes primarias y secundarias que nos permitió obtener información sobre las metodologías de seguridad vial, luego se realizaron estudios descriptivos de las variables de estudio, analizando la información obtenida en el estudio exploratorio. El estudio se efectúa en el lugar de los hechos y desde el punto de vista científico se analizan sus características, comportamientos, circunstancias, repercusiones y todo aquello que se relacione con la problemática propuesta por el investigador de sus tesis (Muñoz, 2011).

Para el problema planteado en el presente estudio de investigación las unidades de análisis son la evaluación de la seguridad vial en autovías concesionadas.

La metodología de investigación a plantearse en el presente trabajo de investigación constará de tres fases donde se pretende desarrollar una metodología de evaluación de la seguridad vial en vías concesionadas, y con esto analizar los logros obtenidos para el problema planteado.

La primera fase trata de la aplicación de la investigación empírica práctica, el planteamiento del problema, el marco referencial, marco conceptual, determinación del campo de investigación que en este caso es la evaluación de la seguridad vial y delimitar los alcances y limitaciones del tema (Muñoz, 2011), temas que ya fueron abordados en el primer capítulo.

En la segunda fase se plantea el análisis del modelo experimental a ser aplicada en el presente trabajo de investigación, con el modelo experimental se podrán desarrollar los demás componentes de la investigación, el levantamiento de la información de campo y los modelos de análisis a ser aplicados y desarrollados para conocer los resultados.

En la tercera fase se elaborará una propuesta de METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN AUTOVÍAS CONCESIONADAS, EN LA PROVINCIA DE EL ORO.

2.2 Paradigma

Ramos en el año 2015, realiza un análisis de los paradigmas de la investigación científica indicando que el positivismo, la teórica crítica y el constructivismo son los paradigmas que sustentan la investigación científica y aclara que, el investigador debe saber cuál de ellos es el que se posiciona para tener claro el concepto de la realidad del fenómeno de interés y la metodología que se debe seguir para responder las preguntas de investigación (Ramos , 2015).

En si el paradigma positivista no más que un concepto que engloba los modelos y metodologías a ser estudiadas para analizar el problema que se busca y resolver las preguntas de investigación y que sustentará la investigación que tenga como objetivo comparar una hipótesis (Ramos , 2015).

Para este caso de estudio el paradigma que se busca se relaciona a como evaluar la seguridad vial en carreteras tipo autovías concesionadas, está muy claro que el paradigma tendrá que ver con los modelos para el análisis de los riesgos de accidentes de tránsito en carreteras.

2.3 Enfoque

Una de las formas de realizar una investigación es con los enfoques cualitativos y cuantitativos, los cuales se distinguen entre sí por la forma en que se hace el planteamiento del problema la recopilación y el análisis de la información, así como la presentación de los resultados, el enfoque cuantitativo se centra en la medición y comprobación y el enfoque cualitativo los datos son observables, subjetivos y difícilmente medibles (Muñoz, 2011).

Existen enfoques cualitativo y cuantitativo en la investigación, realizada se utilizó un enfoque mixto, ya que se trabajó con un enfoque cuantitativo cuando se realizaron las mediciones o valoraciones numéricas y un enfoque cualitativo cuando se recopiló información mediante las encuestas y observaciones.

2.3.1 Teórico documental

El proceso teórico y documental se ha desarrollado en dos etapas para la presente investigación, el proceso teórico se ha revisado las diferentes bibliografías y artículos científicos de interés que han aplicado métodos de evaluación de la seguridad vial en carreteras urbanas de dos carriles y sub urbanas en países como Brasil, México, Argentina, Colombia y Ecuador, en las diferentes investigaciones han aportado a la evaluación con base al modelo aplicado del HSM, el modelo iRAP y las auditorias viales.

Las auditorias viales se han desarrollado en países de América Latina para la realidad de la seguridad vial en estos países, sin embargo, el desarrollo de este modelo de análisis contempla únicamente la revisión del cumplimiento de los parámetros básicos y normas de seguridad vial que fueron planteados durante el proceso de diseño vial en comparación con un análisis de riesgos tomando en consideración el número de accidentes y siniestros de tránsito.

El modelo iRAP se ha desarrollado con mayor afluencia en el continente Europeo y en Latinoamérica únicamente Brasil ha aplicado este modelo de evaluación de la seguridad vial, sin embargo una de las desventajas para el desarrollo de este modelo es la falta de información de los atributos de las carreteras y el desarrollo de un software en línea que permita el análisis de los datos obtenidos de campo en la página web del software VIDA, donde el análisis de los datos plantea la seguridad vial en un rango de estrellas que permiten identificar las zonas de mayor riesgo en accidentes y siniestros de tránsito.

Como una tercera alternativa se plantea el análisis y evaluación de la seguridad vial por el método del HMS, desarrollado por la American Association of State Highway and Transportation (AASHTO), que en el año 2010, publicó el Manual de Seguridad Vial (HSM) por sus siglas en inglés, con la aplicación del Módulo de Predicción de Accidentes

(CPM Crash Prediction Module) del programa IHSDM (Interactive Highway Safety Desing Model) de FHWA (Federal Highway Administration, agencia del departamento de Transporte de Los Estados Unidos), logra predecir el número de accidentes y siniestros de tránsito para un determinado tramo o sección de carretera dependiendo explícitamente de las señales de tránsito y de la seguridad vial, este modelo es el que más se adapta a nuestro medio por tener las normas base a las normas AASHTO para el diseño de carreteras, este modelo de predicción de accidentes es el que se aplicara en el presente trabajo de investigación.

2.3.2 Empírico de campo

Para los procesos documentales de campo, se han efectuado recorridos a cinco kilómetros de sección de vía E-25, donde se ha logrado extraer datos de campo, levantamiento de la información relevante a señalética de seguridad vial, velocidades promedio de circulación, iluminación entre otros, que son necesario como data de entrada en el software IHSDM.

2.4 Población y Muestra

Para el análisis de la población y muestra se aplican los criterios de la estadística inferencial que aplica métodos que se emplean para determinar una propiedad de una población con base a la información de una muestra de ella (Lind, y otros, 2014).

2.4.1 Población o universo

La población o universo se considera al conjunto de interés o medida que se obtiene a partir de todos los individuos u objetos de interés, con el objeto de inferir algo sobre una población, lo común es que se tome una muestra de ella (Lind, y otros, 2014).

Para nuestro caso de estudio la carretera a ser estudiada en el presente trabajo de investigación es la carretera E-25, actualmente es un corredor vial arterial conocido como Troncal de la Costa E-25 concebida y construida como una carretera de características a una autovía y concesionada al consorcio CONSUR R7H, las características de esta

carretera se repiten en 20 Km de longitud a esta longitud consideraremos el universo por tener las mismas características de diseño e implementación de la seguridad vial.

2.4.2 Muestra

La muestra es una porción o parte de la población de interés (Lind, y otros, 2014), la muestra debe estar muy bien relacionada, si el interés de estudiar es la seguridad vial de carreteras concesionadas, la muestra a ser estudiada debe representar las características similares que se repiten desde el punto de vista de la seguridad vial de una sección de carretera en similares condiciones en toda la longitud de la carretera aunque estos casos son difíciles de concebirse en la realidad, lo más recomendable es que en toda la carretera debería analizarse sobre todo si se trata de carreteras de montaña.

Para la obtención de la muestra aplicaremos la fórmula estadística sustentada por (Hernández et al., 2014), asumiendo el nivel de confianza para este tipo de investigaciones puede variar del 90% al 99%. Donde:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{E^2(N-1) + Z^2 pq} \quad \text{Ecuación (2)}$$

- n es el tamaño de la muestra
- Z es el nivel de confianza 90%= 1.64
- p es la probabilidad de éxito 80%/100= 0.8
- q es la probabilidad de fracaso 20%/100 = 0.2
- E es el nivel de error 10%/100 = 0.10
- N es el tamaño de la población = 20 km.

Arrojando como resultado:

$$n = 5.14 \text{ Km.}$$

Se asume una longitud de análisis de 5 km.

Por las características similares y debido al tráfico influyente que viene desde la ciudad de Machala hasta Santa Rosa el sitio escogido para la toma de muestras es el tramo que va desde el Km 35 al Km 40 (ver fig. Nro. 14), ubicado desde la salida del distribuidor de tráfico tipo trébol hasta las mediaciones del ingreso al sector conocido como la “Y del Enano” en el sentido de Machala hacia Santa Rosa.

2.4.3 Métodos y técnicas empleadas para la recolección de las muestras.

Las técnicas del proceso de levantamiento de la información se desarrollada en dos fases.

En la primera fase se utilizó la metodología del meta-análisis (Espinoza et al., 2016), para analizar de manera sistemática y sintetizar los resultados de diferentes estudios empíricos (Escrig Sos, et al., 2021) para logra identificar de manera cualitativa los aspectos fundamentales de la zona de investigación y un método empírico de campo cuantitativo (Muñoz, 2011), para la recolección y registro de la información, conocido el proceso de modelo a aplicar y la información base necesaria investigar se desarrollaron formatos de encuestas para el levantamiento de la información (Ver anexo A, Levantamiento de la Señalización vial y Anexo B,C,D,E,F Atributos para la base de datos del IHSDM), se efectuó un recorrido diario y un recorrido nocturno para levantar toda la información base en ambos sentidos de la vía, luego esta información fue procesada en tablas digitales para posteriormente ser ingresada al programa IHSDM

La primera fase se desarrolla en los siguientes aspectos:

SELECCIÓN DEL SEGMENTO DE CARRETERA A SER ANALIZADA

- a.- Análisis de siniestros y accidentes de tránsito
- b.- Identificación de la carretera a ser analizada y el tramo de accidentes
- c.- Identificación de las características similares en las secciones de la carretera
- d.- Definición del tramo seleccionado para la investigación

En la segunda etapa, con la base de datos suficiente que permita la calibración, aplicación y uso del algoritmo del IHSMD (Pérez Rojas, 2013), se procesa la información y se

determina la predicción de accidentes de tránsito en un sección determinada de carretera para definir la tasa de mortalidad de accidentes de tránsito cada cien mil habitantes y sí, las políticas en materia de seguridad vial están dando los resultados esperados en la prevención de accidentes, entendiéndose como políticas de seguridad vial a todos los aspectos que involucra la materia, incluido los planes de seguridad.

En el desarrollo de la segunda fase, se abordan el procesamiento de la información con los datos obtenidos de campo, se analizan el índice de mortalidad en accidentes de tránsito del último año de estudio (IMAT-I) y se evalúa este con el índice de mortalidad de accidentes de tránsito de los años siguientes (IMAT-F), basados en criterios de aceptación descritos en el numeral 2.5 modelo experimental, las etapas de análisis son:

- SELECCIÓN ESTADÍSTICOS DEL NRO. DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO DEL AÑO BASE PARA EL SEGMENTO DE CARRETERA SELECCIONADO (IMAT-I)
- SELECCIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL Y NRO. DE ACCIDENTES
- ANÁLISIS PREDICTIVO DEL NRO. DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO DEL AÑO EN EVALUACIÓN (IMAT-F).
- ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO Y PROPUESTA DE MEJORAS EN LA SEGURIDAD VIAL PARA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

CAPITULO 3 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Modelo Experimental propuesto.

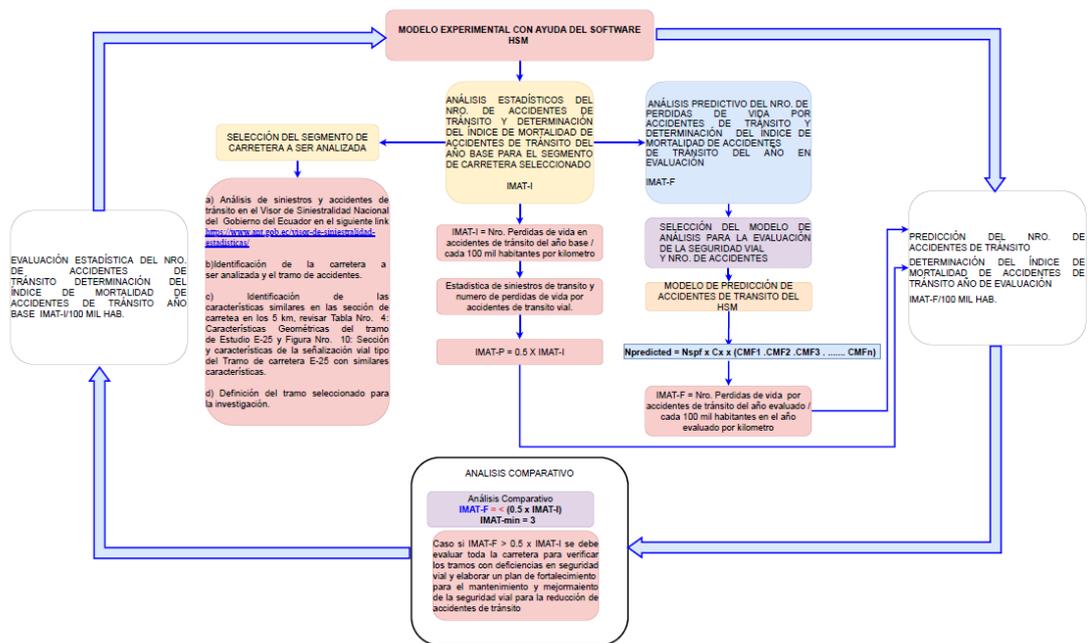


Figura Nro. 11: Modelo experimental para la evaluación de la seguridad vial en vías tipo autovías concesionadas

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

El modelo experimental recoge los conceptos y criterios ya estudiados en el capítulo anterior y plantea un análisis comparativo del índice de mortalidad de accidentes de tránsito del año base (IMAT-I) o del último año transcurrido cuando ya se conoce y se tienen las estadísticas del número de accidentes y siniestros de tránsito con resultados fatales, comparado este último con el índice de mortalidad de accidentes de tránsito del año a ser evaluado o proyectado por un tiempo determinado (IMAT-F).

El modelo de evaluación de la seguridad vial se basa en los criterios expuestos en la investigación denominada AUDITORIAS DE SEGURIDAD VIAL DE CARRETERAS EN OPERACIÓN (Mendoza, et al., 2009), USO DEL MODELO DE PREDICCIÓN DE

ACCIDENTES (CPM) DEL IHSDM PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD EN SEGMENTOS DE CARRETERAS DE DOS CARRILES desarrollada por (Pérez Rojas, 2013), CALIBRACIÓN DEL MODELO PREDICTIVO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO DEL HSM EN CARRETERAS DEL CANTÓN LOJA (ECUADOR) (Garcia, et al., 2018) y con la información y criterios actualizados de la AASTHO en el programa IHSDM actualizados al año dos mil veintiuno (AASHTO, 2010), a las aplicaciones de esta predicción de accidentes se aplican los conceptos establecidos por (Koornstra et al., 2002), para reducir la fatalidad de accidentes de tránsito en un 50%, así se plantea los siguientes criterios para aceptar al IMAT-F en las condiciones de seguridad vial de una carretera concesionada de seis carriles con los siguientes criterios:

IMAT PREVISTO / 100 MIL HAB.

$IMAT-P = 0.5 (IMAT-I)$	Ecuación (3)
$IMAT-F < o = IMATP$	Ecuación (4)
$IMAT-F < o = 0.5 \times IMAT-I$	Ecuación (5)
$IMAT-min = 3/100 \text{ mil hab.}$	Ecuación (6)

Al cumplirse estas condiciones, se podrá evaluar el grado de severidad de la seguridad vial en autovías concesionadas y reducir los siniestros de accidentes de tránsito con resultados fatales y cumplir con los objetivos del desarrollo sostenible de las Naciones Unidas de la agenda 2030 para el desarrollo en materia de seguridad vial:

Objetivo 3 (Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades).

Objetivo 11 (Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles), lo que se promueve para el 2030 proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial.

3.1.1 Desarrollo del modelo experimental en su primera fase.

Para el avance de la primera fase de la investigación, se plantea una ruta a seguir para desarrollar una METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN AUTOVÍAS CONCESIONADAS, EN LA PROVINCIA DE EL ORO, la recolección de datos de campo y el levantamiento de la información.

➤ SELECCIÓN DEL SEGMENTO DE CARRETERA A SER ANALIZADA

3.1.1.1 Selección del segmento de carretera a ser analizada.

Para la selección del segmento de carretera a ser estudiado, se debe conocer la longitud total de una carretera tipo autovía concesionada, donde se realizar la investigación de campo, se procede a la verificación de las características más comunes y los mayores niveles de riesgo de accidentes en base a estadísticas de siniestros o accidentes de tránsito de años anteriores, para ello se efectúan los siguientes pasos.

- Análisis de siniestros y accidentes de tránsito en el Visor de Siniestralidad Nacional del Gobierno del Ecuador en el siguiente link <https://www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas/>.



Figura Nro. 12: Visor de siniestralidad para la carretera E-25 tramo cantón Machala.

Fuente: Comisión de Tránsito del Ecuador

Elaboración: El Autor

b) Identificación de la carretera a ser analizada y el tramo de accidentes.

