

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SEGURIDAD VIAL EMPLEANDO IRAP,
CASO EJEMPLO UNA INTERSECCIÓN DEL MUNICIPIO DE
BARRANCABERMEJA

María Paula Seija Camacho, Daniela Rangel Arias

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingenieras Civiles

Director

Sandra Milena Cote Vargas.

Magíster en Ingeniería Civil.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por su constante presencia y apoyo en mi vida, siendo la fuente de toda bendición y logro. Cada paso que he dado ha estado marcado por su amor incondicional, el cual me ha dado fuerzas para superar desafíos y aprender de mis errores. Su guía ha sido fundamental en este proceso, y su gracia ha sido la luz que ha iluminado mi camino hacia el éxito.

A mi mamá, Doris Camacho, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por su sacrificio diario, su inquebrantable fortaleza y su determinación para sacarme adelante y apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria y mi vida. Su ejemplo inspirador fue fundamental para que yo pudiera alcanzar esta meta. Gracias por ser mi roca y mi guía.

A Oscar Ochoa, quiero agradecerle por su apoyo incondicional durante estos años. Su presencia ha sido fundamental para nunca dejar de soñar, amar y creer. Gracias por estar y por ser mi impulso y mi compañero en este viaje.

A Xiomara Mancera, por su apoyo incondicional que ha sido mi luz en los momentos de desánimo. Gracias por estar a mi lado, por todo su apoyo emocional y por ayudarme a superar obstáculos que encontré en el camino.

A todas mis amigas y compañeros de carrera, les doy las gracias por ser un pilar constante de apoyo. Fue gracias a su sacrificio, unión, compromiso y grandes capacidades que pudimos culminar este proceso formativo como profesionales.

A Adelaide Cujar y Adriano Ochoa, les agradezco su incondicional apoyo, generosidad y paciencia, los cuales fueron fundamentales para que yo pudiera alcanzar este logro. Gracias por siempre extenderme la mano cuando los necesité, les estoy eternamente agradecida.

Finalmente, a todos los que no nombré pero que estuvieron siempre ahí e hicieron parte de este proceso, gracias por ser una fuente constante de inspiración, apoyo y colaboración, les agradezco de corazón.

María Paula Seija Camacho

Primeramente, agradezco a Dios por permitir lograr uno de mis anhelos más deseados, llegar al final de esta linda carrera con dedicación, amor y mucho sacrificio.

Así mismo a mi madre por su paciencia y comprensión estos años, porque creyó en mí y me dio la confianza de poder demostrar que los sueños si se logran con esfuerzo y convicción.

*A mis abuelos por acompañarme en cada paso y ser mis apoyos emocionales
A mis compañeros de estudio por el apoyo incondicional y expreso mi gratitud hacia ellos
por esta lucha tan increíble*

Por último y no menos importante, mi profundo agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander y todos sus docentes, que dan todo de si por lograr formar profesionales competitivos y con un alto grado de humanidad.

Daniela Rangel Arias

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las entidades que contribuyeron de manera significativa para llevar a cabo nuestra carrera y esta investigación. En primer lugar, agradecer de todo corazón a la Universidad Industrial de Santander por brindarnos la oportunidad de cursar la carrera y por proporcionarnos los recursos necesarios para alcanzar nuestras metas académicas. Ha sido un privilegio estudiar en esta institución y estamos profundamente agradecidas por el apoyo que nos han brindado a lo largo de este camino.

Además, queremos reconocer y agradecer a todas las personas, organizaciones e instituciones que han jugado un papel fundamental en el desarrollo y éxito de nuestro proyecto de investigación. Su colaboración y apoyo han sido invaluable y sin ustedes, no habría sido posible llevar a cabo este proyecto de manera tan exitosa.

A cada uno de los profesores que nos han enseñado y guiado a lo largo de nuestra carrera, les agradecemos por su dedicación y conocimientos compartidos. Han dejado una huella indeleble en nuestra formación académica y personal, a nuestra directora y docente, Sandra Milena Cote Vargas, por su valioso apoyo y dirección a lo largo de todo el proceso de investigación. Su experiencia y orientación fueron fundamentales para el éxito de este trabajo

A nuestros compañeros de clase, gracias por ser una fuente constante de inspiración, apoyo y colaboración. Juntos hemos enfrentado desafíos, celebrado logros y hemos creado recuerdos que atesoraremos siempre.

A nuestras familia y amigos, no tenemos palabras suficientes para expresar nuestra gratitud por su amor, aliento y apoyo incondicional. Han sido nuestra fuerza y motivación en cada paso de este camino.

Estamos emocionadas por lo que el futuro nos depara y sé que todo lo que hemos aprendido y logrado hasta ahora no habría sido posible sin ustedes.

¡Muchas gracias!

María Seija y Daniela Rangel

Tabla de Contenido

Introducción.....	15
1. Planteamiento del Problema.....	17
2. Antecedentes y situación actual.....	19
2.1. Estado actual de la investigación de accidentes en Barrancabermeja.	22
3. Objetivos.....	25
3.1. Objetivo general	25
3.2. Objetivos específicos	25
4. Metodología.....	26
4.1. Revisión bibliográfica nacional e internacional sobre los principales factores que influyen en la seguridad vial utilizando la metodología IRAP	26
4.2. Identificar y caracterizar una intersección del municipio de Barrancabermeja donde se puedan aplicar los conceptos de los factores de seguridad empleados en la metodología de IRAP.	27
4.2.1. Identificar una intersección específica en el municipio de Barrancabermeja donde se puedan aplicar los conceptos de los factores de seguridad de IRAP.....	27
4.2.2. Realizar una caracterización de la intersección seleccionada.	31
4.2.3. Aforos vehiculares y peatonales.	35
4.2.4. Resultados aforos vehiculares y peatonales.....	39

4.2.5.	Características físicas y geométricas de los puntos críticos la intersección.	47
4.2.6.	Señalización actual de los puntos críticos de la intersección	49
4.2.7.	Aplicar los conceptos de los factores de seguridad de IRAP a la intersección seleccionada.	52
4.2.8.	Resultados finales de la clasificación por estrellas según IRAP.	59
4.3.	Proponer medidas y estrategias para mejorar la seguridad vial la intersección seleccionada a partir de la metodología de IRAP y de la revisión bibliográfica.....	60
5.	Conclusiones.....	64
6.	Recomendaciones	67
7.	Bibliografía.....	68

Lista de figuras

Figura 1 <i>Víctimas (no fatales) en accidentes de tránsito en Colombia.</i>	17
Figura 2 <i>Víctimas (fatales) en accidentes de tránsito en Colombia.</i>	18
Figura 3 <i>Programas de evaluación de carreteras.</i>	20
Figura 4 <i>Víctimas (no fatales) en accidentes de tránsito en Barrancabermeja.</i>	22
Figura 5 <i>Víctimas (fatales) en accidentes de tránsito en Barrancabermeja.</i>	23
Figura 6 <i>Cantidad de víctimas fatales por mes y año.</i>	24
Figura 7 <i>Posicionamiento geográfico de los accidentes.</i>	29
Figura 8 <i>Localización geográfica de la intersección.</i>	29
Figura 9 <i>Acercamiento geográfico de la intersección.</i>	30
Figura 10 <i>Accidentes vehiculares.</i>	31
Figura 11 <i>Perfil vial.</i>	31
Figura 12 <i>Evidencia fotográfica de la intersección.</i>	32
Figura 13 <i>Movimientos peatonales aforados.</i>	33
Figura 14 <i>Movimientos vehiculares tramo 1.</i>	34
Figura 15 <i>Movimientos vehiculares tramo 2.</i>	34
Figura 16 <i>Movimientos vehiculares tramo 3.</i>	34
Figura 17 <i>Movimientos vehiculares tramo 4.</i>	35
Figura 18 <i>Formato de aforo vehicular hora no pico.</i>	36
Figura 19 <i>Formato de aforo vehicular hora pico.</i>	36
Figura 20 <i>Formato de aforo peatonal hora pico.</i>	37
Figura 21 <i>Formato de aforo peatonal hora no pico.</i>	38

Figura 22 <i>Composición vehicular día del aforo</i>	40
Figura 23 <i>Volumen vehicular día del aforo</i>	41
Figura 24 <i>Composición vehicular hora pico</i>	42
Figura 25 <i>Volumen vehicular hora pico</i>	43
Figura 26 <i>Volumen peatonal hora pico</i>	43
Figura 27 <i>Composición vehicular hora no pico</i>	45
Figura 28 <i>Volumen vehicular hora no pico</i>	45
Figura 29 <i>Volumen peatonal hora no pico</i>	46
Figura 30 <i>Fisura / pie de cocodrilo</i>	48
Figura 31 <i>Bache o Hueco</i>	48
Figura 32 <i>Señalización preventiva</i>	50
Figura 33 <i>Señalización información de destino</i>	51
Figura 34 <i>Proceso del Plan de inversión en carreteras más seguras</i>	53
Figura 35 <i>Colores de las bandas de clasificación por estrellas IRAP</i>	54
Figura 36 <i>Primera parte del demostrador “Roadside”</i>	55
Figura 37 <i>Segunda parte del demostrador “Mid-block”</i>	56
Figura 38 <i>Tercera parte del demostrador “Intersections”</i>	56
Figura 39 <i>Cuarta parte del demostrador “Flow”</i>	57
Figura 40 <i>Quinta parte del demostrador “VRU facilities and land use”</i>	58
Figura 41 <i>Sexta parte del demostrador “Speeds”</i>	58
Figura 42 <i>Resultado final del demostrador</i>	59
Figura 43 <i>Grafica de resultados</i>	60
Figura 44 <i>Fotografía tramo de la intersección sin señalización</i>	60

Lista de tablas.

Tabla 1 <i>Relación de accidentes de 2023.</i>	27
Tabla 2 <i>Datos de composición vehicular día aforo.</i>	39
Tabla 3 <i>Datos de composición vehicular hora pico.</i>	41
Tabla 4 <i>Datos de composición vehicular hora no pico.</i>	44
Tabla 5 <i>Inventario tipo de daño pavimento.</i>	47
Tabla 6 <i>Inventario señalización en la intersección.</i>	49

Lista de apéndices

Apéndice 1 Aforos

Apéndice 2 Caracterización física de la intersección seleccionada

Apéndice 3 Evidencia del estado actual de la capa rodadura

Apéndice 4 Evidencia de la señalización en la intersección

Apéndice 5 Listado de revisión bibliográfica

Los apéndices están disponibles en el Repositorio Institucional.