La cantidad de siniestros en el tramo de carretera E-25 concesionada a CONSUR R7H, que va desde el Km en la abscisa 24+300 hasta el Km en la abscisa 47+500, se reporta un promedio de 54 siniestros de tránsito por año, es decir 2.32 accidentes o siniestros de tránsito por kilómetro.

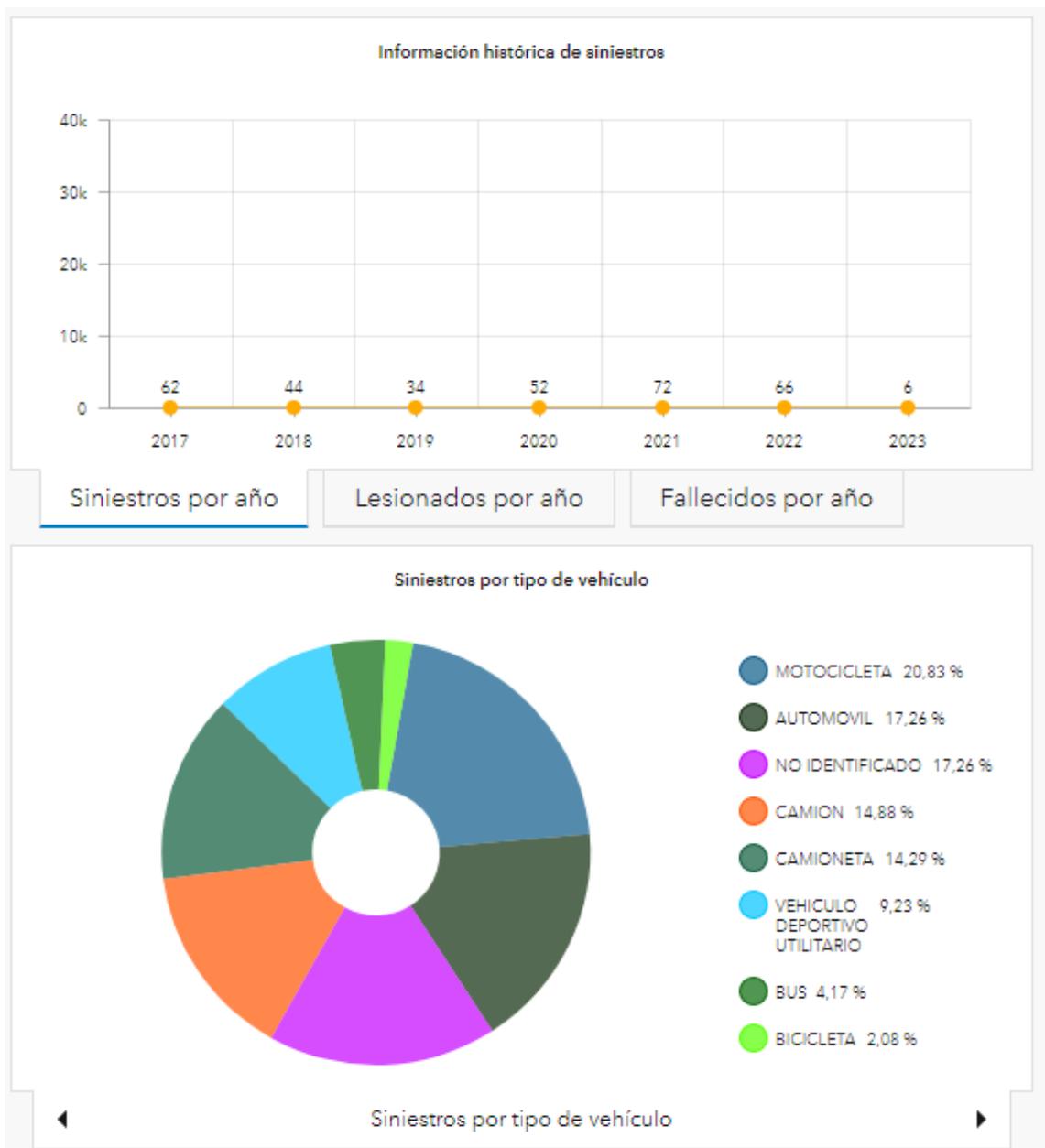


Figura Nro. 13: Estadística de siniestralidad para la carretera E-25 tramo cantón Machala.

Fuente: Comisión de tránsito del Ecuador

Elaboración: El Autor

c) Identificación de las características similares en las secciones de la carretera en los 5 km, revisar Tabla Nro. 4: Características Geométricas del tramo de Estudio E-25 y Figura Nro. 10: Sección y características de la señalización vial tipo del Tramo de carretera E-25 con similares características.

d) Definición del tramo seleccionado para la investigación.

Con el análisis de los acápites a, b y c el tramo a ser analizado de la carretera por tener similares características es el tramo que va desde las abscisas 35+000 hasta la 40+000.

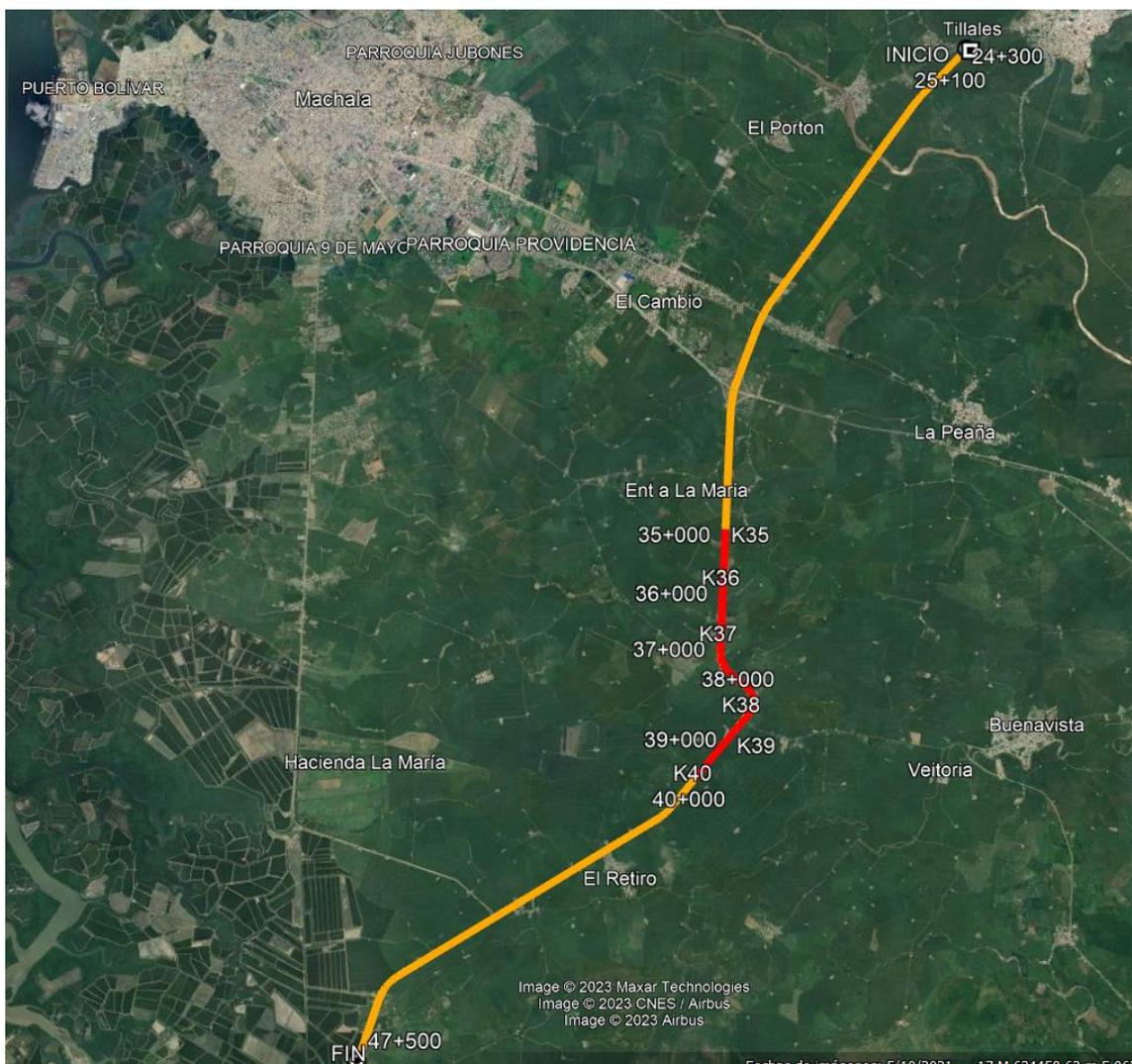


Figura Nro. 14: Tramo de carretera E-25 Abscisa 35+000 hasta 40+000

Fuente: Google Earth Pro

Elaboración: El Autor

3.2 Desarrollo del modelo experimental en la segunda Fase.

En el desarrollo de la segunda fase, se abordan el procesamiento de la información con los datos obtenidos de campo, se analizan el índice de mortalidad en accidentes de tránsito del último año de estudio (IMAT-I) y se evalúa este con el índice de mortalidad de accidentes de tránsito de los años siguientes (IMAT-F), basados en criterios de aceptación descritos en el numeral 2.5 modelo experimental, las etapas de análisis son:

- SELECCIÓN ESTADÍSTICOS DEL NRO. DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO DEL AÑO BASE PARA EL SEGMENTO DE CARRETERA SELECCIONADO (IMAT-I)
- SELECCIÓN DEL MODELO DE ANÁLISIS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL Y NRO. DE ACCIDENTES
- ANÁLISIS PREDICTIVO DEL NRO. DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO DEL AÑO EN EVALUACIÓN (IMAT-F).
- ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO Y PROPUESTA DE MEJORAS EN LA SEGURIDAD VIAL PARA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

3.2.1 Selección estadística del número de accidentes de tránsito y determinación del índice de mortalidad de accidentes de tránsito del año base para el segmento de carretera seleccionado (IMAT-I)

Para la determinación del IMAT-I, es necesario conocer la estadística de siniestros de tránsito con muertes fatales ocurridos en las vías donde se está analizando y evaluando el nivel de la seguridad vial, en el Ecuador ventajosamente se tiene una plataforma

virtual conocida como Visor de Siniestralidad Nacional del Gobierno del Ecuador y que se puede observar en el siguiente link <https://www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas/>., de esta página se extraen las estadísticas de accidentes de tránsito,

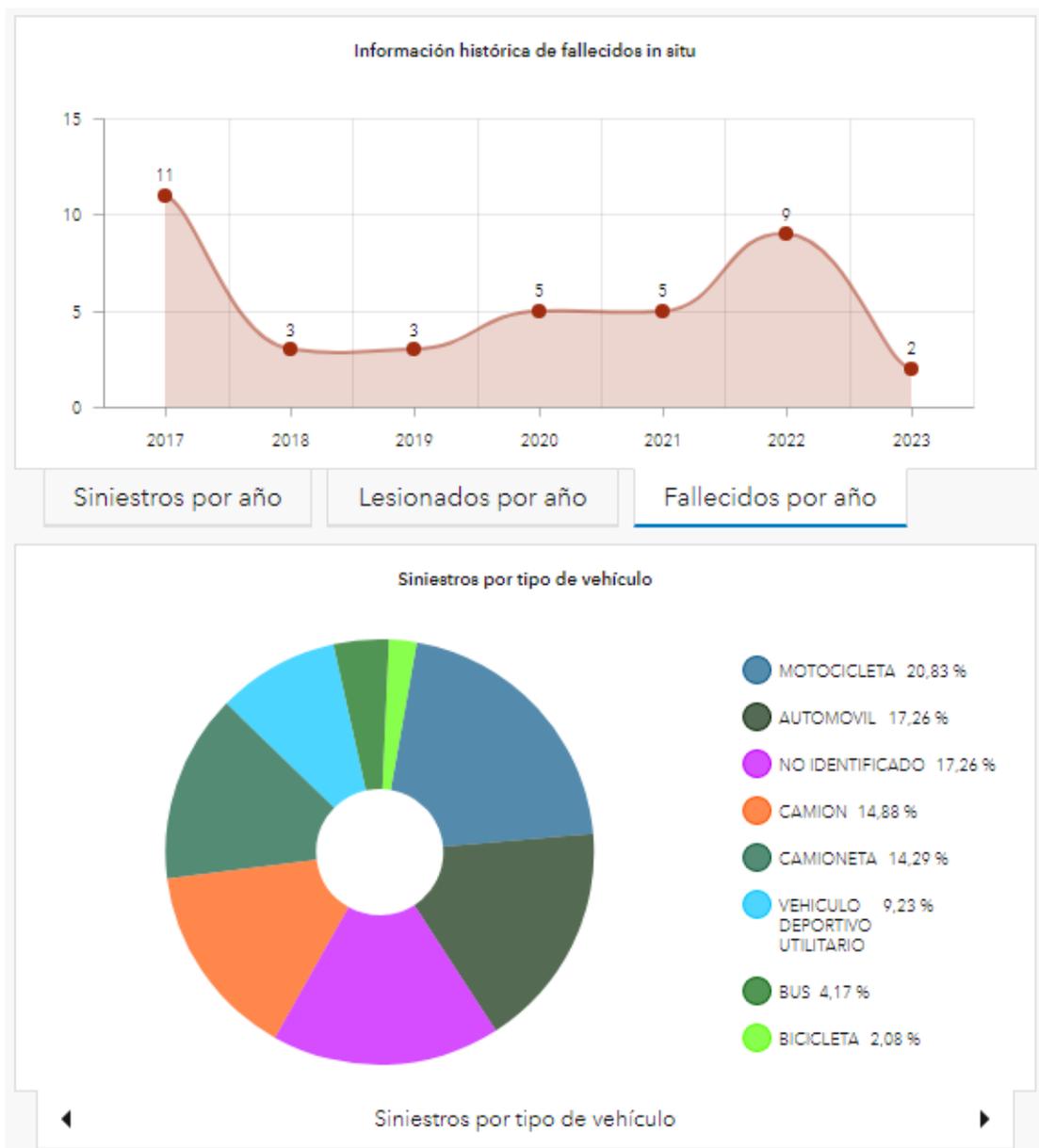


Figura Nro. 15: Estadística de mortalidad por accidentes de tránsito para la carretera E-25 tramo cantón Machala.

Fuente: Comisión de tránsito del Ecuador

Elaboración: El Autor

3.2.1.1 Datos Estadísticos del IMAT-I.

Para la determinación del IMAT-I del año base, es necesario conocer la estadística del número de accidentes de tránsito o siniestros con muertes fatales o el número de fallecidos así con estos valores conocidos lo que se determina es el factor de mortalidad por accidentes de tránsito por año por la ruta o por una sección determinada, para ello también será necesario conocer el número de habitantes por año para determinar el IMAT-I de los años anteriores al año a ser evaluado y determinar el índice de mortalidad cada cien mil habitantes que fallecen en accidentes de tránsito.

La cantidad de siniestros en el tramo de carretera E-25 concesionada a CONSUR R7H, corresponde al cantón Machala que va desde el Km en la abscisa 27+500 hasta el Km en la abscisa 47+500, en una longitud de 20 km se reporta un promedio de 55 siniestros de tránsito por año, es decir 3.3 accidentes o siniestros de tránsito por kilómetro.

Población

El análisis de la siniestralidad en la carretera E-25 está delimitada para el cantón Machala, que, según el censo poblacional y datos del INEC en el año 2010 contaba con una población de 241.606 habitantes para la zona urbana y 4.366 habitantes para la zona rural con estos datos y los índices de crecimiento poblacional (Quezada, 2019), aplicando los métodos aritmético, geométrico y exponencial, se estima el crecimiento poblacional para la ciudad de Machala para los años a ser analizados.

CÁLCULO DE LA POBLACIÓN		
PERIODO DE DISEÑO (n)=	14	AÑOS
POBLACION DE DISEÑO(Po) MACHALA AÑO 2010=	241606	habitantes
POBLACION DE DISEÑO(Po) EL RETIDO AÑO 2010=	4366	habitantes
POBLACION DE DISEÑO(Po) TOTAL AÑO 2010=	245972	habitantes
ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (r) MACHALA=	1,355930	%
ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (r) RETIRO=	1,409040	%
ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (r) =	1,382485	%

Figura Nro. 16: Estadística de la población de la ciudad de Machala.

Fuente: (Quezada, 2019)

Elaboración: El Autor

PERIODO (AÑOS)	AÑO	POBLACION FUTURA (Pf)			PROMEDIO
		ARITMETICA	GEOMETRICA	EXPONENCIAL	
1	2010	245972,00	245972,00	245972,00	245972
2	2011	249372,53	249372,53	249396,14	249380
3	2012	252773,05	252820,06	252867,95	252820
4	2013	256173,58	256315,26	256388,09	256292
5	2014	259574,10	259858,78	259957,23	259797
6	2015	262974,63	263451,29	263576,05	263334
7	2016	266375,16	267093,47	267245,26	266905
8	2017	269775,68	270785,99	270965,54	270509
9	2018	273176,21	274529,57	274737,61	274148
10	2019	276576,73	278324,90	278562,20	277821
11	2020	279977,26	282172,70	282440,02	281530
12	2021	283377,79	286073,69	286371,83	285274
13	2022	286778,31	290028,62	290358,37	289055
14	2023	290178,84	294038,22	294400,40	292872

Tabla Nro. 5 : Población de la ciudad de Machala para los años 2010 al 2023

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

Del mismo visor de siniestralidad, se selecciona la ruta, el cantón y se determina el número de accidentes de tránsito, el número de fallecidos en los accidentes de tránsito, el factor de mortalidad por accidentes de tránsito que no es más que el cociente entre estos dos últimos y el factor promedio del cociente lo denominaremos factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito, los datos se los puede revisar en la tabla número seis.

Factor de mortalidad por accidentes de tránsito (FMAT)

FMAT = Nro. De Fallecidos / Nro. De Accidentes (Año base) Ecuación (7)

FPMAT = PROMEDIO (Nro. De Fallecido / Nro. De Accidentes) Ecuación (8)

IMAT-I = Nro. De Fallecidos * 100.000 / Nro. De Habitantes Ecuación (9)

ESTADÍSTICA DEL ÍNDICE DE MORTALIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA CARRETERA E-25 ABS 24+300 - 47+500							
AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-I
2017	62	11	0,177419355	0,105966399	270509	2,70509	4,07
2018	44	3	0,068181818	0,105966399	274148	2,74148	1,09
2019	34	3	0,088235294	0,105966399	277821	2,77821	1,08
2020	52	5	0,096153846	0,105966399	281530	2,8153	1,78
2021	72	5	0,069444444	0,105966399	285274	2,85274	1,75
2022	66	9	0,136363636	0,105966399	289055	2,89055	3,11
PROMEDIO	55	6	0,105966399	0,105966399	279723	2,797228	2,15
AÑO BASE	66	9	0,136363636	0,105966399	289055	2,89055	3,11
KM	3,3	0,45	0,01	0,01	14452,75	0,14	0,16
KM-35-40	16,5	2,25	0,05	0,05	72263,75	0,7	0,8

Tabla Nro. 6 : Estadísticas del IMAT-I del año base para el tramo de Estudio E-25

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

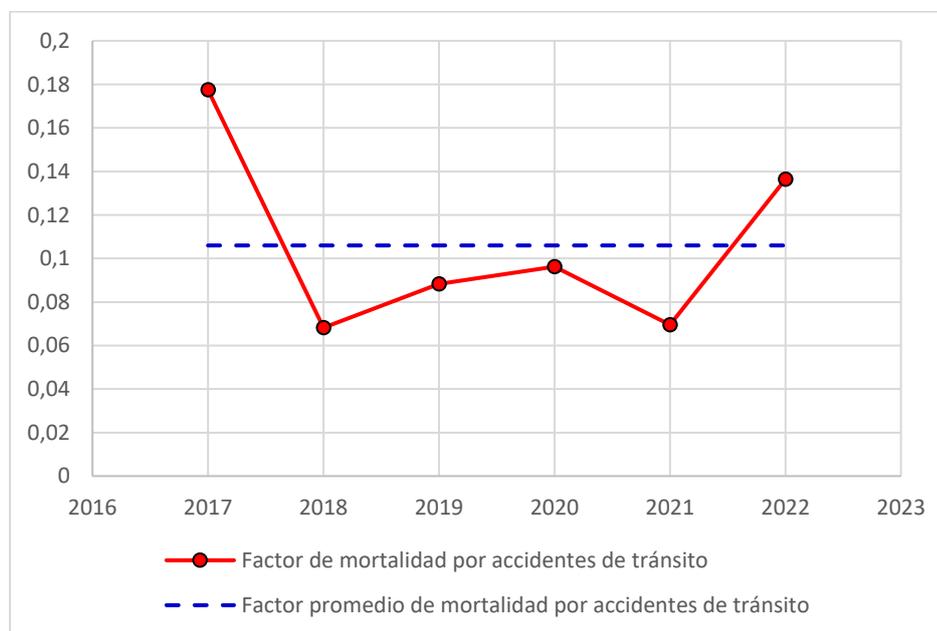


Figura Nro. 17: Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito para la carretera E-25 tramo cantón Machala.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

3.2.2 Selección del modelo de análisis para la evaluación de la seguridad vial y número de accidentes

Entre los modelos para evaluar la seguridad vial el modelo que más asegura predecir los accidentes de tránsito en segmentos de carreteras es el modelo de predicción de accidentes propuesto por la American Association of State Highway and Transportation (AASHTO) o Manual de Seguridad Vial (HSM) por sus siglas en inglés.

En virtud, que en la práctica HSM hace es una distinción entre segmentos de camino e intersecciones, para lo cual presenta modelos predictivos diferentes, pero la ecuación genérica del modelo predictivo puede establecer criterios múltiples para cada caso y tipo de elementos o secciones de carreteras a ser evaluados, es una de las ventajas sobre las cuales se puede utilizar este modelo, además que ha desarrollado un software de uso libre como lo es la herramienta de administración conocida como IHSDM.

3.2.3 Predicción del número de accidentes de tránsito en una sección de carretera de una autovía concesionada en la provincia de El Oro (E-25 KM 35 AL KM 40).

Para el análisis predictivo de los accidentes de tránsito de utiliza la herramienta de administración o software conocido como IHSDM versión 2021, esta herramienta tiene la capacidad de aplicar una fórmula predictiva de accidentes por secciones de carreteras a base de ciertos atributos característicos de la seguridad vial que se ingresan en el sistema y de acuerdo a los rangos de severidad de las medidas de prevención predice el número de accidentes que pudieran ocurrir con esas condiciones de seguridad vial.

La pantalla principal del IHSDM, consta de siete pestañas para el análisis de datos, que los enunciaremos en inglés por cuanto el origen del programa es en inglés, Calibration Data Sets (Conjuntos de datos de calibración), Crash Distribución Data Sets (Conjunto de datos de distribución por choque), Model Data Sets (Conjunto de datos modelo), Economic Analysis Model Data Sets (Conjuntos de datos del modelo de análisis económico), Aviable Policies (Normativas disponible), Traffic Analysis Configuration Data Sets (Conjuntos de datos de configuración de análisis de tráfico), Drive/vehicle

Configuration Data Sets (Conjuntos de datos de configuración de unidades/vehículos), esta diferentes herramientas ayudan a mejorar la calidad de la seguridad vial en las carreteras, sin embargo para el análisis de predicción de accidentes de tránsito se aplica el módulo Conjuntos de datos de calibración (Garcia, et al., 2018).

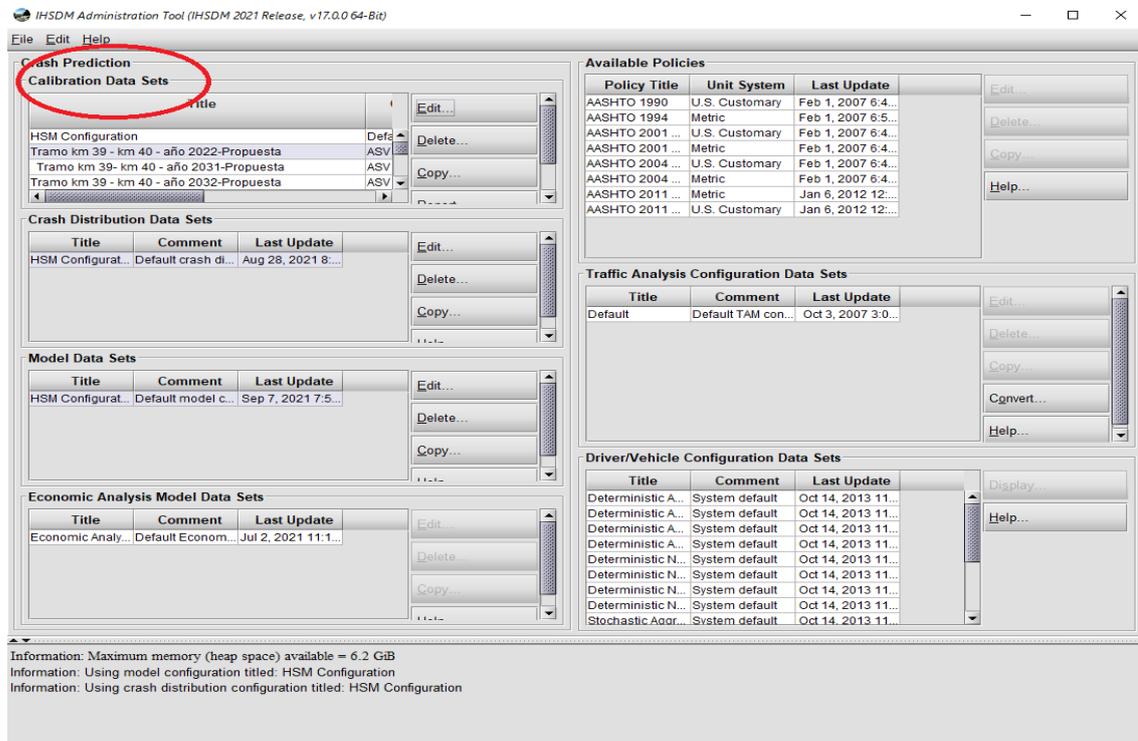


Figura Nro. 18: Modulo Conjunto de datos de Calibración

Fuente: IHSDM-2021

Elaboración: El Autor

El Módulo conjunto de datos de calibración, tiene cinco opciones para el procesamiento de los datos, Edit, Delete, Copy, Report y Help., con la ayuda del botón copy, podemos crear un nuevo editor y colocamos el nombre del tramo de vía que necesitamos evaluar la predicción de accidentes colocamos, **“Tramos Km 35al Km 40, Año del 2022 al 2030”** para analizar la predicción de accidentes de tránsito que pudieran aparecer hasta el año 2030, aquí seleccionamos editar para el ingreso de los datos, para esto se debe seguir los siguientes pasos.

Paso 1, Ingreso al módulo de Conjunto de datos de Calibración

Paso 2, Crear un editor de Conjunto de datos de Calibración (Nombre: Sección de análisis carretera de seis carriles con barrera)

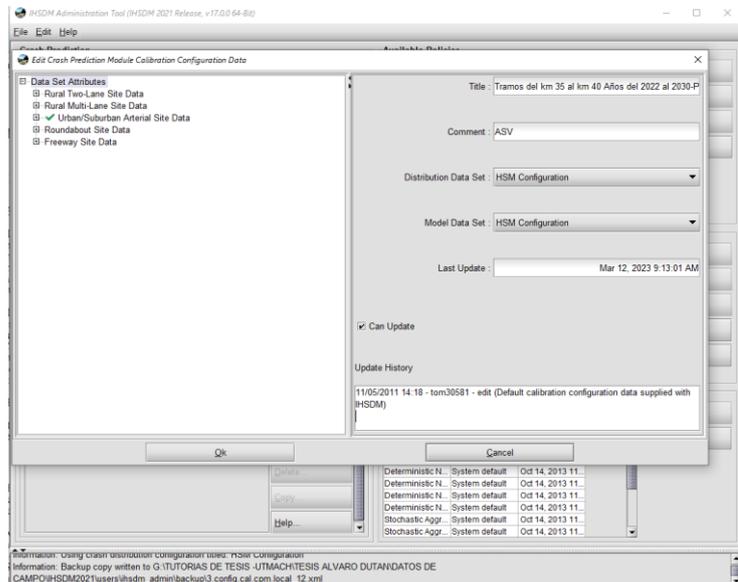


Figura Nro. 19: Editor del Módulo Conjunto de datos de Calibración

Fuente: IHSDM-2021

Elaboración: El Autor

Paso 3, Seleccionamos el tipo de carretera a ser analizado o evaluado, Urban/Suburban Arterial Site Data.

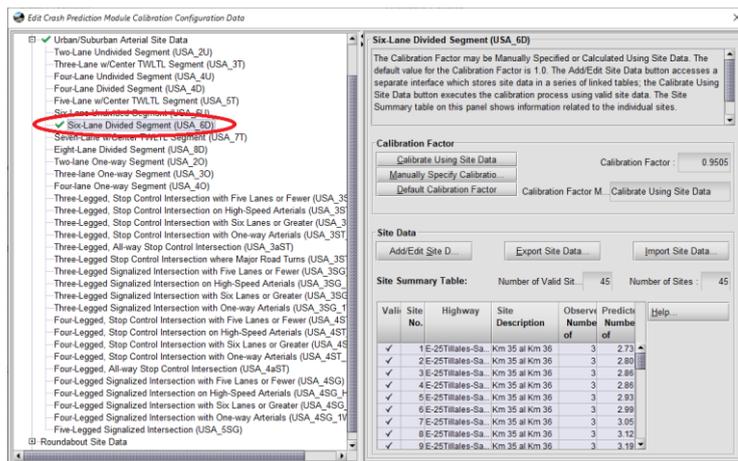


Figura Nro. 20: Editor del Módulo Conjunto de datos de Calibración, selección del tipo de carretera.

Fuente: IHSDM-2021

Elaboración: El Autor

Paso 4, Seleccionamos el botón de ingresar datos (Add/Edit Data)

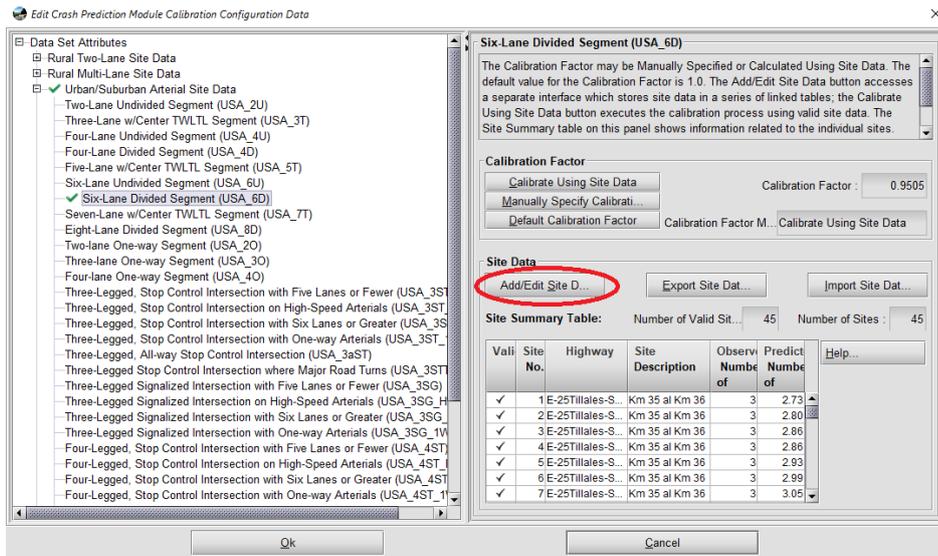


Figura Nro. 21: Editor del Módulo Conjunto de datos de Calibración, ingreso de datos.

Fuente: IHSDM-2021

Elaboración: El Autor

Paso 5, Seleccionamos el botón de ingresar datos

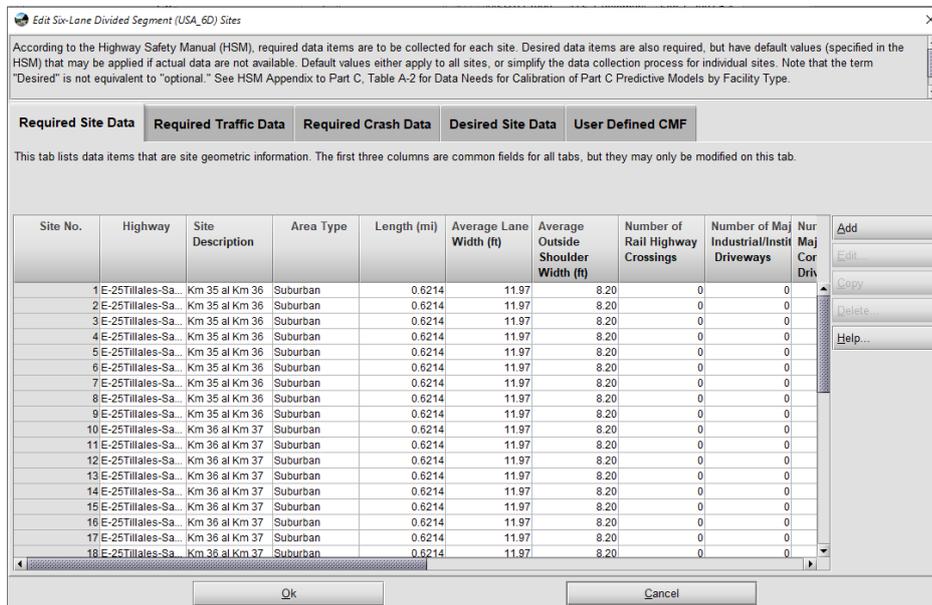


Figura Nro. 22: Editor del Módulo Conjunto de datos de Calibración, ingreso de datos.