Resumen

Título: Factores que influyen en la seguridad vial empleando IRAP, caso ejemplo una intersección del municipio de Barrancabermeja*

Autor: María Paula Seija Camacho, Daniela Rangel Arias**

Palabras Clave: seguridad vial; accidentalidad; actores viales; factores de riesgo; infraestructura vial.

Descripción: La problemática de la seguridad vial constituye un desafío multidimensional de gran relevancia en el ámbito global. Se traduce en altos costos para la salud pública y la economía. Este estudio se enfoca en la seguridad vial en una intersección específica en el municipio de Barrancabermeja, Colombia, mediante la aplicación de la metodología IRAP (Programa de Evaluación de Riesgos en Carreteras). El objetivo de la investigación es identificar los factores críticos en la seguridad del sitio mencionado y sugerir estrategias oportunas y efectivas de mitigación. Para lograr esto, se realiza una revisión profunda de la literatura nacional e internacional en los elementos claves que afectan la seguridad vial y la aplicación de la metodología IRAP en el área del estudio. A través de la identificación y descripción detallada de la intersección en cuestión, los principios y criterios de riesgo de IRAP son aplicados y, en consecuencia, medidas específicas en base a las necesidades de la localidad son formuladas para mejorar la seguridad en este punto crítico. Es de esperar que los resultados y recomendaciones extraídos de este estudio jueguen un papel en la sensibilización de las autoridades locales y usuarios de la vía para promover la prevención de accidentes de tráfico y así proteger la vida humana.

Abstract

Title: Factors influencing road safety using IRAP, case example of an intersection in the municipality of Barrancabermeja. *

Author(s): María Paula Seija Camacho, Daniela Rangel Arias**

Key Words: road safety; accident rate; road stakeholders; risk factors; road infrastructure.

Description: The issue of road safety is a multidimensional challenge of great global relevance. It translates into high costs for public health and the economy. This study focuses on road safety at a specific intersection in the municipality of Barrancabermeja, Colombia, by applying the IRAP (Road Risk Assessment Program) methodology. The objective of the research is to identify the critical factors in the safety of the mentioned site and to suggest timely and effective mitigation strategies. To achieve this, a thorough review of the national and international literature on the key elements affecting road safety and the application of the IRAP methodology in the study area is carried out. Through the identification and detailed description of the intersection in question, the IRAP principles and risk criteria are applied and, consequently, specific measures based on the needs of the locality are formulated to improve safety at this critical point. It is hoped that the results and recommendations drawn from this study will play a role in raising awareness among local authorities and road users to promote the prevention of traffic accidents and thus protect human life.

* Degree Work

**Faculty of Physic-mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director:
Sandra

Milena Cote Vargas. MSc in Civil Engineering.

Introducción

La seguridad vial es un tema de gran importancia en la actualidad, ya que los accidentes de tránsito representan una preocupación significativa a nivel mundial. Diversos factores influyen en la seguridad vial, y comprender su impacto es fundamental para implementar medidas efectivas que reduzcan el número de muertes y lesiones graves en las carreteras. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año se pierden aproximadamente 1,3 millones de vidas a consecuencia de lesiones provocadas por el tránsito. Además, entre 20 y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, muchos de los cuales resultan en discapacidades permanentes. (Organización Mundial de la Salud, 2022). Estas cifras alarmantes reflejan la necesidad de abordar de manera integral la seguridad vial y tomar acciones para prevenir y reducir los accidentes de tránsito.

Los accidentes de tráfico no solo tienen un impacto humano devastador, sino que también ocasionan pérdidas económicas considerables para las personas, sus familias y los países en su conjunto. Los costos asociados con el tratamiento médico, la pérdida de productividad y el tiempo invertido por los familiares en el cuidado de los lesionados representan una carga significativa. De hecho, las colisiones debidas al tránsito cuestan a la mayoría de los países alrededor del 3% de su Producto Interno Bruto (PIB). (Organización Mundial de la Salud, 2022).

En el contexto de Colombia, el número de muertes y lesionados por accidentes de tránsito ha experimentado un aumento significativo en los últimos años. El incremento en la adquisición de vehículos y motocicletas ha generado un aumento en la cantidad de vehículos en circulación, lo que ha impactado la movilidad en áreas congestionadas y ha ocasionado restricciones de tiempo y espacio en la movilidad urbana.

Barrancabermeja, al igual que muchas otras ciudades, ha enfrentado serios problemas relacionados con la seguridad vial. La alta tasa de accidentes de tránsito en esta zona ha ocasionado considerables daños materiales, así como un elevado número de personas heridas y fallecidas. De acuerdo con el plan local de seguridad vial, Barrancabermeja ha sido identificada como una de las ciudades con mayores índices de accidentes en el país. (ITTB, 2023) .

En este contexto, el presente documento tiene como objetivo analizar en profundidad los factores que contribuyen a la seguridad vial y proponer medidas y estrategias para mejorarla. Se busca emplear la metodología de IRAP como una herramienta para evaluar los riesgos presentes en las carreteras y proponer acciones concretas que ayuden a reducir la incidencia de accidentes y mejorar la seguridad vial en la intersección seleccionada en Barrancabermeja.

1. Planteamiento del Problema

Según la OMS cada año se pierden aproximadamente 1,3 millones de vidas a consecuencia de lesiones provocadas por el tránsito. Entre 20 y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, y muchos de ellos provocan una discapacidad (Organización Mundial de la Salud, 2022).

Las lesiones causadas por el tránsito ocasionan pérdidas económicas considerables para las personas, sus familias y los países en su conjunto. Esas pérdidas son consecuencia de los costos del tratamiento y de la pérdida de productividad de las personas que mueren o quedan discapacitadas por sus lesiones, y del tiempo de trabajo o estudio que los familiares de los lesionados deben distraer para atenderlos. Las colisiones debidas al tránsito cuestan a la mayoría de los países el 3% de su PIB. (Organización Mundial de la Salud, 2022)

En Colombia, el número de muertes y lesionados por accidentes de tráfico ha aumentado significativamente en los últimos años. Según cifras del año en curso, de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, con corte a septiembre del año 2023, las cuales se muestran en las siguientes figuras:

Figura 1

Víctimas (no fatales) en accidentes de tránsito en Colombia.

UsuarioVia	Año 2022	Año 2023	Variación 2023-2022	V%
Usuario de moto	12.062	12.706	644	5,34 %
Usuario de V.Individual	1.879	1.939	60	3,19 %
Usuario T.Pasajeros	1.104	1.151	47	4,26 %
Usuario T.Carga	103	145	42	40,78 %
Peatón	3.624	3.635	11	0,30 %
Sin Información	4	6	2	50,00 %
Usuario de otros	81	75	-6	-7,41 %
Usuario de bicicleta	1.583	1.464	-119	-7,52 %
Total	20.440	21.121	681	3,33 %

Nota. Diferencia absoluta y variación porcentual de víctimas no fatales entre el 2022 y el 2023. Tomada de (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2023)

Figura 2

Víctimas (fatales) en accidentes de tránsito en Colombia.

UsuarioVia	Año 2022	Año 2023	Variación 2023-2022	V%
Usuario de moto	3.533	3.821	288	8,15 %
Usuario de bicicleta	320	331	11	3,44 %
Usuario T.Pasajeros	79	84	5	6,33 %
Usuario de otros	43	38	-5	-11,63 %
Peatón	1.295	1.273	-22	-1,70 %
Usuario T.Carga	166	143	-23	-13,86 %
Sin Información	65	23	-42	-64,62 %
Usuario de V.Individual	487	438	-49	-10,06 %
Total	5.988	6.151	163	2,72 %

Nota. Diferencia absoluta y variación porcentual de víctimas fatales entre el 2022 y el 2023. Tomada de (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2023)

La movilidad a nivel nacional ha experimentado fluctuaciones en el aumento del volumen de tráfico en áreas congestionadas. El crecimiento en la adquisición de vehículos y

motocicletas ha llevado a un incremento en la cantidad de vehículos en circulación en las ciudades, lo que ha generado un impacto en el flujo del tráfico y ha ocasionado restricciones de tiempo y espacio en la movilidad urbana.

Barrancabermeja, al igual que muchas otras ciudades, ha enfrentado serios problemas relacionados con la seguridad vial. La alta tasa de accidentes de tránsito en esta zona ha ocasionado considerables daños materiales, así como un gran número de personas heridas y fallecidas. De acuerdo con el plan local de seguridad vial, Barrancabermeja ha sido identificada como una de las ciudades con mayores índices de accidentes en el país (ITTB, 2023). Esta investigación se centrará en analizar la situación actual de la seguridad vial en Barrancabermeja. Además, se discutirán posibles medidas y estrategias para mejorarla.

2. Antecedentes y situación actual

La seguridad vial es un tema de gran importancia en todo el mundo. Los accidentes de tráfico causan un gran número de muertes y lesiones cada año, y es fundamental tomar medidas para prevenirlos. En este contexto, el programa IRAP ha surgido como una iniciativa global para evaluar y mejorar la seguridad de las carreteras de alto riesgo en todo el mundo.

El programa IRAP se originó en 2006 y desde entonces se ha expandido a nivel mundial. Usa un enfoque sólido y basado en pruebas para prevenir muertes y sufrimientos innecesarios (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (IRAP), 2021). Además, IRAP trabaja en asociación con gobiernos, autoridades viales, clubes de movilidad, bancos de desarrollo, ONG y organizaciones de investigación para:

- Inspeccione carreteras de alto riesgo y desarrolle calificaciones por estrellas, mapas de riesgo y planes de inversión en carreteras más seguras.

- Brindar capacitación, tecnología y apoyo que desarrollarán y mantendrán la capacidad nacional, regional y local.
- Realice un seguimiento del desempeño de la seguridad vial para que las agencias de financiamiento puedan evaluar los beneficios de sus inversiones.

La actividad del Programa de Evaluación de Carreteras (RAP) se ha llevado a cabo en 128 países de Europa, Asia Pacífico, América del Norte, Central y del Sur y África. El programa es la organización que agrupa a:

Figura 3

Programas de evaluación de carreteras.



Nota. Programas de evaluación de carreteras. Tomada de (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (IRAP), 2021)

Un informe publicado por IRAP y redactado por Eric Howard y Rob McInerney (2010) reveló que la velocidad es un factor crítico en la seguridad vial a nivel mundial. Según el informe, incluso pequeños aumentos en la velocidad de viaje pueden tener un impacto significativo en los accidentes fatales y las lesiones. Por ejemplo, se demuestra que reducir la velocidad promedio en tan solo 2 km/h puede resultar en una reducción considerable en los accidentes fatales y de lesiones graves. Además, el informe menciona que IRAP utiliza diferentes métricas de velocidad, como la velocidad del percentil 85, para evaluar la seguridad de las carreteras. Esto demuestra y concluye que la velocidad del vehículo es un aspecto crítico en la gestión de un sistema vial seguro. Asimismo, influye en las

calificaciones de estrellas y en los planos de inversión en carreteras más seguras de IRAP (Howard & McInerney, 2010).

Es importante tener en cuenta estos hallazgos al diseño políticas y medidas de seguridad vial. Reducir la velocidad y promover un comportamiento responsable al volante son claves para garantizar la seguridad de todos los usuarios de las vías.

En un estudio realizado en Italia, se evaluó la seguridad vial en el país utilizando la metodología IRAP/EuroRAP. Los investigadores recopilaron datos de accidentes y características de la infraestructura vial en Italia. A través del análisis de estos datos, se evaluaron los niveles de riesgo en la red vial italiana y se identificaron las áreas prioritarias de mejora. Los resultados de la evaluación revelaron que la infraestructura vial en Italia presenta niveles relativamente altos de riesgo, especialmente para los motociclistas. Asimismo, se encontró que la gestión adecuada de la velocidad y la implementación de características de infraestructura de alto rendimiento son factores clave para mejorar la seguridad vial.

En conclusión, la metodología IRAP/EuroRAP proporciona una evaluación objetiva y efectiva de la seguridad vial en Italia. Estas conclusiones son de suma importancia para la toma de decisiones en materia de seguridad vial y pueden utilizarse para desarrollar estrategias de mejora de la infraestructura vial en el país (Daidone et al., 2023).

La tercera investigación, realizada en Colombia, demuestra que IRAP ha tenido un impacto significativo en la seguridad vial del país a través de su colaboración con GRSF y otros socios. En Bogotá, se han llevado a cabo evaluaciones IRAP en aproximadamente 200 km de carreteras con el apoyo de GRSF y el programa BIGRS. Estas evaluaciones han identificado riesgos para la seguridad vial y han proporcionado recomendaciones para

mejoras. Como resultado, la ciudad ha reducido gradualmente los límites de velocidad en 10 vías principales y ha implementado medidas de cumplimiento tanto manuales como automatizadas. Estas acciones han llevado a una disminución del 22 % en las muertes por accidentes de tránsito en esas vías (Raffo et al., 2020).

Otras investigaciones se han centrado en diferentes análisis, como el uso del SR4S, donde se logró identificar y evaluar de manera objetiva los puntos críticos de peligro en las rutas escolares, como cruces de peatones peligrosos o zonas de alta densidad de tráfico. Esto permitió implementar contramedidas adecuadas para reducir el riesgo y mejorar la seguridad de los niños en su camino hacia la escuela. Además, el autor descubrió que el enfoque de participación comunitaria promovido por el SR4S era fundamental para el éxito de las intervenciones. En conclusión, la implementación del programa SR4S de IRAP en Colombia ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la seguridad vial alrededor de las escuelas. (IRAP, 2018).

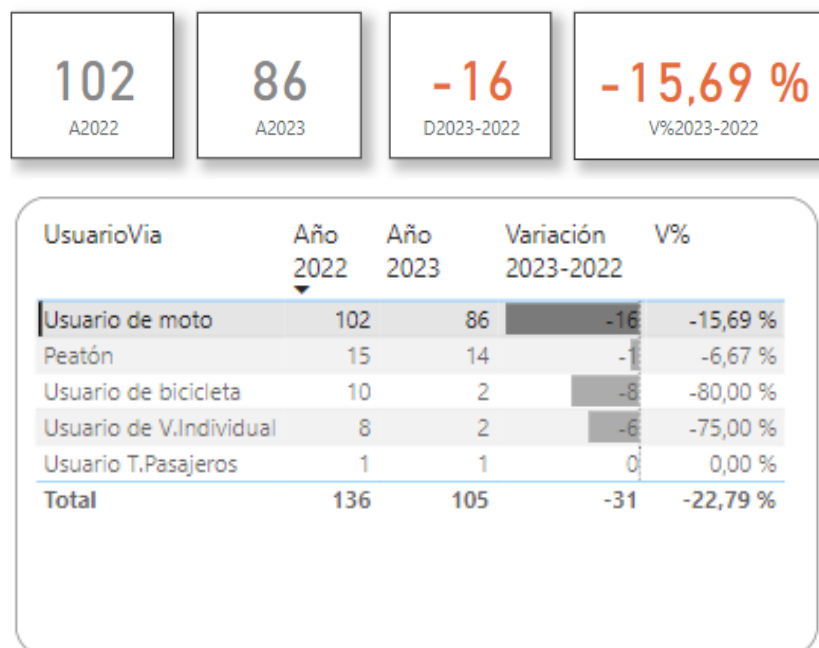
2.1. Estado actual de la investigación de accidentes en Barrancabermeja.

En Barrancabermeja se han registrado un total de 47 muertes relacionadas con el tráfico, lo que representa una reducción del -4,08% con respecto al año anterior. Aunque hay una disminución, estos datos revelan una preocupante cifra de la mortalidad en el tráfico, especialmente entre los motorizados, que representan el 76.5% de todas las muertes relacionadas con el mismo, siendo estos los más afectados, seguidos por los peatones y los ciclistas, especialmente aquellos que cruzan la carretera en lugares sin señalización (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2023).

las cifras de víctimas (fatales y no fatales) en accidentes de tránsito de la presente vigencia frente a la vigencia inmediatamente anterior a se muestran a continuación:

Figura 4

Víctimas (no fatales) en accidentes de tránsito en Barrancabermeja.



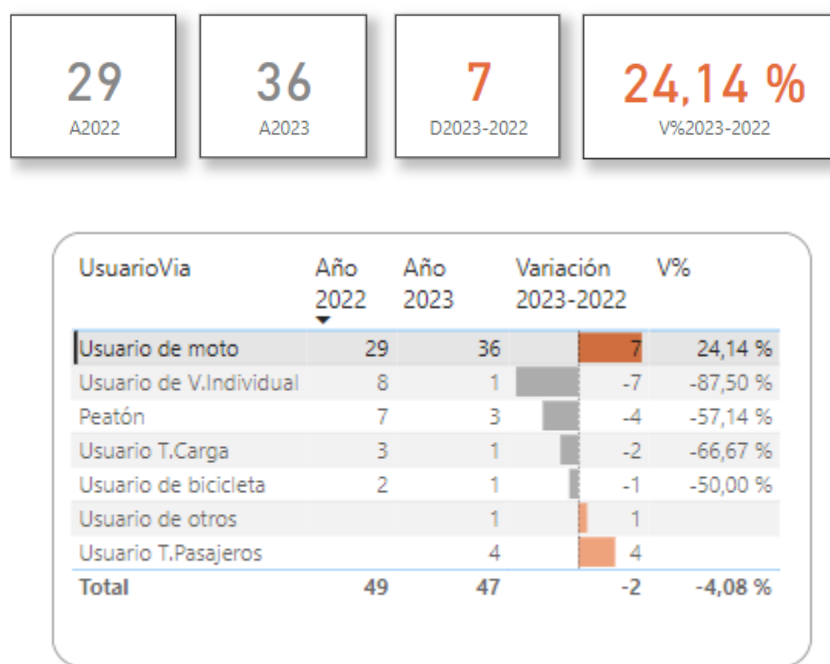
Nota.

Diferencia absoluta y variación porcentual de víctimas no fatales entre el 2022 y el 2023.

Tomada de (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2023)

Figura 5

Víctimas (fatales) en accidentes de tránsito en Barrancabermeja.

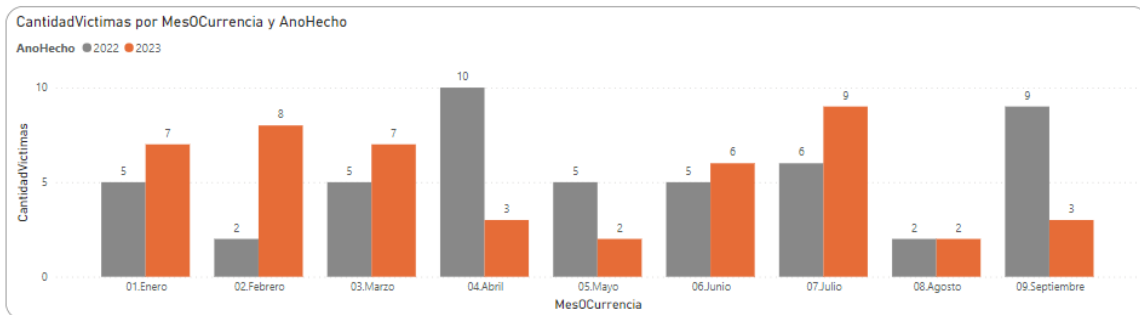


Nota. Diferencia absoluta y variación porcentual de víctimas fatales entre el 2022 y el 2023. Tomada de (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2023)

Del mes de enero al mes de septiembre de 2022, hubo 49 muertos por accidentes de tráfico, en comparación con el mismo período de tiempo en 2023, donde hubo 47 muertos, lo que representa una disminución de 2 muertes en el análisis, con una reducción del 4.08%. Durante el año 2022, se registró un aumento significativo en la cantidad de accidentes de tráfico. Sin embargo, se espera que en 2023 esta tendencia disminuya, debido a las estrategias de control y concienciación implementadas por la ITTB en colaboración con la Agencia Nacional de Seguridad Vial. Los motociclistas siguen siendo los que sufren más fatalidades en las carreteras del Distrito de Barrancabermeja, y la población de entre 50 y 55 años es la más afectada por los accidentes de tráfico.

Figura 6

Cantidad de víctimas fatales por mes y año.



Nota. Tomada de (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2023)

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

- ❖ Identificar y proponer alternativas de mitigación a la accidentalidad de un punto crítico del municipio de Barrancabermeja, empleando la metodología de IRAP.

3.2. Objetivos específicos

- ❖ Revisión bibliográfica nacional e internacional sobre los principales factores que influyen en la seguridad vial utilizando la metodología IRAP.
- ❖ Identificar y caracterizar una intersección del municipio de Barrancabermeja donde se puedan aplicar los conceptos de los factores de seguridad empleados en la metodología de IRAP.
- ❖ Proponer medidas y estrategias para mejorar la seguridad vial la intersección seleccionada a partir de la metodología de IRAP y de la revisión bibliográfica.

4. Metodología

Para la ejecución de la investigación, se han delineado tres fases distintas, las cuales se describen a continuación de manera detallada:

4.1. Revisión bibliográfica nacional e internacional sobre los principales factores que influyen en la seguridad vial utilizando la metodología IRAP.