Fuente: IHSDM-2021

Elaboración: El Autor

Paso 6, Ingresar de datos en los atributos

El ingreso de los datos corresponde a cinco requisitos:

- a) Required Site Data (Datos del sitio requeridos) en la que se deben ingresar los valores de:

Sitio, sección o tramo de carretera Nro.	: 1.....n
Carretera	: E-25 Tillales-Santa Rosa
Descripción de la sección	: Km 35 al Km 36...n
Tipo de Área	: Suburbana
Longitud en millas	: 0.621371 (1 Km)
Ancho medio del carril en pies	: 11,97 (3,65m)
Ancho medio de los hombros exteriores en pies	: 8,20 (2,50m)
Nro. De pasos de carreteras ferroviarias	: 0
Número de accesos Industriales / Institucionales Mayores	: 0
Número de accesos comerciales principales	: 2,3
Número de accesos Industriales / Institucionales Menores	: 0
Número de accesos comerciales menores	: 1, 2, 3, 4
Número de accesos residenciales menores	: 2, 3, 4, 5, 7
Tipo de Mediana respecto a la transitabilidad	: No Transitable
Ancho efectivo de la mediana en pies	: 7,21 (2,20 m)
Tiene Barrera la mediana	: SI
Límite de velocidad en millas por hora	: 55 (Millas por hora) 90 km/h
Categoría de Velocidad	: Intermedia/alta

El levantamiento de la información se la realizo con la ayuda de recorridos al sitio de evaluación, cámaras de video y vehículo.

b) Required Traffic Data (Datos de tráfico requeridos) en la que se deben ingresar los valores de:

El Sitio Nro. : 1.....n
Año de análisis : 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030
Tráfico promedio diario anual (TPDA) por año.

El tráfico promedio diario anual debe ser calculado para cada sección de tramo a ser analizado en este caso los datos fueron obtenidos de la memoria técnica ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO Tabla 7-20, elaborado por TECHNOLOGY AND MANAGEMENT LTD., para CONSUR R7H concesionaria del proyecto Autopista Rio 7 –Huaquillas, propiedad del Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador MTOP.

Año	TPDA
2022	19359
2023	19889
2024	20401
2025	20925
2026	21452
2027	21991
2028	22521
2029	23103
2030	23685

Tabla Nro. 7.: Tráfico Promedio diario anual de la sección de análisis

Fuente: (CONSUR-R7H, 2017)

Elaboración: El Autor

c) Required Crash Data (Datos de choques requeridos) en la que se deben ingresar los valores de:

El Sitio Nro. : 1.....n

Identificación de la carretera : E-25 Tillales-Santa Rosa
 Descripción del sitio : Km 35 al Km 36...n
 Número de accidentes observados. : 3 (Ver tabla 6, Nro. De accidentes por Km)

d) Desiret Site Data (Datos del sitio deseado) en la que se deben ingresar los valores de:

El Sitio Nro. : 1.....n
 Identificación de la carretera : E-25 Tillales-Santa Rosa
 Descripción del sitio : Km 35 al Km 36...n
 Desplazamiento de objetos fijos (ft) : 20 (6 m)
 Densidad de objetos (señalización) señales/milla : menores a 50/milla (0)
 Control de velocidad automático. : Únicamente el Km 35 - 36

e) User defined CMF (CMF definido por el usuario) en la que se deben ingresar los valores de:

En esta sección se deben conocer los valores del factor de modificación de accidentes de tránsito (CMF) por sus siglas en inglés, que aplican para la ecuación de predicción de accidentes de tránsito según el tipo de carretera a ser analizada. Según el Manual de Seguridad Vial de la AASHTO en el capítulo 12, indica los valores que deben calcularse para cada CMF, para el criterio de vías arteriales urbanas y sub urbanas, que se aplican al método predictivo de accidentes de tránsito para una carretera arterial sub urbana de seis carriles dividida por segmentos.

Applicable SPF	CMF	CMF Description	CMF Equations and Tables
Roadway Segments	CMF1r	On-Street Parking	Equation 12-32 and Table 12-19
	CMF2r	Roadside Fixed Objects	Equation 12-33 and Tables 12-20 and 12-21
	CMF3r	Median Width	Table 12-22
	CMF4r	Lighting	Equation 12-34 and Table 12-23
	CMF5r	Automated Speed Enforcement	See text

Tabla Nro. 8: Factores de modificación de accidentes CMF para vías arterial suburbana

Fuente: (AASHTO, 2010)

Elaboración: El Autor

CMF1r On-Street Parking
CMF1r Estacionamiento en la calle

El CMF para el estacionamiento en vía, la condición base es la ausencia de estacionamiento en la calle en un segmento de la calzada. El CMF1r se determina con la ecuación 12-32 y la tabla 12-19 del Manual de Seguridad Vial de la AASTHO-2010 como:

$$CMF1_r = 1 + Ppk \times (Fpk - 1) \quad \text{Ecuación (10)}$$

CMF1r: factor de modificación de choques para el efecto del estacionamiento en vía sobre el total de choques;

Fpk: factor de la tabla 12-19: **1,709**

Ppk: proporción de la longitud de la acera con estacionamiento en la vía = (0,5 Lpk/L): **1**

Lpk: suma de la longitud de la acera con estacionamiento en la calle para ambos lados de la carretera combinados (millas): **1.242742 millas (2 Km)**

L: longitud del segmento de carretera (millas): **0.6021371 milla (1 Km)**

Table 12-19. Values of f_{pk} Used in Determining the Crash Modification Factor for On-Street Parking

Road Type	Type of Parking and Land Use			
	Parallel Parking		Angle Parking	
	Residential/Other	Commercial or Industrial/Institutional	Residential/Other	Commercial or Industrial/Institutional
2U	1.465	2.074	3.428	4.853
3T	1.465	2.074	3.428	4.853
4U	1.100	1.709	2.574	3.999
4D	1.100	1.709	2.574	3.999
5T	1.100	1.709	2.574	3.999

Figura Nro. 23: Valores de la tabla 12-19 del Manual de Seguridad Vial de la AATHO-2010.

Fuente: (AASHTO, 2010)

Elaboración: (AASHTO, 2010)

$$CMF1r = 1.71$$

CMF2r Roadside Fixed Objects

CMF2r Objetos fijos en la carretera

Este CMF se aplica al total de choques en segmentos de carreteras. Si el valor calculado de CMF2r es inferior a 1,00, se establece igual a 1,00. Esto solo puede ocurrir para densidades de objetos fijos muy bajas. El CMF2r se determina con la ecuación 12-33 y la tabla 12-20 del Manual de Seguridad Vial de la AASTHO-2010 como:

$$CMF2r = f_{offset} \times D_{fo} \times P_{fo} + (1.0 - P_{fo}) \quad \text{Ecuación (11)}$$

CMF2r: factor de modificación de accidentes para el efecto de los objetos fijos en la carretera sobre el total de accidentes:

Foffset: factor de compensación de objeto fijo de la tabla 12-20: **0,087**

Dfo: densidad de objetos fijos (objetos fijos/mi) para ambos lados de la carretera combinado: **0,008**

Pfo: colisiones con objetos fijos como proporción del total de choques de la tabla 12-21: **0.016**

Table 12-20. Fixed-Object Offset Factor

Offset to Fixed Objects (O_{fo}) (ft)	Fixed-Object Offset Factor (f_{offset})
2	0.232
5	0.133
10	0.087
15	0.068
20	0.057
25	0.049
30	0.044

Figura Nro. 24: Valores de la tabla 12-20 del Manual de Seguridad Vial de la AASTHO-2010.

Fuente: (AASHTO, 2010)

Elaboración: (AASHTO, 2010)

Table 12-21. Proportion of Fixed-Object Collisions

Road Type	Proportion of Fixed-Object Collisions (%)
2U	0.059
3T	0.034
4U	0.037
4D	0.036
5T	0.016

Figura Nro. 25: Valores de la tabla 12-21 del Manual de Seguridad Vial de la AATHO-2010.

Fuente: (AASHTO, 2010)

Elaboración: (AASHTO, 2010)

$$\text{CMF}_{2r} = 0.984$$

CMF3r Median Width

CMF3r Ancho medio

En la Tabla 12-22 se presenta un CMF para anchos medianos en segmentos viales divididos de arterias urbanas y suburbanas, La condición base para este CMF es un ancho medio de 15 pies. El CMF se aplica al total de colisiones y representa el efecto del ancho de la mediana en la reducción de las colisiones transversales a la mediana; el CMF asume que los tipos de colisión que no son de intersección que no sean colisiones transversales a la mediana no se ven afectados por el ancho de la mediana. El CMF en La Tabla 12-22 ha sido adaptada del CMF en la Tabla 13-12 con base en la estimación de Harkey et al., que las colisiones transversales representan el 12,0 por ciento de los choques en arterias divididas (AASHTO, 2010).

Este CMF se aplica solo a medianas transitables sin barreras de tráfico; no es aplicable a las medianas que sirven como TWLTL (en el Capítulo 16 se proporciona un CMF para TWLTL). Se esperaría el efecto de las barreras de tráfico en la seguridad ser una función del tipo de barrera y el desplazamiento, en lugar del ancho de la mediana; Sin embargo, los efectos de estos factores en la seguridad no han sido cuantificada. Hasta que se disponga de mejor información, se utiliza un valor CMF de 1,00 para las medianas con barreras de tráfico. El valor de este CMF es 1,00 para instalaciones indivisas (AASHTO, 2010).

$$CMF3r = 1$$

CMF4r Lighting

CMF4r Iluminación en carreteras

CMF4r se aplica al total de choques en segmentos de carreteras. La Tabla 12-23 presenta valores predeterminados para el choque nocturno proporciones p_{inr} , p_{pnr} y p_{nr} . Se recomienda reemplazar las estimaciones en la Tabla 12-23 con valores derivados localmente.

Si la instalación de iluminación aumenta la densidad de objetos fijos en la carretera, el valor de CMF2r se ajusta en consecuencia.

$$CMF4_r = 1.0 - \left(P_{nr} \times (1.0 - 0.72 \times P_{inr} - 0.83 \times P_{pnr}) \right) \quad \text{Ecuación (12)}$$

CMF4r: factor de modificación de choques para el efecto de la iluminación del segmento de la calzada en el total de choques

P_{inr} : proporción del total de choques nocturnos para segmentos de carreteras sin iluminación que involucran una muerte o lesión: **0.432**

P_{pnr} : proporción del total de accidentes nocturnos en segmentos de carreteras sin iluminación que implican daños a la propiedad solamente: **0.568**

P_{nr} : Proporción del total de choques en segmentos de carreteras sin iluminación que ocurren de noche: **0.274**

Table 12-23. Nighttime Crash Proportions for Unlighted Roadway Segments

Roadway Segment Type	Proportion of Total Nighttime Crashes by Severity Level		Proportion of Crashes that Occur at Night
	Fatal and Injury p_{nr}	PDO p_{pnr}	p_{nr}
2U	0.424	0.576	0.316
3T	0.429	0.571	0.304
4U	0.517	0.483	0.365
4D	0.364	0.636	0.410
5T	0.432	0.568	0.274

Figura Nro. 26: Valores de la tabla 12-23 del Manual de Seguridad Vial de la AATHO-2010.

Fuente: (AASHTO, 2010)

Elaboración: (AASHTO, 2010)

$$\text{CMF4r} = 1,017$$

CMF5r Automated Speed Enforcement

CMF5r Control de velocidad automatizado

Los sistemas de control de velocidad automatizados utilizan identificación fotográfica o de video junto con radar o láser para detectar a los conductores que exceden el límite de velocidad, estos sistemas registran automáticamente la información de identificación del vehículo sin necesidad de policías en el lugar. La condición básica para la aplicación automática de la velocidad es que esté ausente. El Capítulo 17 presenta un CMF de 0.83 para la reducción de todos los tipos de choques fatales y con lesiones a partir de la implementación de control de velocidad automatizado. Se supone que este CMF se aplica a los segmentos de carretera entre intersecciones con sitios de cámaras fijas donde la cámara siempre está presente o donde los conductores no tienen forma de saber si la cámara está presente o no. No hay información disponible sobre el efecto de la aplicación automática de la velocidad en choques sin lesiones. Con la suposición conservadora de que el control automático de la velocidad no tiene efecto en los choques sin lesiones, el valor del CMF para el control automático de la velocidad sería 0,95 (AASHTO, 2010).

$$\text{CMF5r} = 0,95$$

3.2.4 Análisis de resultados de la predicción del número de accidentes de tránsito

Año	Tramo	Predicción de accidentes
2022	Km 35 al Km 36	3,47
2023	Km 35 al Km 36	3,55
2024	Km 35 al Km 36	3,63
2025	Km 35 al Km 36	3,71
2026	Km 35 al Km 36	3,8
2027	Km 35 al Km 36	3,88
2028	Km 35 al Km 36	3,96
2029	Km 35 al Km 36	4,05
2030	Km 35 al Km 36	4,14
Año	Tramo	Predicción de accidentes
2022	Km 36 al Km 37	3,82
2023	Km 36 al Km 37	3,91
2024	Km 36 al Km 37	4
2025	Km 36 al Km 37	4,09
2026	Km 36 al Km 37	4,18
2027	Km 36 al Km 37	4,28
2028	Km 36 al Km 37	4,37
2029	Km 36 al Km 37	4,47
2030	Km 36 al Km 37	4,57
Año	Tramo	Predicción de accidentes
2022	Km 37 al Km 38	3,86
2023	Km 37 al Km 38	3,96
2024	Km 37 al Km 38	4,05
2025	Km 37 al Km 38	4,14
2026	Km 37 al Km 38	4,23
2027	Km 37 al Km 38	4,32
2028	Km 37 al Km 38	4,42
2029	Km 37 al Km 38	4,52
2030	Km 37 al Km 38	4,52
Año	Tramo	Predicción de accidentes
2022	Km 38 al Km 39	3,67
2023	Km 38 al Km 39	3,76
2024	Km 38 al Km 39	3,84
2025	Km 38 al Km 39	3,93
2026	Km 38 al Km 39	4,02
2027	Km 38 al Km 39	4,11
2028	Km 38 al Km 39	4,19
2029	Km 38 al Km 39	4,29
2030	Km 38 al Km 39	4,41
Año	Tramo	Predicción de accidentes
2022	Km 39 al Km 40	3,67
2023	Km 39 al Km 40	3,76
2024	Km 39 al Km 40	3,84
2025	Km 39 al Km 40	3,93
2026	Km 39 al Km 40	4,02
2027	Km 39 al Km 40	4,11
2028	Km 39 al Km 40	4,19
2029	Km 39 al Km 40	4,29
2030	Km 39 al Km 40	4,38



Figura Nro. 27: Valores de la predicción de accidentes de tránsito en los tramos del km 35 al km 40 para los años 2022,2023,2024,2025,2026,2027,2028,2029,2030.

Fuente: IHSDM-2021

Elaboración: El Autor

Ingresado todos los valores de los atributos al software IHSDM-2021 se obtienen los valores de predicción de accidentes de tránsito bajo las condiciones de los factores de modificación de accidentes de tránsito para una sección de carretera de seis carriles dividida por segmentos, estos se comparan con los accidentes observados en los años anteriores para determinar el factor de calibración, dando resultados de la predicción de accidentes de tránsito muy similares a las encuestas observadas.

3.3 Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito

Para hablar del índice de mortalidad de accidentes de tránsito en materia de seguridad vial de una carretera, hay que tener claro el concepto de lo que se refiere la mortalidad en los accidentes de tránsito, derivados en materia de seguridad vial, con lo que podemos decir que, el índice de mortalidad de accidentes de tránsito representa el número de fallecidos que se suscitan cuando se da un evento o siniestro de accidente de tránsito con consecuencias fatales, por cada cien mil habitantes (FIT, 2017).

El Índice de mortalidad de Accidentes de Tránsito (IMAT) será entonces, el número de fallecidos en accidentes de tránsito para un tramo de carretera definido, dividido para el número total de habitantes que se sirven de ese tramo de carretera representado en ciento de miles, siendo este un factor de riesgo que permite evaluar la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito definidos por Espinoza et al. (2016), para tales fines es necesario evaluar las condiciones de accidentabilidad de los años anteriores expresados con un IMAT estadístico o IMAT Inicial (IMAT-I) y en base a este indicador inicial aplicar los criterios de reducción de accidentes de tránsito en al menos el 50% establecidos por Koornstra et al (2002) desarrollados en el apartado 3.1., con las ecuaciones 3,4 y 5 para determinar el índice de mortalidad de accidentes de tránsito final (IMAT-F), con estos indicadores se logra verificar si las políticas en materia de seguridad vial están teniendo logros significativos en la reducción de accidentes de tránsito o si por el contrario las políticas y planes de seguridad vial deben ser reforzados.

3.4 Determinación del índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito Inicial o IMAT-I (IMAT Estadístico)

El modelo del HSM requiere de datos estadísticos de accidentes de tránsito, datos de la geometría de la carretera y estimaciones del tránsito para resolver los algoritmos de predicción (García, et al., 2018), en el Ecuador desde el año 2017 se implementó un visor de las estadísticas y siniestros de tránsito en todas las carreteras del país que posee una majestuosa fuente de información clasificada por categorías de los accidentes de tránsito y del número de personas que han perdido la vida a causa de estos accidentes, para el caso de la carretera E-25 no es la excepción y el visor de siniestralidad de la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador nos facilita esa información estadística que ha sido procesada para obtener los índices de mortalidad de accidentes de tránsito desde el año 2017 hasta el año 2022.