En la primera fase de este proyecto, se llevó a cabo una revisión bibliográfica a nivel nacional e internacional completa para recopilar información sobre los principales factores que influyen en la seguridad vial utilizando la metodología IRAP. La revisión bibliográfica permitió establecer una base sólida de conocimientos sobre la importancia de la seguridad vial y su impacto en la sociedad junto con las distintas estrategias para la mejora de esta. Durante esta fase, se consultaron diversas fuentes tanto nacionales como internacionales utilizando la base de datos que nos ofrece la biblioteca de la Universidad industrial de Santander (UIS) como ASCE library, ScienceDirect, entre otras. Estas fuentes proveen información científica y artículos de revistas con información revisada que cubre áreas del conocimiento en seguridad vial y carreteras. Además, se analizaron las hojas informativas, datos de investigación, informes y estadísticas relevantes disponibles en la página web de IRAP, con el objetivo de comprender en detalle el modelo IRAP y las variables y factores que intervienen en este procedimiento.

4.2. Identificar y caracterizar una intersección del municipio de Barrancabermeja

donde se puedan aplicar los conceptos de los factores de seguridad empleados en la metodología de IRAP.

Para la identificación y caracterización de la intersección, se recopiló información y datos sobre los accidentes de tránsito, las víctimas (fatales y no fatales) en el municipio de Barrancabermeja. Estos datos fueron suministrados por la Inspección de Tránsito y Transporte de Barrancabermeja, por la Agencia Nacional de Seguridad Vial, entre otros.

4.2.1. Identificar una intersección específica en el municipio de Barrancabermeja

donde se puedan aplicar los conceptos de los factores de seguridad de IRAP.

Durante el periodo comprendido entre enero y septiembre de 2023, se recopiló información relevante sobre la seguridad vial en el municipio de Barrancabermeja. Esta información fue proporcionada por la inspección de tránsito y transporte de Barrancabermeja. En dicho periodo, se registraron un total de 120 accidentes de tránsito en el municipio. Utilizando estos datos, se identificó una intersección crítica que presentaba un alto índice de accidentalidad vehicular.

Tabla 1

Relación de accidentes de 2023.

INSPECCION DE TRANSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA					
CUERPO MOTORIZADO					
RELACION DE ACCIDENTES DE 2023					
AÑO	MES	TOT AL DE ACCIDENTE S	CLASE DE ACCIDENTE		
			ACCIDENT ES CON OCCISO	ACCIDENT ES CON LESIONADO S	ACCIDENT ES SOLO DAÑOS
20 23	Enero	11	2	8	1
	Febrero	12	3	8	1
	Marzo	14	4	10	0
	Abril	9	0	9	0
	Mayo	16	0	16	0
	Junio	13	1	12	0
	Julio	16	1	14	0
	Agosto	19	1	18	1
	Septiem bre	10	1	9	0
	TOTAL	120	13	104	3

Nota: Tomada de (Inspección de tránsito y transporte Barrancabermeja, 2023)

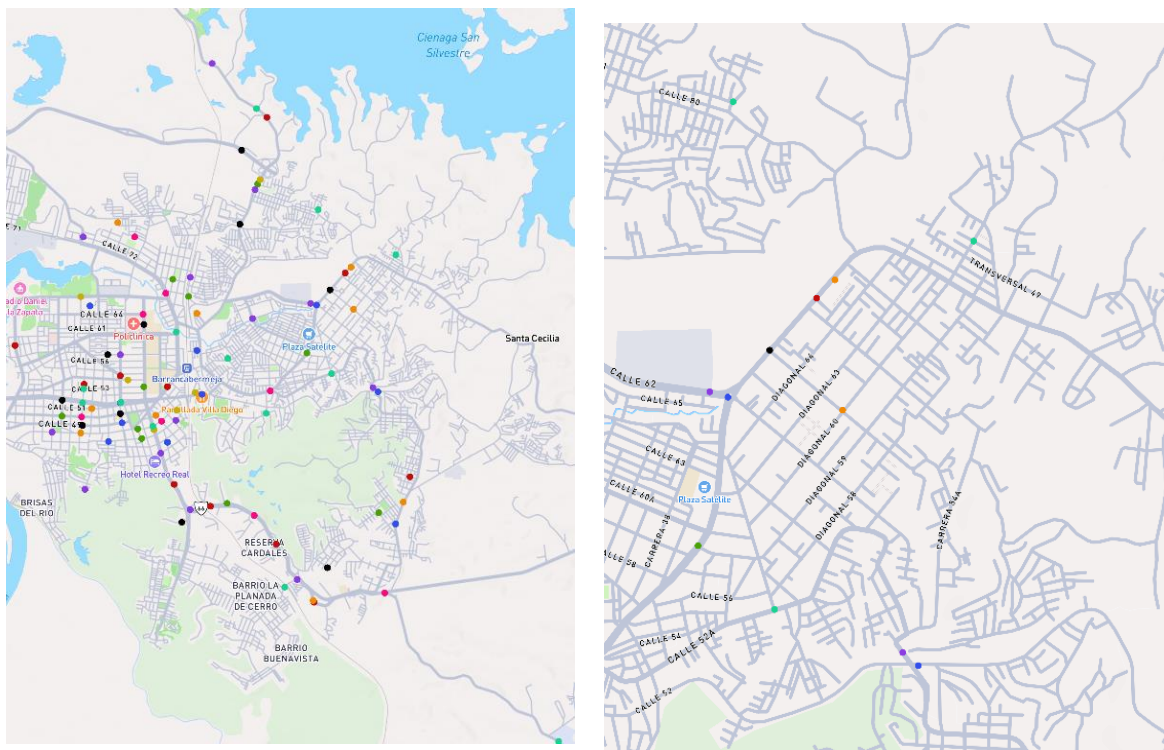
Este enfoque de análisis basado en la recopilación de información de accidentes de tránsito permite identificar las intersecciones más problemáticas en

términos de seguridad vial. Al seleccionar una intersección crítica, se busca comprender a fondo los factores que contribuyen a los accidentes y, así, proponer medidas de mejora para reducir los riesgos asociados.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis geográfico de todos los accidentes registrados por la Dirección Nacional de Tránsito y Transporte. El objetivo fue determinar la intersección con el mayor índice de accidentalidad en el municipio de Barrancabermeja.

Figura 7

Posicionamiento geográfico de los accidentes.



Nota: Posicionamiento geográfico de los accidentes de tránsito del 2023. Elaboración propia.

Figura 8

Localización geográfica de la intersección.



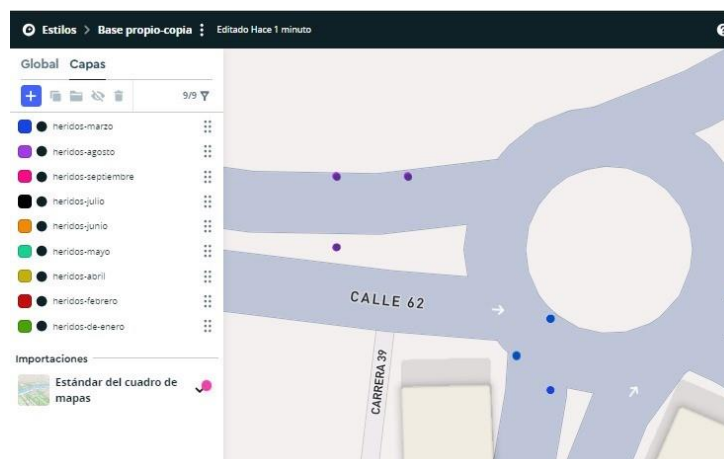
Nota: Localización geográfica de la intersección con mayores accidentes de tránsito en Barrancabermeja en 2023. Tomada de (Google maps, 2024)

Las figuras proporcionan una representación visual de la ubicación de los accidentes en el municipio, permitiendo identificar claramente la intersección con el mayor número de incidentes.

Cabe resaltar que cada punto de color representa el mes en el que ocurrieron los accidentes en cada sector.

Figura 9

Acercamiento geográfico de la intersección.



Nota: Acercamiento geográfico de la intersección con mayores accidentes de tránsito en Barrancabermeja en 2023. Elaboración propia.

En la intersección mencionada, se registraron un total de 6 accidentes vehiculares durante el periodo de enero a septiembre de 2023. Estos accidentes se desglosan de la siguiente manera:

Figura 10

Accidentes vehiculares.



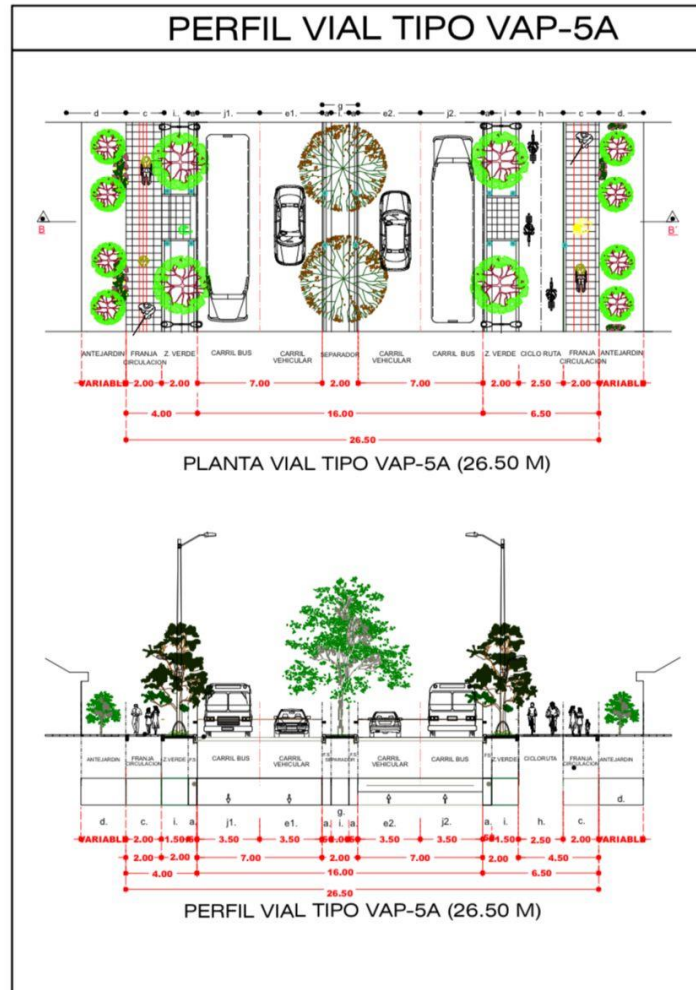
Nota: Elaboración propia.

4.2.2. Realizar una caracterización de la intersección seleccionada.

Una vez establecida la intersección, se llevó a cabo la visita de campo, donde se hizo una exhaustiva inspección visual y fotográfica del estado de las vías. Además, se realizaron mediciones en el terreno con el objetivo de diagnosticar los factores y las fallas que podrían tener influencia en la ocurrencia de accidentes vehiculares

Figura 11

Perfil vial

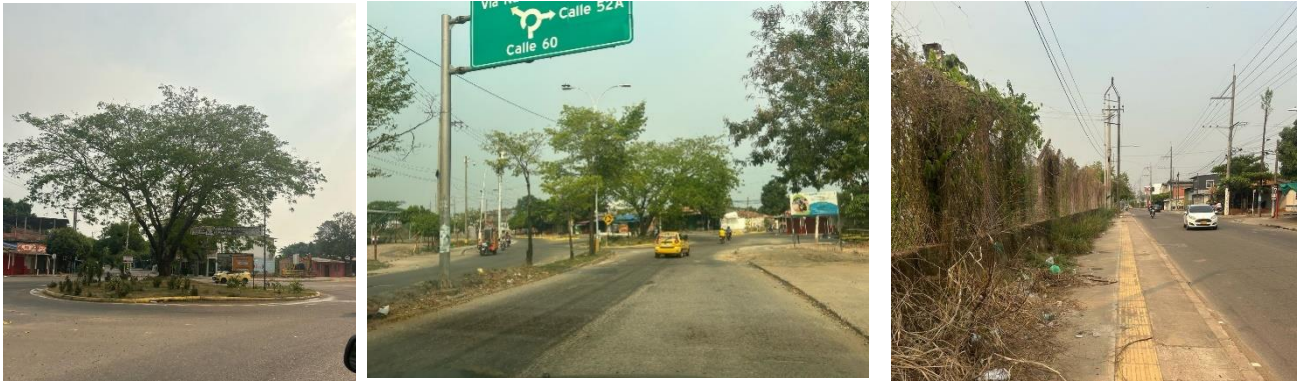


Nota: Mapa sistema vial - Perfiles viales. Tomada de (Alcaldía Distrital de Barrancabermeja, 2023).

Las vías cumplen con las especificaciones del perfil vial tipo VAP-5A, establecido por la alcaldía de Barrancabermeja. Sin embargo, es importante destacar que en el perfil vial real no se encuentran presente la zona verde ni la ciclo ruta, a diferencia de lo mostrado anteriormente.

Figura 12

Evidencia fotográfica de la intersección.

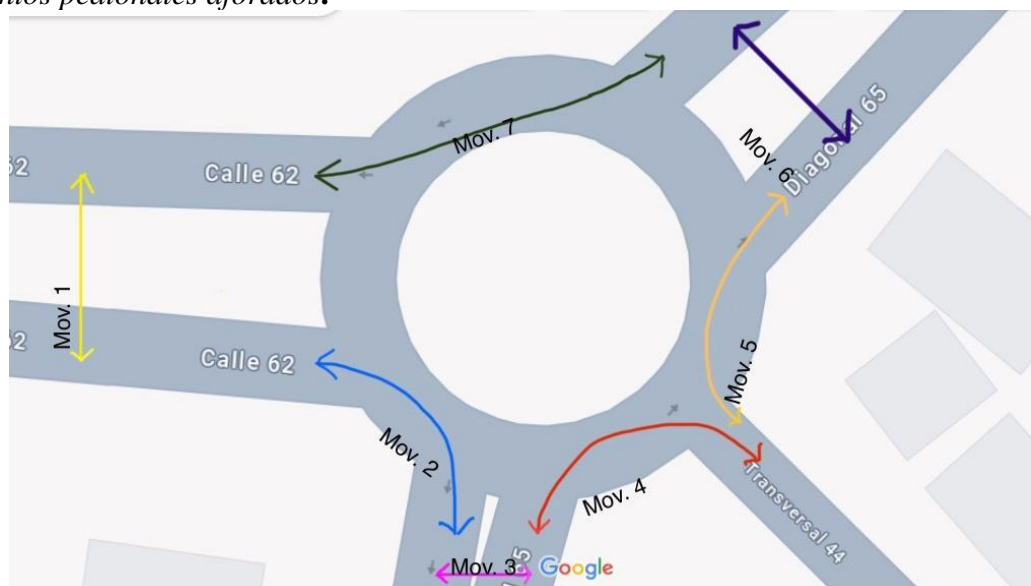


Nota: Entrada a la rotonda. Elaboración propia.

También se tuvieron en cuenta los siguientes movimientos tanto vehiculares como peatonales que se pueden medir en esta intersección. Se realizaron mediciones de los movimientos peatonales en las aceras existentes, así como en los tres cruces identificados como de alto riesgo para los usuarios. Estas mediciones permitieron obtener datos precisos sobre la frecuencia y el flujo de peatones en estas áreas críticas.

Figura 13

Movimientos peatonales aforados.



Nota: Elaboración propia.

Figura 14

Movimientos vehiculares tramo 1.



Nota: Movimientos vehiculares aforados tramo 1 desde la calle 62. Elaboración propia.

Figura 15

Movimientos vehiculares tramo 2



Nota: Movimientos vehiculares aforados tramo 2 desde la transversal 44. Elaboración propia.

Figura 16

Movimientos vehiculares tramo 3.

Nota: Movimientos vehiculares aforados tramo 3 desde la diagonal 65. Elaboración propia.

Figura 17*Movimientos vehiculares tramo 4.*

Nota: Movimientos vehiculares aforados tramo 4. Elaboración propia

4.2.3. Aforos vehiculares y peatonales.

Para determinar el flujo vehicular y peatonal dentro de la intersección se realizaron aforos manuales en los cuatro tramos de ingreso/salida de la intersección el

jueves 29 de febrero. Fueron necesarios 16 aforadores durante todo el proceso de investigación, que se distribuyeron adecuadamente en sitios estratégicos de acuerdo con las direcciones de flujo identificadas en cada tramo de estudio. La metodología del aforo manual consistió en distribuir grupos de cuatro personas en cada uno de los tramos, contando el número de vehículos y peatones que circulan en intervalos de 15 minutos. Como principal recurso se utilizó una plantilla que permitió recolectar los datos del aforo vehicular y peatonal de los usuarios en entradas y salidas de la intersección.

Figura 18

Formato de aforo vehicular hora no pico.

Nota: Elaboración propia.

Figura 19

Nota: Elaboración propia.

Figura 21

Formato de aforo peatonal hora no pico.

FECHA:		Jueves, 29 de Febrero de 2024			CIUDAD:		Barrancabermeja		
HORA	PERIODO	AFORO PEATONAL (HORA NO PICO)							
HORA	PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	
8:00 A 9:00 am	00 a 15	0	1	0	0	0	0	0	
	15 a 30	1	1	0	0	2	0	0	
	30 a 45	0	1	1	0	1	0	0	
	45 a 00	0	0	1	1	2	0	0	
9:00 A 10:00 am	00 a 15	0	0	0	0	1	0	0	
	15 a 30	0	1	0	1	1	1	0	
	30 a 45	0	2	1	0	1	0	0	
	45 a 00	0	1	0	1	1	0	0	
10:00 A 11:00 am	00 a 15	1	1	1	1	0	0	1	
	15 a 30	0	2	1	0	0	1	0	
	30 a 45	0	2	2	0	0	0	0	
	45 a 00	0	3	1	0	1	0	0	
3:00 A 4:00 pm	00 a 15	1	2	0	0	1	0	0	
	15 a 30	1	1	0	1	1	0	0	
	30 a 45	0	0	0	0	2	0	0	
	45 a 00	0	0	0	0	1	1	0	
4:00 A 5:00 pm	00 a 15	0	0	1	0	1	0	0	
	15 a 30	0	1	1	0	0	1	1	
	30 a 45	1	3	1	1	0	0	0	
	45 a 00	1	2	1	0	1	0	0	
TOTAL		6	24	12	6	17	4	2	

71

Nota: Elaboración propia.

Se observó la magnitud de vehículos que transcurren en este sector comercial y la gran importancia de su estudio sin dejar atrás que al ser glorieta o ‘intersección’ comunica a barrios cercanos y los transportes de servicio público sus rutas solo conducen por la vía principal. El municipio de Barrancabermeja presenta problemas de movilidad para el desplazamiento vehicular no solo en esta zona sino en diferentes sectores debido a que no cuenta con vías en buen estado o algunas de ellas ya han cumplido su ciclo de utilidad y se

no han realizado mantenimiento preventivo para que estos equipos sigan con su labor de recuperación de las vías municipales.

4.2.4. Resultados aforos vehiculares y peatonales.

A partir de los datos recolectados en los aforos vehiculares y peatonales realizados, se han obtenido resultados relevantes acerca de la composición vehicular, las horas pico y no pico tanto para peatones como para vehículos, así como el volumen vehicular correspondiente a cada una de estas situaciones. Con relación a la composición vehicular, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de la distribución de los diferentes tipos de vehículos que transitan por la intersección, tales como automóviles, motocicletas, camiones, entre otros. Esto brinda una comprensión más profunda sobre la estructura del tráfico y su impacto en la movilidad de la zona.

Del total de los 29.724 vehículos aforados el jueves 29 de febrero de 2024 en la intersección, se ha determinado que el 56,45% corresponde a motociclistas, el 28,80% corresponde a automóviles, el 3,88% a taxis, el 2,60% a C2, el 2,02% a autobuses, el 1,70% a bicicletas, el 1,91% a C3S3, el 1,60% a C3 y finalmente el 1,05% a C2S2. Estos datos proporcionan una visión clara de la distribución de los diferentes tipos de vehículos que transitan por la intersección.

Tabla 2

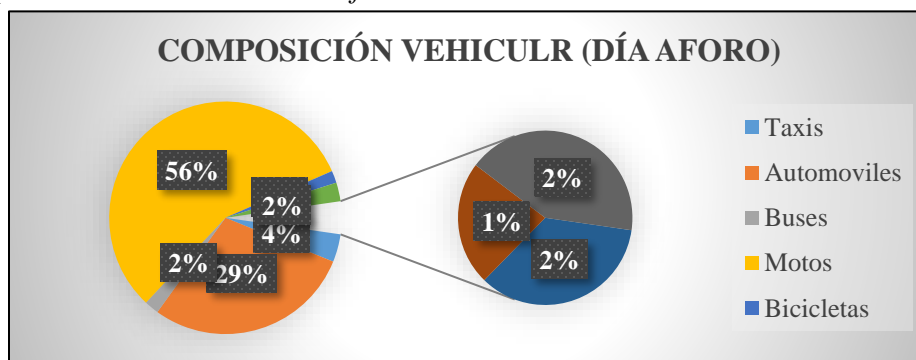
Datos de composición vehicular día aforo.