Una de las características que se ha podido observar es que, el mayor número de accidentes de tránsito con consecuencias fatales por la existencia de personas que han perdido la vida ha ocurrido en horarios que van desde las 15h00 hasta las 01h00 am, y el mayor de los vehículos involucrados en los siniestros de tránsito ha sido la motocicleta.

En el año 2017 el índice de mortalidad de accidentes de tránsito se colocó en un valor de 4 fallecidos por cada cien mil habitante una unidad más sobre el mínimo disponible medido en los países como Suecia, Gran Bretaña y Países Bajos, para luego ver reducido este valor a 1 por cada cien mil habitantes en los años 2018 hasta el 2021, sin embargo se ve nuevamente incrementado este valor en 3 por cada cien mil habitantes para el año 2022 pero nunca superior al de los países europeos y es que no está de más indicar que esta vía fue construida con uno de los más altos estándares en materia de seguridad vial, la señalización vertical como la señalización horizontal poseen estándares de retro reflectividad, señalética horizontal informativa y preventiva así como controles automáticos de velocidad que ayudan a mitigar los riesgos de accidentes de tránsito.

AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-I
2017	62	11	270509	2,70509	4,07
2018	44	3	274148	2,74148	1,09
2019	34	3	277821	2,77821	1,08
2020	52	5	281530	2,8153	1,78
2021	72	5	285274	2,85274	1,75
2022	66	9	289055	2,89055	3,11
PROMEDIO	55	6	279723	2,797228	2,15
AÑO BASE	66	9	289055	2,89055	3,11
KM	3,3	0,45	14452,75	0,14	0,16
KM-35-40	16,5	2,25	72263,75	0,7	0,8

Tabla Nro. 9: Estadística de accidentes de tránsito IMAT-I

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

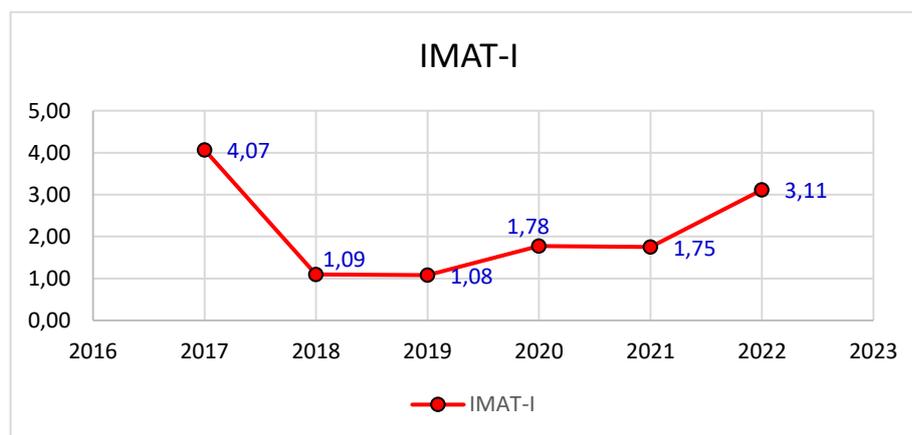


Figura Nro. 28: Gráfica del Índice de mortalidad en accidentes de tránsito inicial

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

3.5 Determinación del Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito Mínimo. (IMAT-min)

Se ha establecido al índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito Mínimo el valor de 3 por cada cien mil habitantes tomando en consideración los niveles más bajos a nivel mundial de países como Suecia, Gran Bretaña y Países Bajos (FIT, 2017).

Si consideramos el valor de mortalidad de 3 individuos por cada cien mil habitantes y lo dividimos para la longitud de carrerea a ser analizada que para nuestro caso es de 20 km, obtenemos el valor de 0.15 por cada cien mil habitantes por kilómetro es decir el IMAT min debe ser calculado para cada tipo de carretera y para cada longitud establecida en la selección el IMAT-min para la carretera E-25 en un tramo de 20km que va desde el sitio La Iberia hasta Santa Rosa es de 0.15 cada cien mil habitantes por kilómetro.

3.6 Determinación del Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito Previsto. (IMAT-P)

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró en su resolución 74/299 declaro el decenio de acción para la seguridad vial en la cual presento el Plan Mundial para el segundo decenio de acción con el objetivo de reducir en un 50% para el 2030 las muertes y traumatismos graves provocados por el tránsito (Organización Mundial de la Salud OMS, 2021), criterios de reducción de accidentes de tránsito que fueron adoptados de la investigación realizada por (Koornstra et al., 2002).

En este sentido aplicando el objetivo del plan mundial de reducir en al menos el 50% las muertes suscitadas por accidentes de tránsito, se considera al IMAT previsto reducir en al menos el 50% del IMAT inicial, sin embargo para nuestro caso de análisis el IMAT-I se encuentra en un valor estadístico de 0.16 cada cien mil habitantes por kilómetro, que para reducirlo a la mitad tendríamos un valor de 0.08 por cada cien mil habitantes por kilómetro, muy por debajo del mínimo establecido que es de 0.15 por cada cien mil habitantes por kilómetro, es decir que el IMAT previsto en ese caso sería igual al IMAT min.

3.7 Determinación del índice de mortalidad de accidentes de tránsito para los años evaluados hasta el 2030 (IMAT-F).

Para determinar el índice de mortalidad de accidentes de tránsito del año en evaluación (IMAT-F), se aplica las siguientes ecuaciones.

Índice de mortalidad de accidentes de tránsito del año en evaluación (IMAT-F)

$$\text{IMAT-F} = \text{Nro. De Fallecidos} * 100.000 / \text{Nro. De Habitantes} \quad \text{Ecuación (13)}$$

$$\text{Nro. De Fallecido} = \text{FPMAT} * \text{Nro. Predicción de Accidentes} \quad \text{Ecuación (14)}$$

$$\text{FPMAT} = \text{PROMEDIO} (\text{Nro. De Fallecido} / \text{Nro. De Accidentes}) \quad \text{Ecuación (8)}$$

ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) - AÑO DE EVALUACIÓN 2023								
TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito (FPMAT)	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-F 2023
KM-35-36	2023	3,55	0,38	0,136363636	0,105966399	292872	2,92872	0,13
KM-36-37	2023	3,91	0,41	0,136363636	0,105966399	292872	2,92872	0,14
KM-37-38	2023	3,96	0,42	0,136363636	0,105966399	292872	2,92872	0,14
KM-38-39	2023	3,76	0,4	0,136363636	0,105966399	292872	2,92872	0,14
KM-39-40	2023	3,76	0,4	0,136363636	0,105966399	292872	2,92872	0,14

ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) - AÑO DE EVALUACIÓN 2024								
TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-F 2024
KM-35-36	2024	3,63	0,38	0,136363636	0,105966399	296727	2,96727	0,13
KM-36-37	2024	4	0,42	0,136363636	0,105966399	296727	2,96727	0,14
KM-37-38	2024	4,05	0,43	0,136363636	0,105966399	296727	2,96727	0,14
KM-38-39	2024	3,84	0,41	0,136363636	0,105966399	296727	2,96727	0,14
KM-39-40	2024	3,84	0,41	0,136363636	0,105966399	296727	2,96727	0,14

ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) - AÑO DE EVALUACIÓN 2025								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-F 2025
KM-35-36	2025	3,71	0,39	0,136363636	0,105966399	300619	3,00619	0,13
KM-36-37	2025	4,09	0,43	0,136363636	0,105966399	300619	3,00619	0,14
KM-37-38	2025	4,14	0,44	0,136363636	0,105966399	300619	3,00619	0,15
KM-38-39	2025	3,93	0,42	0,136363636	0,105966399	300619	3,00619	0,14
KM-39-40	2025	3,93	0,42	0,136363636	0,105966399	300619	3,00619	0,14

ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) - AÑO DE EVALUACIÓN 2026

TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-F 2026
KM-35-36	2026	3,8	0,4	0,136363636	0,105966399	304550	3,0455	0,13
KM-36-37	2026	4,18	0,44	0,136363636	0,105966399	304550	3,0455	0,14
KM-37-38	2026	4,23	0,45	0,136363636	0,105966399	304550	3,0455	0,15
KM-38-39	2026	4,02	0,43	0,136363636	0,105966399	304550	3,0455	0,14
KM-39-40	2026	4,02	0,43	0,136363636	0,105966399	304550	3,0455	0,14

ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) - AÑO DE EVALUACIÓN 2027

TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-F 2027
KM-35-36	2027	3,88	0,41	0,136363636	0,105966399	308520	3,0852	0,13
KM-36-37	2027	4,28	0,45	0,136363636	0,105966399	308520	3,0852	0,15
KM-37-38	2027	4,32	0,46	0,136363636	0,105966399	308520	3,0852	0,15
KM-38-39	2027	4,11	0,44	0,136363636	0,105966399	308520	3,0852	0,14
KM-39-40	2027	4,11	0,44	0,136363636	0,105966399	308520	3,0852	0,14

ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) - AÑO DE EVALUACIÓN 2028

TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-F 2028
KM-35-36	2028	3,96	0,42	0,136363636	0,105966399	312528	3,12528	0,13
KM-36-37	2028	4,37	0,46	0,136363636	0,105966399	312528	3,12528	0,15
KM-37-38	2028	4,42	0,47	0,136363636	0,105966399	312528	3,12528	0,15
KM-38-39	2028	4,19	0,44	0,136363636	0,105966399	312528	3,12528	0,14
KM-39-40	2028	4,19	0,44	0,136363636	0,105966399	312528	3,12528	0,14

ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) - AÑO DE EVALUACIÓN 2029

TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-F 2029
KM-35-36	2029	4,05	0,43	0,136363636	0,105966399	316577	3,16577	0,14
KM-36-37	2029	4,47	0,47	0,136363636	0,105966399	316577	3,16577	0,15
KM-37-38	2029	4,52	0,48	0,136363636	0,105966399	316577	3,16577	0,15
KM-38-39	2029	4,29	0,45	0,136363636	0,105966399	316577	3,16577	0,14
KM-39-40	2029	4,29	0,45	0,136363636	0,105966399	316577	3,16577	0,14

ÍNDICE DE MORTALIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO FINAL (IMAT-F) - AÑO DE EVALUACIÓN 2030

TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor de mortalidad por accidentes de tránsito	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito	Nro. Habitantes	Nro. Habitantes/100 mil	IMAT-F 2030
KM-35-36	2030	4,14	0,44	0,136363636	0,105966399	320666	3,20666	0,14
KM-36-37	2030	4,57	0,48	0,136363636	0,105966399	320666	3,20666	0,15
KM-37-38	2030	4,52	0,48	0,136363636	0,105966399	320666	3,20666	0,15
KM-38-39	2030	4,41	0,47	0,136363636	0,105966399	320666	3,20666	0,15
KM-39-40	2030	4,38	0,46	0,136363636	0,105966399	320666	3,20666	0,14

Tabla Nro. 10: Índice de mortalidad en accidentes de tránsito final (IMAT-F), para los años 2022 hasta el 2030.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

CAPITULO 4 DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Discusión de los resultados obtenidos

4.1.1 Evaluación de Riesgos del Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito para los años evaluados hasta el 2030 (IMAT-F) con los criterios de evaluación del IMAT-I, IMAT-P e IMAT-Min.

Calculado los índices de mortalidad de accidentes de tránsito para los años evaluados, (IMAT-F) de los años 2023 al 2030, se puede evidenciar que existe un leve incremento de accidentes de tránsito para el tramo del kilómetro 37 al 38, sin embargo todos los otros tramos se mantienen en un rango inferior al IMAT-min de 0,15 por Km o lo que es igual a una tasa de mortalidad mínima de 3 fallecidos por cada cien mil habitantes, esto quiere decir que, si se mantienen los niveles de cuidado y políticas en materia de seguridad vial de manera recurrente y constante, la tasa de mortalidad de accidentes de tránsito se mantendría en 3 fallecidos por cada cien mil habitantes, es decir esta vía mantiene un alto nivel de seguridad vial, comparada a los estándares establecidos en países como Gran Bretaña, Suecia y Holanda, es consecuencia las vía concesionadas, en los 20 km de la carretera E-25 del tramo la Iberia hasta Santa Rosa mantiene un nivel eficiente de seguridad vial.

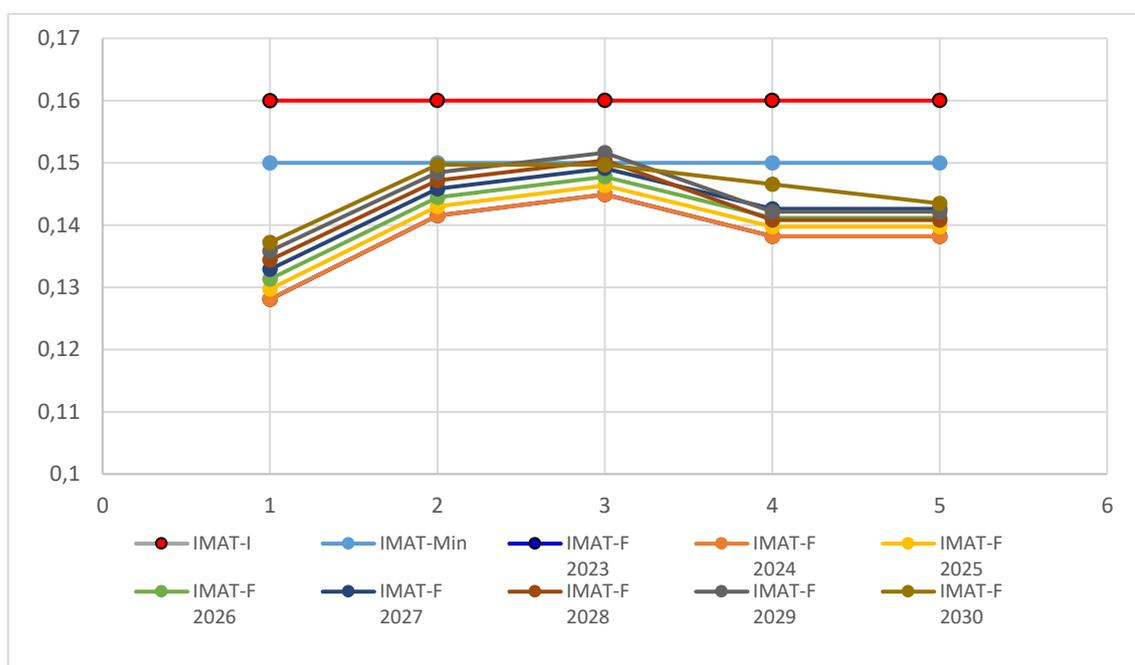


Figura Nro. 29: Gráfica del Análisis de cumplimiento del IMAT-P

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

Considerando el índice de mortalidad en accidentes de tránsito en países como Gran Bretaña, Suecia y Holanda, donde la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito es de 3 por cada cien mil habitantes y tomando en consideración a nuestro caso de estudio que es de 20 km, tenemos como resultados el valor de 0.15 fallecidos por cada cien mil habitantes por km, a este valor se denomina IMAT-min, por otro lado cuando se conocen los datos estadísticos de accidentes de tránsito se puede determinar el índice de mortalidad de accidentes de tránsito inicial, IMAT-I como se observa en la tabla Nro. 6 para una sección de 1km, valores obtenidos en base a información estadística.

ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DEL IMAT-P													
Nro.	TRAMO	IMAT-I 2022	IMAT-Min	IMAT-P 0.5 x IMAT-I	IMAT- F 2023	IMAT- F 2024	IMAT- F 2025	IMAT- F 2026	IMAT- F 2027	IMAT- F 2028	IMAT- F 2029	IMAT- F 2030	% CUMPLIMIENTO AÑO 2023
1	KM-35-36	0,16	0,15	0,15	0,128	0,128	0,130	0,131	0,133	0,134	0,136	0,137	100%
2	KM-36-37	0,16	0,15	0,15	0,142	0,142	0,143	0,144	0,146	0,147	0,148	0,150	100%
3	KM-37-38	0,16	0,15	0,15	0,145	0,145	0,146	0,148	0,149	0,150	0,152	0,150	100%
4	KM-38-39	0,16	0,15	0,15	0,138	0,138	0,140	0,141	0,143	0,141	0,142	0,147	100%
5	KM-39-40	0,16	0,15	0,15	0,138	0,138	0,140	0,141	0,143	0,141	0,142	0,143	100%

Tabla Nro. 11: Análisis de cumplimiento del IMAT-P

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

El índice de mortalidad de accidentes de tránsito previsto o IMAT-P, debe reducirse en al menos un 50% del año anterior según los objetivos de las Naciones Unidas (Koornstra et al., 2002), en este sentido el IMAT-P será igual a 0.5 x IMAT-I, sin embargo, como el ITAM-P está muy por debajo del IMAT-Min ambos se mantienen en el mismo valor, y este, comparado con el promedio de Índices de Mortalidad en Accidentes de Tránsito Final o IMAT-F de los años 2023 hasta el año 2030, se puede verificar el grado de cumplimiento, en este caso, tratar de reducir los accidentes de tránsito con siniestros fatales en valores inferiores al mínimo sería aplicar medidas mas rigurosas y eficientes que las aplicadas por los países de vanguardia algo que aún debe seguirse investigando.