	Día aforo	%
Taxis	1153	3.88
Automóviles	8560	28.80
Buses	601	2.02
Motos	16778	56.45
Bicicletas	504	1.70
C2	772	2.60
C3	475	1.60
C2S2	312	1.05
C3S3	569	1.91
TOTAL	29724	100

Nota: Elaboración propia.

Figura 22

Composición vehicular día del aforo.



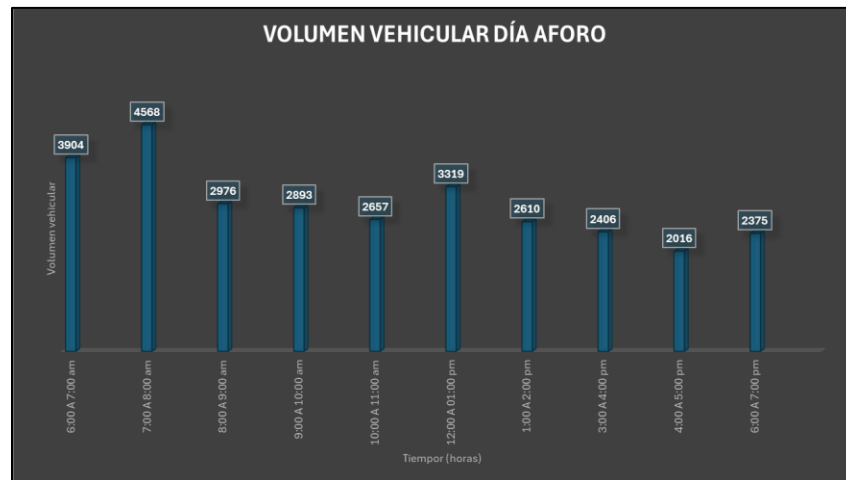
Nota: Elaboración propia.

En cuanto al movimiento vehicular en día de aforo, se llevó de un total de 29.724 personas. Durante el análisis de los datos, se identificó una hora pico de alta afluencia de

peatones, específicamente de 7:00 am a 8:00 am, en la cual se registró un volumen vehicular de 4.568 por hora.

Figura 23

Volumen vehicular día del aforo.



Nota: Elaboración propia.

- **Hora pico**

En estas horas el total de los vehículos aforados fue de 16.776, donde el 55,42% corresponde a los motociclistas, el 30,11% corresponde a los automóviles, El 3,76% a los taxis, el 2,45% a C2, el 1,97% abuses el 1,68% a bicicletas, el 1,81% a C3S3, el 1,57% a C3 y por último el 1,23% a C2S2.

Tabla 3

Datos de composición vehicular hora pico.

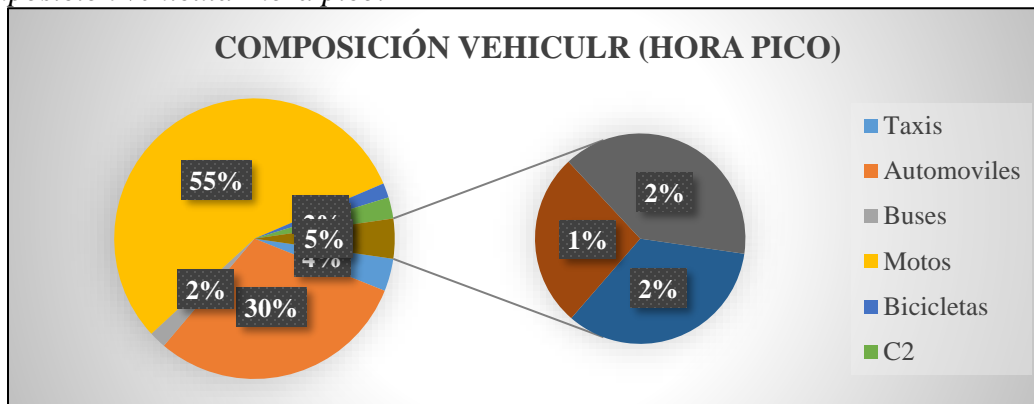
Hora pico	%
-----------	---

Taxis	631	3.76
Automóviles	5052	30.11
Buses	330	1.97
Motos	9298	55.42
Bicicletas	282	1.68
C2	411	2.45
C3	263	1.57
C2S2	206	1.23
C3S3	303	1.81
TOTAL	16776	100

Nota: Elaboración propia.

Figura 24

Composición vehicular hora pico.



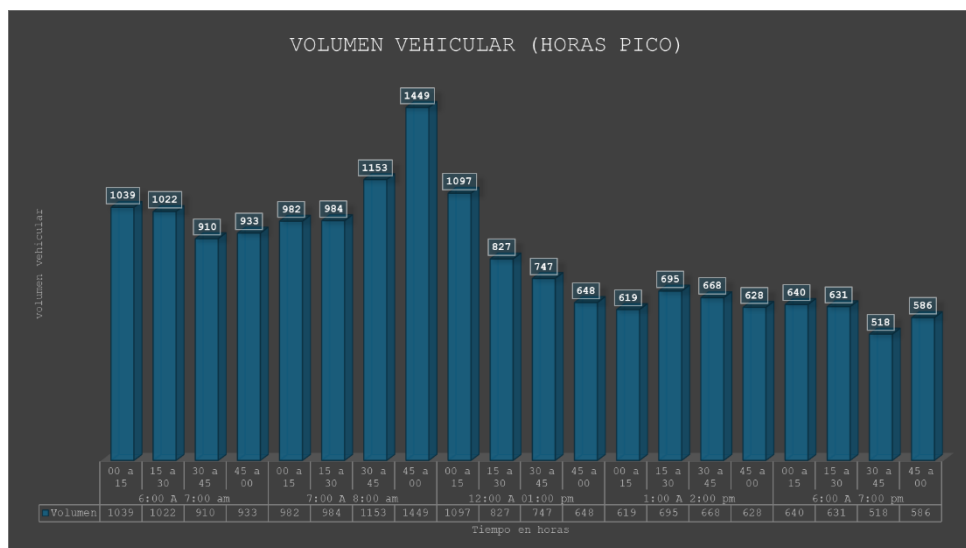
Nota: Elaboración propia.

En cuanto el volumen vehicular, se llevó a cabo el aforo de un total en horas pico de 16.776 vehículos. Durante el análisis de los datos, se identificó una hora pico de alta afluencia

de peatones, específicamente de 7:00 am a 8:00 am, en la cual se registró un volumen de 4.568 por hora.

Figura 25

Volumen vehicular hora pico.

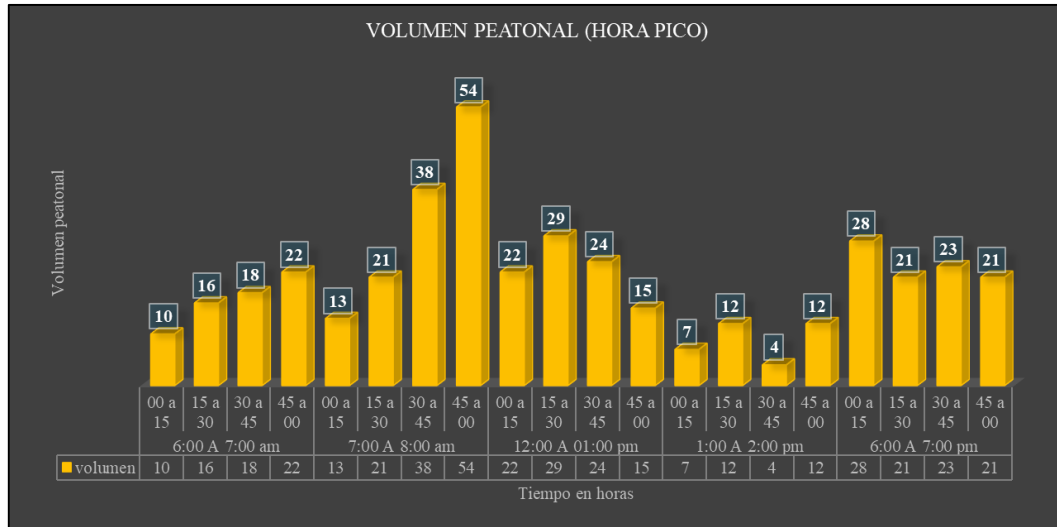


Nota: Elaboración propia.

En cuanto al movimiento peatonal, se llevó a cabo el aforo de un total en horas pico de 410 personas. Durante el análisis de los datos, se identificó una hora pico de alta afluencia de peatones, específicamente de 7:00 am a 8:00 am, en la cual se registró un volumen peatonal de 126 peatones por hora.

Figura 26

Volumen peatonal hora pico.



Nota: Elaboración propia.

- **Hora no pico.**

En estas horas el total de los vehículos aforados fue de 12.948, donde el 57,77% corresponde a los motociclistas, el 29,09% corresponde a los automóviles, El 4.03% a los taxis, el 2.79% a C2, el 1.97% a buses el 2.09% a bicicletas, el 1.71% a C3S3, el 2.05% a C3 y por último el 0.82% a C2S2.

Tabla 4

Datos de composición vehicular hora no pico.

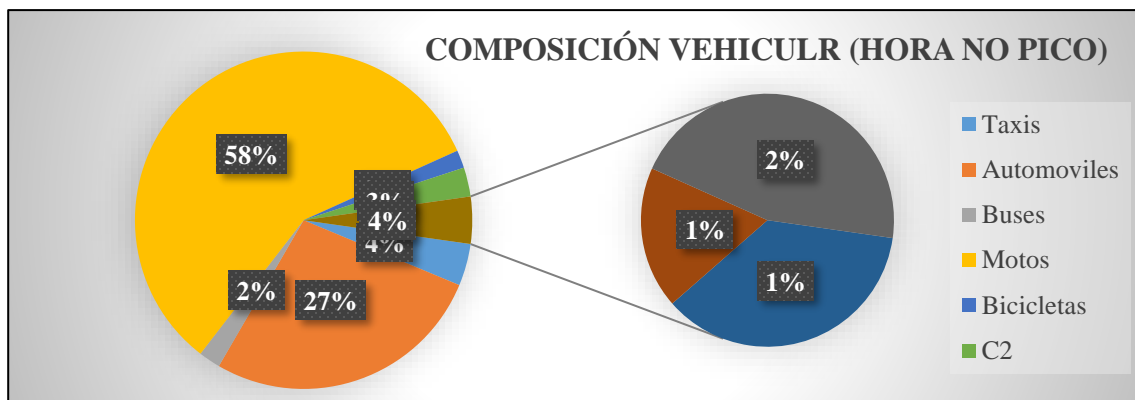
	Hora no pico	%
Taxis	522	4.03
Automóviles	3508	27.09
Buses	271	2.09
Motos	7480	57.77
Bicicletas	222	1.71
C2	361	2.79
C3	212	1.64

C2S2	106	0.82
C3S3	266	2.05
TOTAL	12948	100

Nota: Elaboración propia.

Figura 27

Composición vehicular hora no pico.

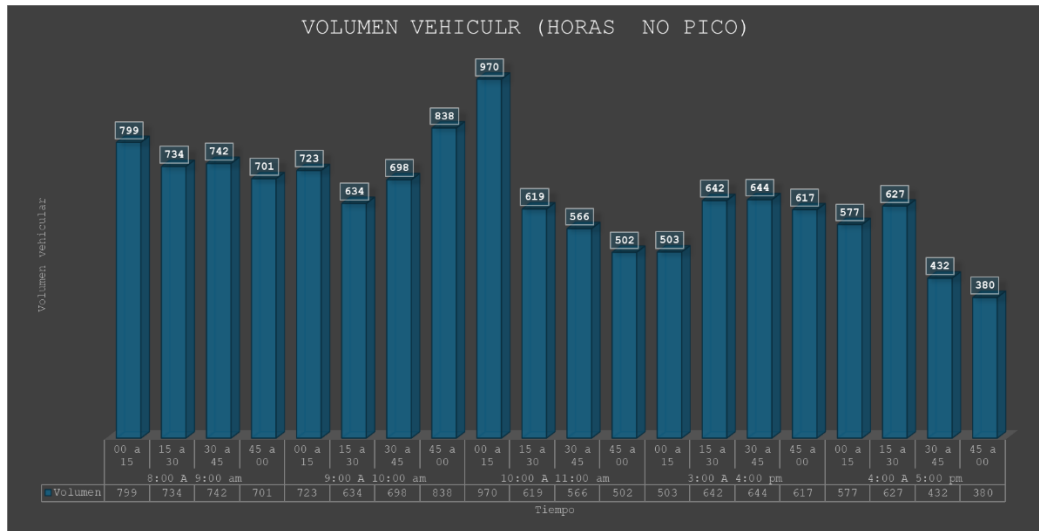


Nota: Elaboración propia.

Para el movimiento vehicular del aforo de horas no pico se obtuvo un total de 12.948. Durante el análisis de los datos, se identificó una hora no pico de alta afluencia de vehicular, específicamente de 08:00 am a 09:00 am, en la cual se registró un volumen de 2.976 por hora.

Figura 28

Volumen vehicular hora no pico.

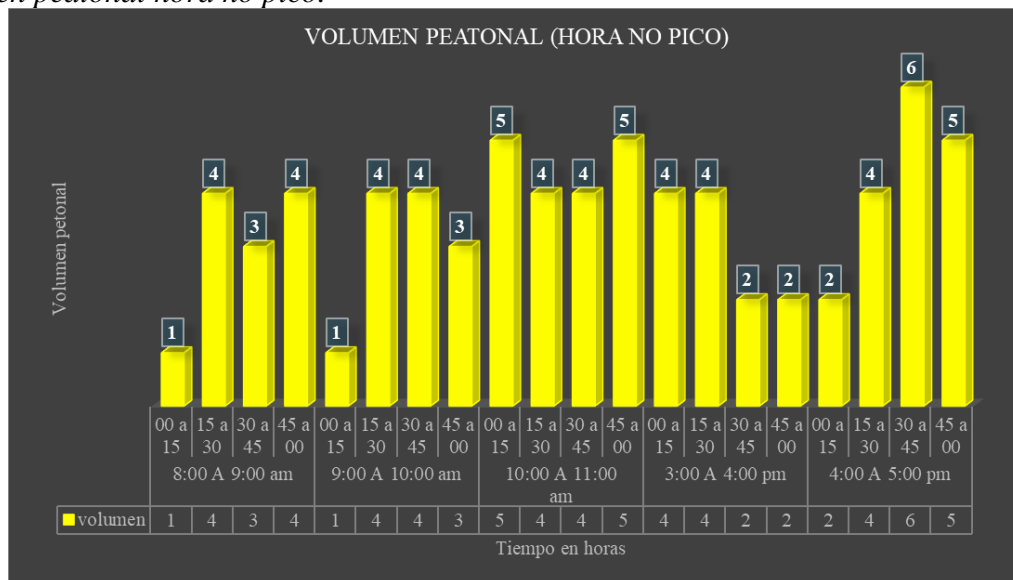


Nota: Elaboración propia.

Para el movimiento peatonal del aforo de horas no pico se obtuvo un total de 71 personas. Durante el análisis de los datos, se identificó una hora no pico de alta afluencia de peatones, específicamente de 10:00 am a 11:00 am, en la cual se registró un volumen peatonal de 18 peatones por hora.

Figura 29

Volumen peatonal hora no pico.



Nota: Elaboración propia.

4.2.5. *Características físicas y geométricas de los puntos críticos la intersección.*

En el desarrollo de la investigación, se realizó una visita de campo con el objetivo de realizar una inspección visual detallada del estado del pavimento en los puntos de estudio. Esta inspección permitió diagnosticar los factores y fallas que podrían influir en la ocurrencia de accidentes vehiculares en la zona. Para la toma de datos, se usó el Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles proporcionado por INVIAS. Estos criterios brindaron un marco de referencia completo y confiable para evaluar el estado del pavimento en cada punto crítico.

Tabla 5

Inventario tipo de daño pavimento.

ITEMS	TIPO DE DAÑO	DIRECCIONES – TRAMO DE VIA
1	Fisura longitudinal	Vía fertilizante
2	Piel de cocodrilo	Vía fertilizante
3	Bache o Hueco	Vía fertilizante

Nota: Elaboración propia

La red vial urbana está conformada por la red de vías que atraviesan la ciudad de Oriente a Occidente y de Norte a Sur, facilitando el transporte y las actividades laborales,

económicas y recreativas. Actualmente en muchos sectores tanto urbanos como rurales en Barrancabermeja presentan deficiencias en la estructura y en la capa de rodadura del pavimento lo cual influye negativamente en la movilidad vehicular de dichos sectores.

Figura 30

Fisura / pie de cocodrilo



Nota: Elaboración propia.

Figura 31

Bache o Hueco.



Nota: Elaboración propia.

Se muestra en la vía baches o huecos y mínimas fisuras posiblemente por fatiga, ya que en esta vía es impactante el flujo de vehicular de vehículos pesados dado que comunica a vía principales nacionales.

4.2.6. Señalización actual de los puntos críticos de la intersección

Además de la inspección visual del estado del pavimento, también se realizó un reconocimiento visual de la señalización vertical y horizontal en los puntos de estudio. Esta evaluación permitió analizar la efectividad y el cumplimiento de las normas de señalización vial en la zona de estudio.

Tabla 6

Inventario señalización en la intersección.

ITEM	CÓDIGO	DIRECCIONES- TRAMO DE VIA
1	SP-20	Entrada a la glorieta, Calle 62
2	SI-05B	Salida de la glorieta, Diagonal 65
3	SR-18	Salida de la glorieta, Diagonal 65

Nota: Elaboración propia.

En las siguientes ilustraciones se evidencia el inventario de señalización que hay en la zona de estudio. Es así importante sintetizar al conductor lo significativo que es la señalización vial, teniendo que son señales para un transitar seguro por las vías de un lugar a otro y que su mal estado o inexistencia pueden ocasionar siniestros viales o accidentes.

Figura 32

Señalización preventiva



Nota: Señalización vertical preventiva, se observa el deterioro del material tipo corrosivo (SP-20). Elaboración propia.

Figura 33

Señalización información de destino



Nota: Señalización vertical información del destino (SI-05B). Elaboración propia.

Figura 33

Señalización de restricción de vehículos pesados.



Nota: Señalización vertical reglamentaria, la restricción de vehículos pesados (SR-18). Elaboración propia.

4.2.7. Aplicar los conceptos de los factores de seguridad de IRAP a la intercepción seleccionada.

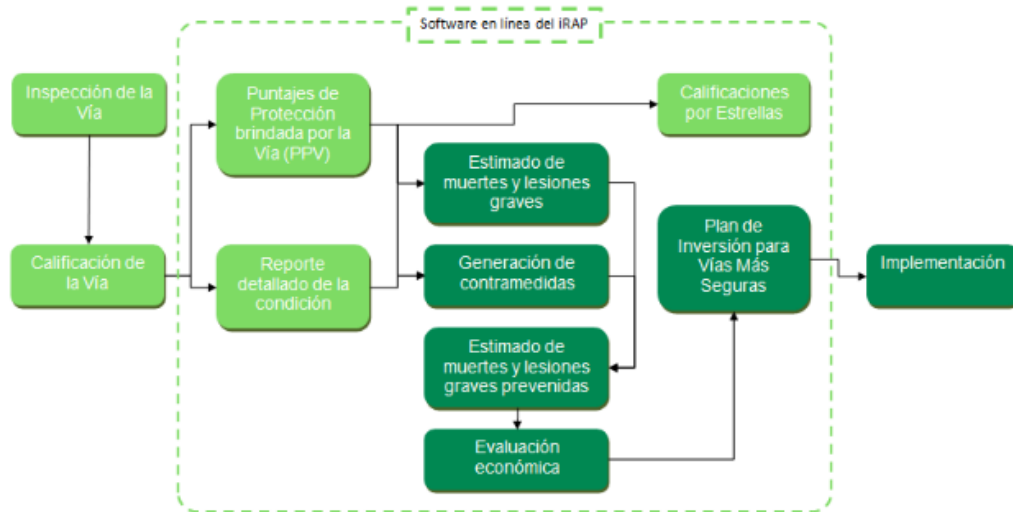
Según investigaciones realizadas por IRAP los atributos, identifican factores determinantes en el momento que se clasifican por estrellas las vías y obtener la información necesaria para concluir que probabilidad tiene una vía de que ocurran accidentes. Los estudios realizados en este documento ayudan a la identificación y registro de atributos, más comunes y graves que pueden llegar a suceder en esta ruta (vía), sin llegar a tener en cuenta los registros de accidentes de tránsito, los cuales con frecuencia pueden llegar a ser deficientes en tomar decisión al tipo de desarrollo económico de cada país. Por tal motivo la investigación muestra que el riesgo de muerte y lesión grave para una persona es más alto en

caminos clasificados con una estrella y es más bajo en donde se obtiene una clasificación de cinco estrellas, para IRAP hay 5 factores de seguridad importante:

- 4.3. **Los Mapas de Riesgo** utilizan datos detallados de colisiones para ilustrar la distribución de muertos y lesionados graves registrados en una red vial.
- 4.4. **La Clasificación por Estrellas** proporciona una medida simple y objetiva del nivel de seguridad que proporciona el diseño de una vía.
- 4.5. **Mapas de estimación de fatalidades y heridos graves** ilustran la distribución del número esperado de muertes y lesiones graves en una red vial.
- 4.6. **Los Planes de Inversión para Vías Más Seguras (SRIP, por su sigla en inglés)** se basan en aproximadamente 90 opciones probadas de mejoramiento de vías para generar opciones de infraestructura asequibles y económicamente viables para salvar vidas.
- 4.7. **El Monitoreo del Desempeño permite el uso de la Clasificación por Estrellas y Mapas de Riesgo** para monitorear el desempeño de la seguridad vial y establecer posturas políticas

Figura 34

Proceso del Plan de inversión en carreteras más seguras y calificación de estrellas IRAP.