En todos los casos evaluados del IMAT-F en comparación con el IMAT-P y el IMAT-min, cumple con la condición mínima, esto debido a que los índices de mortalidad en accidentes de tránsito de los años 2023 al 2030, son ligeramente mayores al IMAT-min,

lo que nos revela un grado de satisfacción en los estándares de seguridad vial para el tramo de la carretera E-25 tramo del Km35 al Km 40.

4.1.2 Análisis de resultados del Índice de Mortalidad de Accidentes de Tránsito

Como ya se ha mencionado varias veces el índice de mortalidad de accidentes de tránsito relaciona el número de fallecidos que pudieran existir por un cierto número de siniestros o accidentes de tránsito, pues la variable dependiente que se busca es el número de accidentes de tránsito para de este derivar al número de fallecidos que pudieran ocurrir con los modelos estadísticos (Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito), si se puede predecir el número de accidentes de tránsito en un segmento de carretera y a este valor se afecta con el producto de un factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito medido de datos estadísticos, se logra predecir el número individuos fortuitos que pudieran padecer por accidentes de tránsito para cada segmento de carretera, ver tabla Nro. 12.

Una de las herramientas que ayuda a predecir el número de accidentes de tránsito es el software IHSDM (Pérez Rojas, 2013), de la AASTHO actualizado al año 2021 (FHWA, 2023), en concordancia con el Manual de Seguridad Vial (AASHTO, 2010), con levantamiento de información del segmento de vía a ser analizada (Sección de análisis carretera de seis carriles con barrera.USA_6D.calib.export), para ser afectado por el factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito estadístico de años anteriores logrando obtener los datos de accidentes de tránsito y número de individuos que pudieran perecer por estos siniestro por kilómetro.

TRAMO	AÑO	Nro. De Accidentes	Nro. De Fallecidos	Factor promedio de mortalidad por accidentes de tránsito
KM-35-36	2023	3,55	0,38	0,105966399
KM-36-37	2023	3,91	0,41	0,105966399
KM-37-38	2023	3,96	0,42	0,105966399
KM-38-39	2023	3,76	0,40	0,105966399
KM-39-40	2023	3,76	0,40	0,105966399
KM-35-36	2024	3,63	0,38	0,105966399
KM-36-37	2024	4	0,42	0,105966399
KM-37-38	2024	4,05	0,43	0,105966399

KM-38-39	2024	3,84	0,41	0,105966399
KM-39-40	2024	3,84	0,41	0,105966399
KM-35-36	2025	3,71	0,39	0,105966399
KM-36-37	2025	4,09	0,43	0,105966399
KM-37-38	2025	4,14	0,44	0,105966399
KM-38-39	2025	3,93	0,42	0,105966399
KM-39-40	2025	3,93	0,42	0,105966399
KM-35-36	2026	3,8	0,4	0,105966399
KM-36-37	2026	4,18	0,44	0,105966399
KM-37-38	2026	4,23	0,45	0,105966399
KM-38-39	2026	4,02	0,43	0,105966399
KM-39-40	2026	4,02	0,43	0,105966399
KM-35-36	2027	3,88	0,41	0,105966399
KM-36-37	2027	4,28	0,45	0,105966399
KM-37-38	2027	4,32	0,46	0,105966399
KM-38-39	2027	4,11	0,44	0,105966399
KM-39-40	2027	4,11	0,44	0,105966399
KM-35-36	2028	3,96	0,42	0,105966399
KM-36-37	2028	4,37	0,46	0,105966399
KM-37-38	2028	4,42	0,47	0,105966399
KM-38-39	2028	4,19	0,44	0,105966399
KM-39-40	2028	4,19	0,44	0,105966399
KM-35-36	2029	4,05	0,43	0,105966399
KM-36-37	2029	4,47	0,47	0,105966399
KM-37-38	2029	4,52	0,48	0,105966399
KM-38-39	2029	4,29	0,45	0,105966399
KM-39-40	2029	4,29	0,45	0,105966399
KM-35-36	2030	4,14	0,44	0,105966399
KM-36-37	2030	4,57	0,48	0,105966399
KM-37-38	2030	4,52	0,48	0,105966399
KM-38-39	2030	4,41	0,47	0,105966399
KM-39-40	2030	4,38	0,46	0,105966399

Tabla Nro. 12: Predicción de accidentes de tránsito y número de fallecidos por siniestro con el programa IHSDM-2021.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

Con los valores de la tabla Nro. 12 y la proyección de habitantes en ciento miles de logra calculara el índice de mortalidad de accidentes de tránsito final por kilómetro analizado, obteniendo así el IMAT-F para los tramos de carretera del km 35 al km 40 para los años 2023 al 2030, todos los valores se encuentran muy cercanos al IMAT – mínimo lo que

nos indica que la carretera E-25 del tramo la Iberia hasta Santa Rosa es una vía segura hasta el año 2030 si se mantienen los niveles de operación y mantenimiento de la seguridad vial como se han efectuado en los años, aplicando normas de calidad con señalética retro-reflectivo horizontal y vertical, control de velocidad automático, y señalética informativa, preventiva y correctiva desde que la vía ha sido concesionada.

Nro.	TRAMO	IMAT-F 2023	IMAT-F 2024	IMAT-F 2025	IMAT-F 2026	IMAT-F 2027	IMAT-F 2028	IMAT-F 2029	IMAT-F 2030
1	KM-35-36	0,128	0,128	0,130	0,131	0,133	0,134	0,136	0,137
2	KM-36-37	0,142	0,142	0,143	0,144	0,146	0,147	0,148	0,150
3	KM-37-38	0,145	0,145	0,146	0,148	0,149	0,150	0,152	0,150
4	KM-38-39	0,138	0,138	0,140	0,141	0,143	0,141	0,142	0,147
5	KM-39-40	0,138	0,138	0,140	0,141	0,143	0,141	0,142	0,143

Tabla Nro. 13: Índice de Mortalidad en Accidentes de Tránsito Final (IMAT-F) de los tramos km 35 al km 40 para los años 2023 al 2030.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

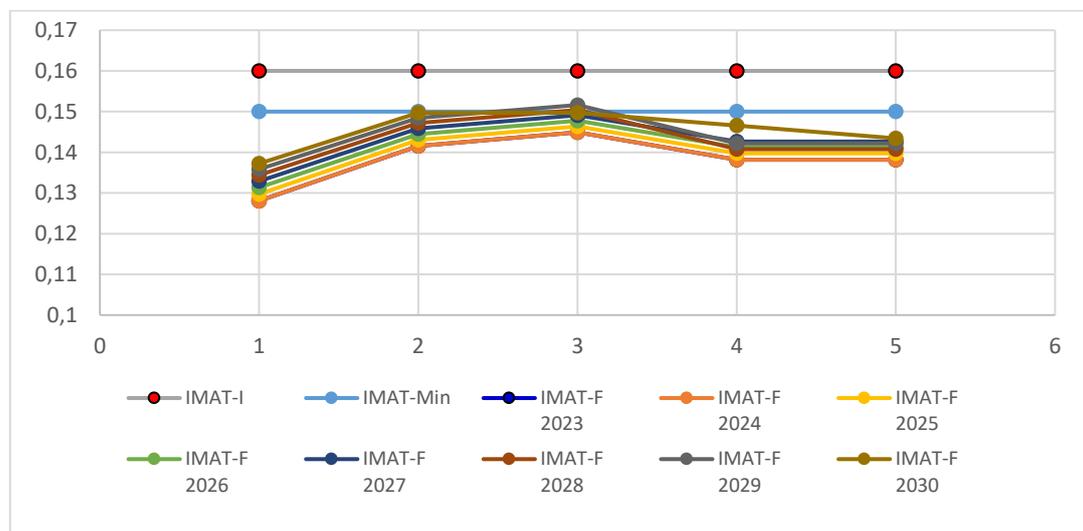


Figura Nro. 30: Gráfica del Índice de mortalidad en accidentes de tránsito final.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

Con el desarrollo del modelo experimental, el índice de mortalidad de accidentes de tránsito de la carretera E-25 para el cantón Machala que va desde el sitio la Iberia hasta

Santa Rosa para las mismas características de una autovía de seis carriles dividía con barrera, mantiene una tasa de mortalidad de 3 fallecidos cada cien mil habitantes, evaluando así la seguridad vial para los años 2022 al 2030, que se equipara a los estándares de calidad a los países de Suecia, Gran Bretaña y Países Bajos, en este sentido quiere decir que la carretera E-25 concesionada a la empresa CONSUR R7H, mantiene un programa de alto nivel para el mantenimiento de la seguridad vial, y en comparación para los años anteriores como el 2022 que inclusive, se ve reducido los valores, uno de los años de mayor cantidad de siniestros con muertes se dio en el año 2017 donde se reporta el mayor valor de hasta 4 muertes por cada cien mil habitantes.

Esto se puede corroborar por cuanto la carretera E-25 posee una señalización vial horizontal y vertical completa la misma que se complementa con el control de velocidad automático, sin embargo la mayoría de accidentes de tránsito que se han producido en esta carretera y que se atribuye a pérdidas de vidas por accidentes de tránsito han ocurrido en horario nocturno, es ahí donde debe se debe mejorar la señalización vial con la implementación de iluminación pública en los tramos más críticos donde se han obtenido accidentes de tránsito con resultados fatales.

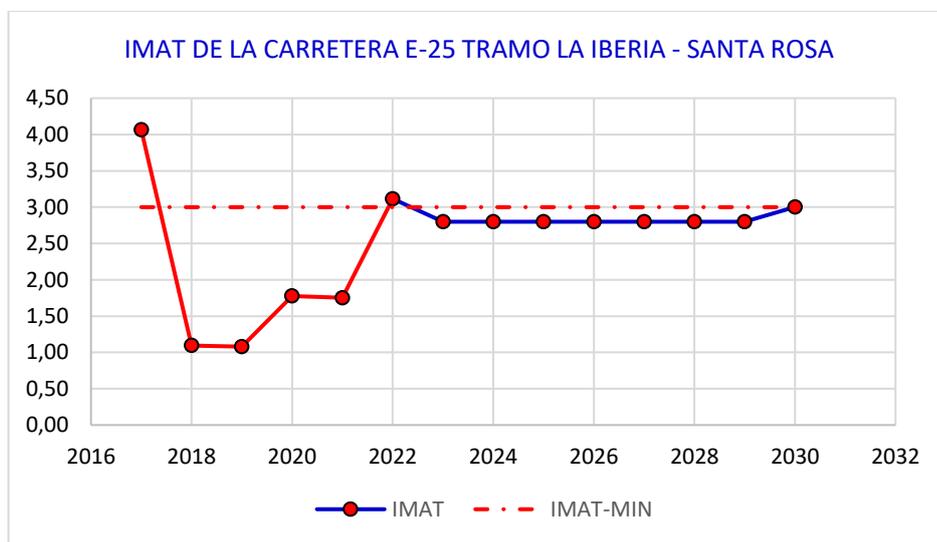


Figura Nro. 31: Índice de mortalidad en accidentes de tránsito carretera E-25

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

AÑO	Nro. De Accidentes	IMAT	DESCRIPCIÓN
2017	62	4,07	Estadísticas
2018	44	1,09	Estadísticas
2019	34	1,08	Estadísticas
2020	52	1,78	Estadísticas
2021	72	1,75	Estadísticas
2022	66	3,11	Estadísticas
2023	76	2,80	Modelo de predicción aplicado
2024	77	2,80	Modelo de predicción aplicado
2025	79	2,80	Modelo de predicción aplicado
2026	81	2,80	Modelo de predicción aplicado
2027	83	2,80	Modelo de predicción aplicado
2028	85	2,80	Modelo de predicción aplicado
2029	86	2,80	Modelo de predicción aplicado
2030	88	3,00	Modelo de predicción aplicado

Tabla Nro. 14: Índice de Mortalidad en Accidentes de Tránsito Carretera E-25

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

Hay que entender que el modelo de predicción de accidentes del IHSDM de la AASTHO, necesita del ingreso de la información de atributos del segmento de carretera que se analiza, estos atributos deben ser bien definidos y analizados al momento del levantamiento de la información que permitan conocer las características geométricas y de diseño al momento de complementar la información (Garcia, et al., 2018). Una de las variables que afecta a la predicción de accidentes es la determinación de los factores de modificación de accidentes CMF, así como el volumen del tránsito el TPDA, la cantidad y ubicación de las señales de tránsito, la existencia de control de velocidad automático y los acceso a zonas industriales, comerciales y residenciales, todos estos atributos aportan a la predicción de accidentes de tránsito motivo por el cual deben ser bien analizados y revisados antes de ingresar la información al software IHSDM-2021.

4.2 Metodología para la evaluación de la seguridad vial en autovías concesionadas.

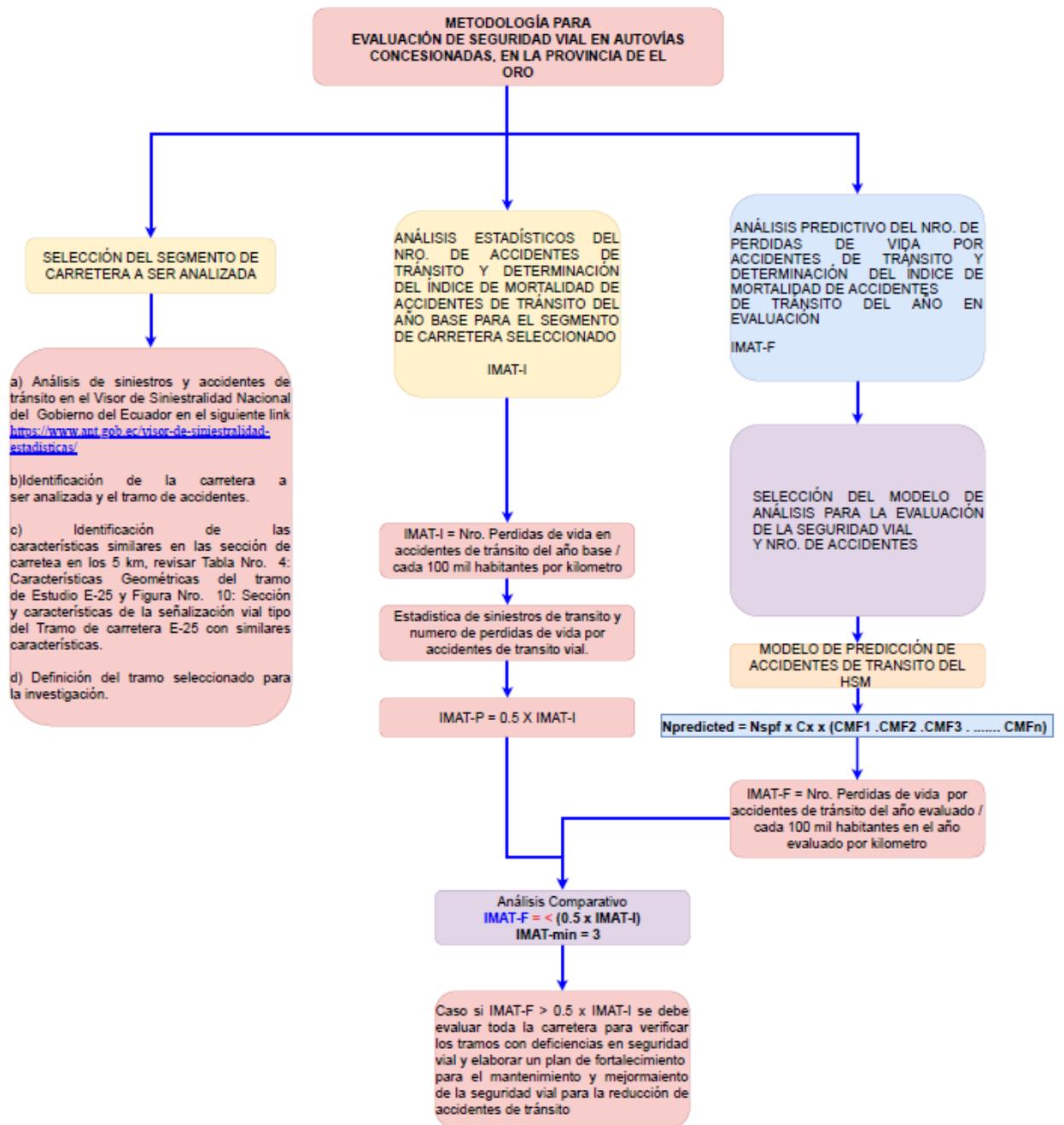


Figura Nro. 32: Metodología para la evaluación de la seguridad vial en autovías concesionadas.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

Con los criterios expuestos en los capítulos dos y tres, se logra desarrollar una metodología de evaluación de la seguridad vial, basados en dos componentes, el cálculo y la determinación del índice de mortalidad de accidentes de tránsito estadístico o inicial conocido como IMAT-I y el cálculo y determinación del índice de mortalidad de accidentes de tránsito final IMAT-F, que no son más que la tasa de mortalidad en accidentes de tránsito por cada cien mil habitantes estos índices son evaluados y comparados con una tasa de mortalidad mínima de tres fallecidos cada cien mil habitantes que a nivel mundial está en vanguardia con los países con mayor seguridad vial en sus carreteras como Gran Bretaña, Suecia y Países Bajos, esta evaluación comparativa ayuda a analizar el nivel de seguridad vial que tiene una sección de carretera y el software del IHSDM con el ingreso de la información y los atributos, ayuda a identificar cuáles son las falencias en materia de seguridad vial y cuales serían las debilidades del plan de seguridad vial en las carreteras logrando identificar las zonas donde deben ser intervenidas.

Así el IMAT-I determina la tasa de mortalidad de accidentes de tránsito de los años anteriores a la sección que se desea evaluar donde se puede verificar que tanto ha funcionado las políticas de seguridad vial en las carreteras mientras que el IMAT-F analiza una proyección y evalúa si esas políticas en materia de seguridad vial serán fiables o deben mejorarse.

CONCLUSIONES

- La revisión bibliográfica y el estado del arte en materia de seguridad vial a nivel mundial, a nivel de Latinoamérica y a nivel local (Ecuador), que analizan como un indicador de riesgo la tasa de mortalidad de accidentes de tránsito, aportaron a identificar los criterios necesarios para establecer el modelo más idóneo a ser aplicado en nuestro caso de estudio cumpliendo así con uno de los objetivos específicos.
- El modelo más idóneo para el desarrollo de esta investigación se lo determino con base a las características de la información que solicita cada modelo, por un lado las auditorías en seguridad vial maneja un concepto amplio de realidades que pueden estar fuera de nuestro entorno como seguridad vial y el modelo Irap de

evaluación por clasificación de estrellas es ampliamente aplicado a modelos con características de carreteras europeas donde la información base es amplia y con normas más ajustadas y a la falta de información en nuestro caso de estudio la investigación es mucho más compleja con el manejo de más variables, el modelo que más se adaptó a nuestro entorno es el modelo aplicado del Manual de Seguridad Vial (HSM por sus siglas en inglés) cuenta con las ventajas de que es desarrollado por el AASTHO y aplica los criterios y normas del mismo organismo que son ampliamente aplicado en el Ecuador en la construcción de carreteras además de que existen una fuente muy consistente de la aplicación de este método en algunos países de Latinoamérica como Colombia, Brasil y Ecuador cumpliendo con uno de los objetivos específicos planteados.

- Evaluar la tasa de mortalidad de accidentes de tránsito de años anteriores o de datos estadísticos (IMAT-I) junto con la tasa de mortalidad de la predicción de accidentes de tránsito de años futuros (IMAT-F) y ser comparados, analizados y evaluados con la tasa de mortalidad mínima de los países en vanguardia en seguridad vial, nos ayuda a analizar si las políticas en materia de seguridad vial de nuestras carreteras están dando resultados favorables y si la aplicación de políticas de otros países pueden ser replicadas con éxito, esto ayudo a plantear la propuesta metodológica para la evaluación de la seguridad vial en autovías aplicando este al caso de estudio de un tramo de la carretera E-25 en el tramo del kilómetro 35 al 40 dando resultados favorables de su aplicación.
- En términos generales, de acuerdo con la inspección de campo, el análisis estadístico y la evaluación de los diferentes componentes incluidos en el informe, se han podido establecer que el índice de mortalidad en accidentes de tránsito de la carretera E-25 para el cantón Machala del tramo que va desde la Iberia hasta Santa Rosa es de un valor 2.8 por cada cien mil habitantes dando la categoría de una carretera segura.
- El modelo aplicado para el análisis de la predicción de accidentes de tránsito es el descrito por el AASTHO bajo el Manual de Seguridad Vial (HSM) por sus siglas en inglés y que recoge información de atributos característicos de una carretera de seis carriles dividida con barrera.

- Del análisis efectuado en materia de seguridad vial las deficiencias donde se presentan siniestros por accidentes de tránsito con pérdidas de vidas humanas se deben a horarios nocturnos por falta de iluminación vial.
- Las políticas de seguridad vial no pueden ser estandarizadas debido a que las condiciones en cada estado son diferentes y las mejores prácticas en esta materia han conllevado a la replicar la experiencia que otros países han tenido para ser implementadas, sin embargo, la evaluación de esas políticas es necesario ser comparadas para mantener estándares de alta calidad.
- Aplicando los modelos estadísticos para determinación del IMAT-I, junto con los criterios de reducción de accidentes por la determinación del IMAT-F y el modelo de predicción de accidentes de tránsito del Manual de Seguridad vial de la AASTHO y del software IHSDM se logró establece una metodología de evaluación de la seguridad vial para secciones de autovías concesionadas basados en la tasa de mortalidad de accidentes de tránsito cumpliendo con el objetivo general de esta investigación.

RECOMENDACIONES

- Replicar el modelo de predicción de accidentes de tránsito del HSM en otro tipo de vías para conocer y analizar los factores de riesgo que se presentan en esas condiciones de seguridad vial.
- Recomendar el uso de esta herramienta a los entes encargados de la evaluación de riesgo de accidentes de tránsito en carreteras para que se convierta en una herramienta de administración pública y puedan así controlarse las políticas de seguridad vial y prevenir los accidentes de tránsito con siniestros por muertes.
- Continuar con los estudios e investigaciones para ajustar aún más los modelos de evaluación de la seguridad para genera información relevante en esta materia y prevenir los accidentes de tránsito con siniestros fatales.

BIBLIOGRAFIA

- AASHTO. (2010). <http://www.highwaysafetymanual.org/>. Obtenido de <http://www.highwaysafetymanual.org/>: <http://www.highwaysafetymanual.org/>
- Aguilera, E. R. (2009). *Seguridad Vial en Venezuela*. Caracas: Aguilera, E R;.
- ANCE. (2018). *Reglamento a la Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre*. Quito: Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador.
- ANE. (2018). Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial Del Transporte Terrestre. *Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial Del Transporte Terrestre*. ANE 2018.
- ANE. (2018). *Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial Del Transporte Terrestre*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/09/LOTAIP_8_REGLAMENTO-LEYORGANICA-SISTEMA-INFRAESTRUCTURA-VIAL-DEL-TRANSPORTE.pdf.
- Aprilla et al. (2017). Señalización y seguridad en buses de tránsito rápido : el transmilenio en Bogotá. *Revista Infraestructura vial*, 15-25.
- Bernardo, M. G. (2015). Aplicación del modelo de predicción de accidentes viales del HSM (2010) en camino rural de dos carriles en Brasil. *Aplicación del modelo de predicción de accidentes viales del HSM (2010) en camino rural de dos carriles en Brasil*, 64.
- Blanco Alvarado, C., & Cabrera Pinzón, M. J. (2022). Naturaleza jurídica de la cláusula de renegociación en el contrato de concesión de las obras de infraestructura vial . *Naturaleza jurídica de la cláusula de renegociación en el contrato de concesión de las obras de infraestructura vial*, 229-251.
- Bull, A. (2004). Concesiones viales en América Latina: situación actual y perspectivas. *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, 1-43.
- CAF. (2018). *Movilidad sostenible y seguridad vial, un desafío para todos en el*. Obtenido de Movilidad sostenible y seguridad vial, un desafío para todos en el: <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2018/08/movilidad-sostenible-yseguridad-vial-un-desafio-para-todos-en-el-ecuador/>
- Calafell, J. (1996). Teoría de la concesión. *Teoría de la concesión*, 26.
- Escrig Sos, et al. (2021). Metaanálisis: una forma básica de entender e interpretar su evidencia. *Revista de Senología y Patología Mamaria*, 44-51.
- Espinoza et al. (2016). Modelo de evaluación de seguridad vial para países con escasez de información estructurada. *Modelo de evaluación de seguridad vial para países con escasez de información estructurada*, 1-11.
- FHWA. (04 de enero de 2023). *U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration*. Obtenido de U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration: <https://highways.dot.gov/research/safety/interactive-highway-safety-design-model/software-download>

- FIT. (2017). Benchmarking de la seguridad vial en America Latina. *Foro Internacional de Transporte*, 1-244. Obtenido de Benchmarking de la seguridad vial en America Latina: <https://www.itf-oecd.org/>, 244.
- Garcia et al. (2021). USO DE MODELO iRAP PARA EVALUAR LA SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS DE DOS CARRILES EN ECUADOR. *USO DE MODELO iRAP PARA EVALUAR LA SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS DE DOS CARRILES EN ECUADOR*, 7-23.
- Garcia, et al. (2018). Calibración del Modelo Predictivo de Accidentes de Tránsito del HSM en Carreteras del Cantón Loja. *Calibración del Modelo Predictivo de Accidentes de Tránsito del HSM en Carreteras del Cantón Loja*, 114-123.
- Garcia, Y., & Altamira, A. (2012). Calibración del módulo de accidentes del Highway Safety Manual (HSM). *Calibración del módulo de accidentes del Highway Safety Manual (HSM)*.
- Garzon , M., Escobar , D., & Galindo , J. (2017). Auditorias de seguridad vial. Ejemplo de aplicación metodológica. *Auditorias de seguridad vial. Ejemplo de aplicación metodológica*, 38-41.
- Greene , M., & Mora , R. (2005). Las autopistas urbanas concesionadas: Una nueva forma de segregación. *Las autopistas urbanas concesionadas: Una nueva forma de segregación.*, 1-3.
- Guerrero , S. A. (2015). Seguridad vial en planes de Caso de inversion. Caso de estudio: Ruta Nacional 27, Costa Rica. *Seguridad vial en planes de Caso de inversion. Caso de estudio: Ruta Nacional 27, Costa Rica*, 13-23.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. In S. A. D. C. V. E. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. In S. A. D. C. V. E. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA*, 1.
- INEC. (2021). *Metodológica Siniestros de tránsito Estadísticas de Transporte*.
- INEN. (2011). *REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO, 2(SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL)*, 103. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Normalización.
- Koornstra et al. (2002). SUNflower: a comparative study of the developments of road safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands. In SWOV. *SWOV, Leidschendam*, 1-128. Obtenido de http://www.researchgate.net/publication/228909541_SUNflower_a_comparative_study_of_the_developments_of_road_safety_in_Sweden_the_United_Kingdom_and_the_Netherlands/file/9fcfd50d0eb7ddfb4e.pdf
- Lind, D. A., Marchal , W. G., Ivan , J., Sanchez Farley , J., Rojas, S., Julieth , R. H., . . . Dominguez , G. (2014). Estadística aplicada a los Negocios Y La Economía. *Estadística aplicada a los Negocios Y La Economía*.
- Llanos , D. (2017). Los nanotubos de carbono como nueva alternativa de aplicación para mejorar la resistencia a la fatiga o reducir fisuramiento en diseño de pavimentos rígidos con concreto hidráulico. *Los nanotubos de carbono como nueva alternativa de*

aplicación para mejorar la resistencia a la fatiga o reducir fisuramiento en diseño de pavimentos rígidos con concreto hidráulico.

- Mendoza, et al. (2009). Auditorias de seguridad vial de carreteras en operacion. *In-Service Road Safety Audits.*, 137-144.
- MOPC. (1998). *POLITICA NACIONAL DE CONCESIONES VIALES*. Quito. Obtenido de POLITICA NACIONAL DE CONCESIONES VIALES.
- MTC, M. (2017). *Manual de seguridad vial*. Lima.
- MTOP. (2003). *Normas de diseño geometrico de carretera*. QUITO.
- MTOP. (2013). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*. Quito.
- MTOP. (2022). *www.obraspublicas.gob.ec*. Obtenido de *www.obraspublicas.gob.ec*: <https://www.obraspublicas.gob.ec/gobierno-prioriza-17-proyectos-viales-para-sudelegacion-publica-privada/#:~:text=En>
- Muñoz, C. (2011). *CÓMO ELABORAR Y ASESORAR UNA INVESTIGACIÓN DE TESIS. CÓMO ELABORAR Y ASESORAR UNA INVESTIGACIÓN DE TESIS*.
- Olivares, Y., & Alcalá-Afanador, P. (2021). GERENCIA POLÍTICA DE LA CIUDAD Y DESAROLLO SUSTENTABLE: CONSTRUYENDO GOBERNABILIDAD, HABITABILIDAD Y PRODUCTIVIDAD. *PH PRO HOMINUM*, 85-100.
- Pérez Rojas, J. A. (2013). Uso del módulo de predicción de accidentes (CPM) del IHSDM para evaluación de seguridad en segmentos de carreteras de dos carriles Using crash prediction module (CPM) of IHSDM for safety assessment segment two lane highway. *Respuestas Cúcuta-Colombia*, 87-95.
- Quezada. (2019). Análisis de indicadores laborales caracterizado por los beneficiarios del bono de desarrollo humano en base a la encuesta ENEMDU. *Análisis de indicadores laborales caracterizado por los beneficiarios del bono de desarrollo humano en base a la encuesta ENEMDU*, 1-20.
- R7H, C. (2017). *ESTUDIO DE TRANSITO CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO*. MACHALA: TNM LIMITED.
- Ramos , C. A. (2015). LOS PARADIGMAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. *LOS PARADIGMAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*, 1-16.
- Rojas, I. (20 de enero de 2023). *lexlatin.com*. Obtenido de *lexlatin.com*: <https://lexlatin.com/noticias/concesionaria-estado-ecuadoriano-modifican-contrato-ruta-rio-siete-huaquillas>
- Shen, Y., Hermans , Q., Bao , T., Brijs, G., & Wets and W. Wang. (2015). “International Benchmarking of Road Safety: State of the art”. *“International Benchmarking of Road Safety: State of the art”*, 37-50.
- TNM. (2017). *DISEÑO GEOMÉTRICO CORREDOR RÍO SIETE – HUAQUILLAS*. MACHALA.
- Vera , F. X. (2017). Asociaciones público-privadas y concesiones administrativas. *Asociaciones público-privadas y concesiones administrativas*.

ViDA . (2019). *Clasificación por estrellas-Euro RAP-Bosnia y Herzegovina-Autopista*. Obtenido de Clasificación por estrellas-Euro RAP-Bosnia y Herzegovina-Autopista: A1. IRAP. https://vida.irap.org/engb/results/star_rating/table?report_filters=%7B%22filter_1%22%3A397788%7D

WIKIPEDIA. (2022). *CONCESION*. Obtenido de CONCESION: <https://Es.Wikipedia.Org/Wiki/Concesi%C3%B3n>. <https://doi.org/GND->

ANEXO A- DEL LEVANTAMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL

KM 35 - KM 36 LADO IZQUIERDO					KM 35 - KM 36 LADO DERECHO				
ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO	ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO
1	2	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO		1	3	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO	
2	1	Límite máximo de velocidad	BLANCO Y ROJO		2	3	SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL	VERDE	
3	1	SEÑALIZACION PARA ZONAS ESCOLARES	AZUL		3	1	SEÑALIZACION PARA ZONAS ESCOLARES	AZUL	
4	2	SEÑALES REGULATORIAS	NEGRO		4	1	Límite máximo de velocidad	BLANCO Y ROJO	
KM 36 - KM37 LADO IZQUIERDO					KM 36 - KM 37 LADO DERECHO				
ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO	ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO
1	1	SEÑALIZACION PARA ZONAS ESCOLARES	AZUL		1	3	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO	
2	4	SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL	VERDE		2	1	SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL	VERDE	
KM 37 - KM 38 LADO IZQUIERDO					KM 37 - KM 38 LADO DERECHO				
ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO	ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO
1	3	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO		1	4	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO	
2	1	Límite máximo de velocidad	BLANCO Y ROJO		2	3	SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL	VERDE	
3	1	SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL	VERDE		4	1	Límite máximo de velocidad	BLANCO Y ROJO	
					4	2	SEÑALES REGULATORIAS	NEGRO	
KM 38 - KM 39 LADO IZQUIERDO					KM 38 - KM 39 LADO DERECHO				
ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO	ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO
1	1	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO		1	1	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO	
2	4	SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL	VERDE		2	2	SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL	VERDE	
KM 39 - KM 40 LADO IZQUIERDO					KM 39 - KM 40 LADO DERECHO				
ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO	ITEM	CANTIDAD	TIPO	COLOR	GRAFICO
1	2	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO		1	2	PREVENTIVA TIPO T	AMARILLO Y NEGRO	
2	1	Límite máximo de velocidad	BLANCO Y ROJO		2	1	SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL	VERDE	
4	2	SEÑALES REGULATORIAS	NEGRO		3	1	SEÑALES TURÍSTICAS Y DE SERVICIOS	AZUL	
					4	1	postes de kilometrajes	VERDE	

ANEXO B - ATRIBUTOS PARA LA INFORMACIÓN DEL APENDICE A- IHSDM

Sitio, sección o tramo de carretera Nro.	Carretera	Descripción de la sección	Tipo de Área	Longitud en millas	Ancho medio del carril en pies	Ancho medio de los hombros exteriores en pies	Nro. De pasos de carreteras ferroviarias	Número de accesos Industriales / Institucionales Mayores	Número de accesos comerciales principales	Número de accesos Industriales / Institucionales Menores	Número de accesos comerciales menores	Número de accesos residenciales menores	Tipo de Mediana	Ancho efectivo de la mediana en pies	Tiene Barrera la mediana	Límite de velocidad en millas por hora	Categoría de Velocidad	Año
1	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2022
2	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2023
3	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2024
4	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2025
5	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2026
6	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2027
7	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2028
8	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2029
9	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	1	4	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2030
10	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2022
11	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2023
12	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2024
13	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2025
14	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2026
15	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2027
16	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2028
17	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2029
18	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	5	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2030
19	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2022
20	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2023
21	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2024
22	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2025
23	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2026
24	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2027
25	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2028
26	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2029
27	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	3	0	2	7	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2030
28	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2022
29	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2023
30	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2024
31	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2025
32	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2026
33	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2027
34	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2028
35	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2029
36	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	3	3	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2030
37	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2022
38	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2023
39	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2024
40	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2025
41	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2026
42	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2027
43	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2028
44	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2029
45	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	Suburbana	0.621371	11,97	8,20	0,00	0	2	0	4	2	No Transitable	7,21	SI	55	Intermedia/alta	2030

ANEXO C - ATRIBUTOS PARA LA INFORMACIÓN DEL APENDICE B- IHSDM

Nro.	Descripción de la sección	Sitio o sección Nro.	Año	TPDA
1	Km 35 al Km 36	1	2022	19359
2	Km 35 al Km 36		2023	19889
3	Km 35 al Km 36		2024	20401
4	Km 35 al Km 36		2025	20925
5	Km 35 al Km 36		2026	21452
6	Km 35 al Km 36		2027	21991
7	Km 35 al Km 36		2028	22521
8	Km 35 al Km 36		2029	23103
9	Km 35 al Km 36		2030	23685
10	Km 36 al Km 37	2	2022	19359
11	Km 36 al Km 37		2023	19889
12	Km 36 al Km 37		2024	20401
13	Km 36 al Km 37		2025	20925
14	Km 36 al Km 37		2026	21452
15	Km 36 al Km 37		2027	21991
16	Km 36 al Km 37		2028	22521
17	Km 36 al Km 37		2029	23103
18	Km 36 al Km 37		2030	23685
19	Km 37 al Km 38	3	2022	19359
20	Km 37 al Km 38		2023	19889
21	Km 37 al Km 38		2024	20401
22	Km 37 al Km 38		2025	20925
23	Km 37 al Km 38		2026	21452
24	Km 37 al Km 38		2027	21991
25	Km 37 al Km 38		2028	22521
26	Km 37 al Km 38		2029	23103
27	Km 37 al Km 38		2030	23685
28	Km 38 al Km 39	4	2022	19359
29	Km 38 al Km 39		2023	19889
30	Km 38 al Km 39		2024	20401
31	Km 38 al Km 39		2025	20925
32	Km 38 al Km 39		2026	21452
33	Km 38 al Km 39		2027	21991
34	Km 38 al Km 39		2028	22521
35	Km 38 al Km 39		2029	23103
36	Km 38 al Km 39		2030	24275
37	Km 39 al Km 40	5	2022	19359
38	Km 39 al Km 40		2023	19889
39	Km 39 al Km 40		2024	20401
40	Km 39 al Km 40		2025	20925
41	Km 39 al Km 40		2026	21452
42	Km 39 al Km 40		2027	21991
43	Km 39 al Km 40		2028	22521
44	Km 39 al Km 40		2029	23103
45	Km 39 al Km 40		2030	23685

ANEXO D - ATRIBUTOS PARA LA INFORMACIÓN DEL APENDICE C- IHSDM

Sitio o sección Nro.	Carretera	Descripción del Sitio o Sección	Estadística del numero de accidentes
1	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
2	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
3	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
4	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
5	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
6	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
7	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
8	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
9	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 35 al Km 36	3
10	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
11	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
12	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
13	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
14	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
15	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
16	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
17	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
18	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 36 al Km 37	3
19	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
20	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
21	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
22	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
23	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
24	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
25	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
26	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
27	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 37 al Km 38	3
28	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
29	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
30	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
31	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
32	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
33	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
34	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
35	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
36	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 38 al Km 39	3
37	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3
38	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3
39	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3
40	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3
41	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3
42	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3
43	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3
44	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3
45	E-25 Tillales-Santa Rosa	Km 39 al Km 40	3

ANEXO F- ATRIBUTOS PARA LA INFORMACIÓN DEL APENDICE E- IHSDM

CMF

Sitio o sección Nro.	Nombre	Descripcion	Año de Inicio del CMF	Año de Fin del CMF	Nivel de Severidad	Valor del CMF
1	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
1	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2022	2030	Fatal and Injury	0.9660
1	CMF3r	CMF3r-Median Width	2022	2030	Fatal and Injury	1.0000
1	CMF4r	CMF4r-Lighting	2022	2030	Fatal and Injury	1.0020
1	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2029	2030	Fatal and Injury	0.9500
2	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2023	2030	Fatal and Injury	1.0000
2	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2022	2030	Fatal and Injury	0.9660
2	CMF3r	CMF3r-Median Width	2022	2030	Fatal and Injury	1.0000
2	CMF4r	CMF4r-Lighting	2022	2030	Fatal and Injury	1.0020
2	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2029	2030	Fatal and Injury	0.9500
3	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
3	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2023	2030	Fatal and Injury	0.9660
3	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
3	CMF4r	CMF4r-Lighting	2022	2030	Fatal and Injury	1.0020
3	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
4	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
4	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2024	2030	Fatal and Injury	0.9660
4	CMF3r	CMF3r-Median Width	2023	2030	Fatal and Injury	1.0000
4	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2022	2030	Fatal and Injury	0.9500
5	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
5	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
5	CMF3r	CMF3r-Median Width	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
5	CMF4r	CMF4r-Lighting	2023	2030	Fatal and Injury	1.0020
5	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
6	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
6	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
6	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
6	CMF4r	CMF4r-Lighting	2024	2030	Fatal and Injury	1.0020
6	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2023	2030	Fatal and Injury	0.9500
7	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
7	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2027	2030	Fatal and Injury	0.9660
7	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
7	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020
7	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2024	2030	Fatal and Injury	0.9500
8	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
8	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2027	2030	Fatal and Injury	0.9660
8	CMF3r	CMF3r-Median Width	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000

8	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020
8	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2022	2030	Fatal and Injury	0.9500
9	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2022	2030	Fatal and Injury	1.0000
9	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2029	2030	Fatal and Injury	0.9660
9	CMF3r	CMF3r-Median Width	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
9	CMF4r	CMF4r-Lighting	2027	2030	Fatal and Injury	1.0020
9	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
10	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
10	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
10	CMF3r	CMF3r-Median Width	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
10	CMF4r	CMF4r-Lighting	2027	2030	Fatal and Injury	1.0020
10	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2027	2030	Fatal and Injury	0.9500
11	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
11	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
11	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
11	CMF4r	CMF4r-Lighting	2024	2030	Fatal and Injury	1.0020
11	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2027	2030	Fatal and Injury	0.9500
12	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
12	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2027	2030	Fatal and Injury	0.9660
12	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
12	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020
12	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2024	2030	Fatal and Injury	0.9500
13	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2025	2030	Fatal and Injury	1.0000
13	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2027	2030	Fatal and Injury	0.9660
13	CMF3r	CMF3r-Median Width	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
13	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020
13	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
14	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
14	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2025	2030	Fatal and Injury	0.9660
14	CMF3r	CMF3r-Median Width	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
14	CMF4r	CMF4r-Lighting	2023	2030	Fatal and Injury	1.0020
14	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
15	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
15	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
15	CMF3r	CMF3r-Median Width	2025	2030	Fatal and Injury	1.0000
15	CMF4r	CMF4r-Lighting	2027	2030	Fatal and Injury	1.0020
15	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2027	2030	Fatal and Injury	0.9500
16	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2028	2030	Fatal and Injury	1.0000
16	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2027	2030	Fatal and Injury	0.9660
16	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
16	CMF4r	CMF4r-Lighting	2025	2030	Fatal and Injury	1.0020
16	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2027	2030	Fatal and Injury	0.9500
17	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2029	2030	Fatal and Injury	1.0000
17	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2028	2030	Fatal and Injury	0.9660

17	CMF3r	CMF3r-Median Width	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
17	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020
17	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2025	2030	Fatal and Injury	0.9500
18	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2030	2030	Fatal and Injury	1.0000
18	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2029	2030	Fatal and Injury	0.9660
18	CMF3r	CMF3r-Median Width	2028	2030	Fatal and Injury	1.0000
18	CMF4r	CMF4r-Lighting	2027	2030	Fatal and Injury	1.0020
18	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
19	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2022	2030	Fatal and Injury	1.0000
19	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2030	2030	Fatal and Injury	0.9660
19	CMF3r	CMF3r-Median Width	2029	2030	Fatal and Injury	1.0000
19	CMF4r	CMF4r-Lighting	2028	2030	Fatal and Injury	1.0020
19	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2027	2030	Fatal and Injury	0.9500
20	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2023	2030	Fatal and Injury	1.0000
20	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2022	2030	Fatal and Injury	0.9660
20	CMF3r	CMF3r-Median Width	2030	2030	Fatal and Injury	1.0000
20	CMF4r	CMF4r-Lighting	2029	2030	Fatal and Injury	1.0020
20	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2028	2030	Fatal and Injury	0.9500
21	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
21	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2023	2030	Fatal and Injury	0.9660
21	CMF3r	CMF3r-Median Width	2022	2030	Fatal and Injury	1.0000
21	CMF4r	CMF4r-Lighting	2030	2030	Fatal and Injury	1.0020
21	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2029	2030	Fatal and Injury	0.9500
22	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2025	2030	Fatal and Injury	1.0000
22	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2024	2030	Fatal and Injury	0.9660
22	CMF3r	CMF3r-Median Width	2023	2030	Fatal and Injury	1.0000
22	CMF4r	CMF4r-Lighting	2022	2030	Fatal and Injury	1.0020
22	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2030	2030	Fatal and Injury	0.9500
23	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
23	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2025	2030	Fatal and Injury	0.9660
23	CMF3r	CMF3r-Median Width	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
23	CMF4r	CMF4r-Lighting	2023	2030	Fatal and Injury	1.0020
23	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2022	2030	Fatal and Injury	0.9500
24	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
24	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
24	CMF3r	CMF3r-Median Width	2025	2030	Fatal and Injury	1.0000
24	CMF4r	CMF4r-Lighting	2024	2030	Fatal and Injury	1.0020
24	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2023	2030	Fatal and Injury	0.9500
25	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2028	2030	Fatal and Injury	1.0000
25	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2027	2030	Fatal and Injury	0.9660
25	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
25	CMF4r	CMF4r-Lighting	2025	2030	Fatal and Injury	1.0020
25	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2024	2030	Fatal and Injury	0.9500
26	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2029	2030	Fatal and Injury	1.0000

26	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2028	2030	Fatal and Injury	0.9660
26	CMF3r	CMF3r-Median Width	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
26	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020
26	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2025	2030	Fatal and Injury	0.9500
27	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2030	2030	Fatal and Injury	1.0000
27	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2029	2030	Fatal and Injury	0.9660
27	CMF3r	CMF3r-Median Width	2028	2030	Fatal and Injury	1.0000
27	CMF4r	CMF4r-Lighting	2027	2030	Fatal and Injury	1.0020
27	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
28	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2022	2030	Fatal and Injury	1.0000
28	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2030	2030	Fatal and Injury	0.9660
28	CMF3r	CMF3r-Median Width	2029	2030	Fatal and Injury	1.0000
28	CMF4r	CMF4r-Lighting	2028	2030	Fatal and Injury	1.0020
28	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2027	2030	Fatal and Injury	0.9500
29	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2023	2030	Fatal and Injury	1.0000
29	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2022	2030	Fatal and Injury	0.9660
29	CMF3r	CMF3r-Median Width	2030	2030	Fatal and Injury	1.0000
29	CMF4r	CMF4r-Lighting	2029	2030	Fatal and Injury	1.0020
29	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2028	2030	Fatal and Injury	0.9500
30	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
30	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2023	2030	Fatal and Injury	0.9660
30	CMF3r	CMF3r-Median Width	2022	2030	Fatal and Injury	1.0000
30	CMF4r	CMF4r-Lighting	2030	2030	Fatal and Injury	1.0020
30	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2029	2030	Fatal and Injury	0.9500
31	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2025	2030	Fatal and Injury	1.0000
31	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2024	2030	Fatal and Injury	0.9660
31	CMF3r	CMF3r-Median Width	2023	2030	Fatal and Injury	1.0000
31	CMF4r	CMF4r-Lighting	2022	2030	Fatal and Injury	1.0020
31	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2030	2030	Fatal and Injury	0.9500
32	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
32	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2025	2030	Fatal and Injury	0.9660
32	CMF3r	CMF3r-Median Width	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
32	CMF4r	CMF4r-Lighting	2023	2030	Fatal and Injury	1.0020
32	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2022	2030	Fatal and Injury	0.9500
33	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
33	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
33	CMF3r	CMF3r-Median Width	2025	2030	Fatal and Injury	1.0000
33	CMF4r	CMF4r-Lighting	2024	2030	Fatal and Injury	1.0020
33	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2023	2030	Fatal and Injury	0.9500
34	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2029	2030	Fatal and Injury	1.0000
34	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2027	2030	Fatal and Injury	0.9660
34	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
34	CMF4r	CMF4r-Lighting	2025	2030	Fatal and Injury	1.0020
34	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2024	2030	Fatal and Injury	0.9500

35	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2030	2030	Fatal and Injury	1.0000
35	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2029	2030	Fatal and Injury	0.9660
35	CMF3r	CMF3r-Median Width	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
35	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020
35	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2025	2030	Fatal and Injury	0.9500
36	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
36	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2030	2030	Fatal and Injury	0.9660
36	CMF3r	CMF3r-Median Width	2029	2030	Fatal and Injury	1.0000
36	CMF4r	CMF4r-Lighting	2027	2030	Fatal and Injury	1.0020
36	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
37	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2023	2030	Fatal and Injury	1.0000
37	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
37	CMF3r	CMF3r-Median Width	2030	2030	Fatal and Injury	1.0000
37	CMF4r	CMF4r-Lighting	2029	2030	Fatal and Injury	1.0020
37	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2027	2030	Fatal and Injury	0.9500
38	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
38	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2023	2030	Fatal and Injury	0.9660
38	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
38	CMF4r	CMF4r-Lighting	2030	2030	Fatal and Injury	1.0020
38	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2029	2030	Fatal and Injury	0.9500
39	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2025	2030	Fatal and Injury	1.0000
39	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2024	2030	Fatal and Injury	0.9660
39	CMF3r	CMF3r-Median Width	2023	2030	Fatal and Injury	1.0000
39	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020
39	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2030	2030	Fatal and Injury	0.9500
40	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
40	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2025	2030	Fatal and Injury	0.9660
40	CMF3r	CMF3r-Median Width	2024	2030	Fatal and Injury	1.0000
40	CMF4r	CMF4r-Lighting	2023	2030	Fatal and Injury	1.0020
40	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
41	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
41	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2026	2030	Fatal and Injury	0.9660
41	CMF3r	CMF3r-Median Width	2025	2030	Fatal and Injury	1.0000
41	CMF4r	CMF4r-Lighting	2024	2030	Fatal and Injury	1.0020
41	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2023	2030	Fatal and Injury	0.9500
42	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2028	2030	Fatal and Injury	1.0000
42	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2027	2030	Fatal and Injury	0.9660
42	CMF3r	CMF3r-Median Width	2026	2030	Fatal and Injury	1.0000
42	CMF4r	CMF4r-Lighting	2025	2030	Fatal and Injury	1.0020
42	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2024	2030	Fatal and Injury	0.9500
43	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2029	2030	Fatal and Injury	1.0000
43	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2028	2030	Fatal and Injury	0.9660
43	CMF3r	CMF3r-Median Width	2027	2030	Fatal and Injury	1.0000
43	CMF4r	CMF4r-Lighting	2026	2030	Fatal and Injury	1.0020

43	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2025	2030	Fatal and Injury	0.9500
44	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2030	2030	Fatal and Injury	1.0000
44	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2029	2030	Fatal and Injury	0.9660
44	CMF3r	CMF3r-Median Width	2028	2030	Fatal and Injury	1.0000
44	CMF4r	CMF4r-Lighting	2027	2030	Fatal and Injury	1.0020
44	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2026	2030	Fatal and Injury	0.9500
45	CMF1r	CMF1r-On-Street Parking	2022	2030	Fatal and Injury	1.0000
45	CMF2r	CMFr2-Roadside Fixed Objects	2030	2030	Fatal and Injury	0.9660
45	CMF3r	CMF3r-Median Width	2029	2030	Fatal and Injury	1.0000
45	CMF4r	CMF4r-Lighting	2028	2030	Fatal and Injury	1.0020
45	CMF5r	CMF5r-Automating Speed Enforcement	2027	2030	Fatal and Injury	0.9500