Nota: Planes de inversión para vías más seguras. Tomada de (The IRAP Methodology, 2009)

Para la realización del proyecto, se utilizó la metodología clasificación por estrellas por medio de la página IRAP que cuenta con un demostrador en la cual se analizó los atributos de codificación para luego anexar valores correspondientes al diseño de vía existente.

Figura 35

Colores de las bandas de clasificación por estrellas IRAP.

	1 estrella
	2 estrellas
	3 estrellas
	4 estrellas
	5 estrellas

Nota: Clasificación por estrellas suavizada. Tomada de Tomado de (IRAP, 2023)

El puntaje de Clasificación por Estrellas son una medida objetiva del nivel de seguridad que está integrado en la carretera a través de más de 50 atributos, se calcula por cada segmento de 100 metros de la vía para vehículos, motocicletas, peatones y ciclistas. Estos puntajes se asignan a las bandas de Clasificación por Estrellas para determinar su correspondiente puntaje donde refleja el riesgo en lo que respecta 1 estrella que tiene el riesgo más alto y 5 estrellas el riesgo más bajo.

Los atributos de la intersección escogida se registraron utilizando datos de mediciones, fotos y videos recogidos en campo y codificados de acuerdo con el Manual de Codificación para la Clasificación por Estrellas de IRAP. En las siguientes ilustraciones se identifica los datos tomados en campo y en el análisis que hace IRAP por medio del demostrador de cómo se evidencia en la vía actualmente.

En esta primera sección, se realizó inspección de la distancia y objeto en la que se enfrenta en conductor y el pasajero cuando el vehículo se encuentra en marcha.

Figura 36

Primera parte del demostrador “Roadside”



The image shows a software interface for the 'Roadside' demonstrator. At the top, there are several tabs: 'Borde del camino' (selected), 'A mitad de cuadra', 'Intersecciones', 'Fluir', 'Instalaciones VRU y uso del suelo', and 'Velocidades'. Below the tabs, there are seven rows of attributes, each with a label and a dropdown menu. The attributes and their values are:

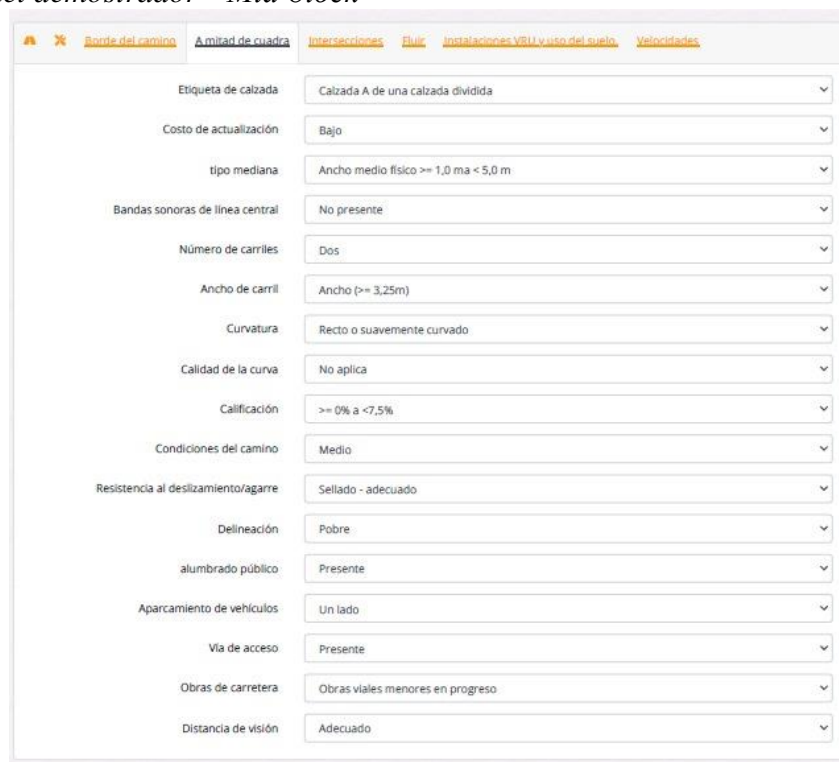
Atributo	Valor
Severidad en la carretera: distancia del lado del conductor	1 a <5m
Gravedad en la carretera: objeto del lado del conductor	Árbol >=10cm de diámetro.
Severidad en la carretera: distancia del lado del pasajero	1 a <5m
Gravedad en la carretera: objeto del lado del pasajero	Letrero, poste o poste >=10 cm de diámetro.
Bandas sonoras para hombros	No presente
Banquina pavimentada - lado del conductor	Ninguno
Banquina pavimentada - lado del pasajero	Ninguno

Nota: Elaboración propia. Tomado de (IRAP, 2023)

Esta segunda sección, se hizo un reconocimiento en ambos sentidos sobre el diseño de la vía existente como ancho de carril, número de carriles, condiciones actuales de la vía, vías de acceso entre otros atributos.

Figura 37

Segunda parte del demostrador ‘Mid-block’



Etiqueta de calzada	Calzada A de una calzada dividida
Costo de actualización	Bajo
tipo mediana	Ancho medio físico $\geq 1,0$ ma $< 5,0$ m
Bandas sonoras de línea central	No presente
Número de carriles	Dos
Ancho de carril	Ancho $\geq 3,25$ m
Curvatura	Recto o suavemente curvado
Calidad de la curva	No aplica
Calificación	$\geq 0\%$ a $< 7,5\%$
Condiciones del camino	Medio
Resistencia al deslizamiento/agarre	Sellado - adecuado
Delineación	Pobre
alumbrado público	Presente
Aparcamiento de vehículos	Un lado
Vía de acceso	Presente
Obras de carretera	Obras viales menores en progreso
Distancia de visión	Adecuado

Nota: Elaboración propia. Tomado de (IRAP, 2023)

Tercera sección, se realizó la clasificación de la intersección si cuenta o no con canalización que es la separación de los movimientos de tránsito en sentido contrario en vías definidas y el número del flujo vehicular que trascurren en la intersección, este dato es tomando en la recopilación de datos de aforo vehiculares.

Figura 38

Tercera parte del demostrador ‘Intersections’

Attribute	Selected Value
Tipo de intersección	Rotonda
Canalización de intersecciones	No presente
Volumen de la carretera que se cruza	>=15.000 vehículos
Calidad de intersección	Pobre
Puntos de acceso a la propiedad	Acceso Comercial 1+

Nota: Elaboración propia. Tomado de (IRAP, 2023)

Cuarta sección, estos atributos se tomaron en campo con los aforos vehiculares y peatonales; se identificó en el momento ingreso de datos un leve incremento en clasificación de estrellas se puede decir que son unos factores en el cual IRAP toma como un gran atributo para la programación de clasificación.

Figura 39*Cuarta parte del demostrador ‘Flow’*

Attribute	Value
Flujo de vehículos (AADT)	14685
% de motociclistas	41% - 60%
Flujo de peatones en horas pico a través de la calle.	401 a 500
Flujo de peatones en horas punta a lo largo de la carretera del lado del conductor	101 a 200
Flujo de peatones en horas punta a lo largo de la carretera del lado del pasajero	201 a 300
Flujo de ciclistas en horas pico	201 a 300


Nota: Elaboración propia. Tomado de (IRAP, 2023)

Quinta sección, se efectuó un registro de control en el sector de investigación en su actividad económica y el tipo de área en la que se realizó la investigación, se puede concluir

que IRAP es una programación completa no solo analiza los diseños viales existente sino el área en general

Figura 40

Quinta parte del demostrador “VRU facilities and land use”



Factor	Opciones
Uso del suelo - lado del conductor	Industrial y manufacturero
Uso del suelo - lado del pasajero	Residencial
Tipo de área	Pueblo o aldea urbana/rural
Instalaciones de paso de peatones - vía inspeccionada	Sin instalaciones
Calidad del paso de peatones	No aplica
Instalaciones de paso de peatones - cruce de carreteras	Sin instalaciones
vallado peatonal	No presente
Acera - lado del conductor	Ninguno
Acera - lado del pasajero	Camino informal >= 1.0m
Instalaciones para vehículos motorizados de dos ruedas.	Ninguno
Instalaciones para bicicletas.	Ninguno
Advertencia de zona escolar	No aplicable (no hay escuela en el lugar)
Supervisor de cruce de zona escolar	No aplicable (no hay escuela en el lugar)

Nota: Elaboración propia. Tomado de (IRAP, 2023)

Por ultima sección, se suministró datos de velocidades en la toma de datos la cual son de vital importancia para cualquier diseño de vía en estudio.

Figura 41

Sexta parte del demostrador “Speeds”

The screenshot shows a web interface with a navigation menu at the top containing: Borde del camino, A mitad de cuadra, Intersecciones, Fluir, Instalaciones VRU y uso del suelo, and Velocidades. The 'Velocidades' tab is selected. Below the menu, there are four dropdown menus:

- Límite de velocidad: 35 kilómetros por hora
- Límites de velocidad diferencial: No presente
- Gestión de la velocidad/calmando del tráfico: No presente
- Velocidad de funcionamiento (percentil 85): 35 kilómetros por hora

Nota: Tomado de (iRAP, 2023)

4.2.8. Resultados finales de la clasificación por estrellas según IRAP.

De acuerdo con la información suministrada para cada atributo al demostrador, se evidencia la clasificación por estrellas según demostrador de IRAP arrojando los siguientes resultados

Concluyendo la siguiente clasificación: 3 estrellas para la sección de vehículos, 1 estrellas para las motocicletas, 3 para los peatones y 3 estrellas para las bicicletas. Se concluye que la vía no se encuentra en óptimas condiciones ya que el objetivo es del programa es obtener carreteras más seguras.

Figura 42

Resultado final del demostrador

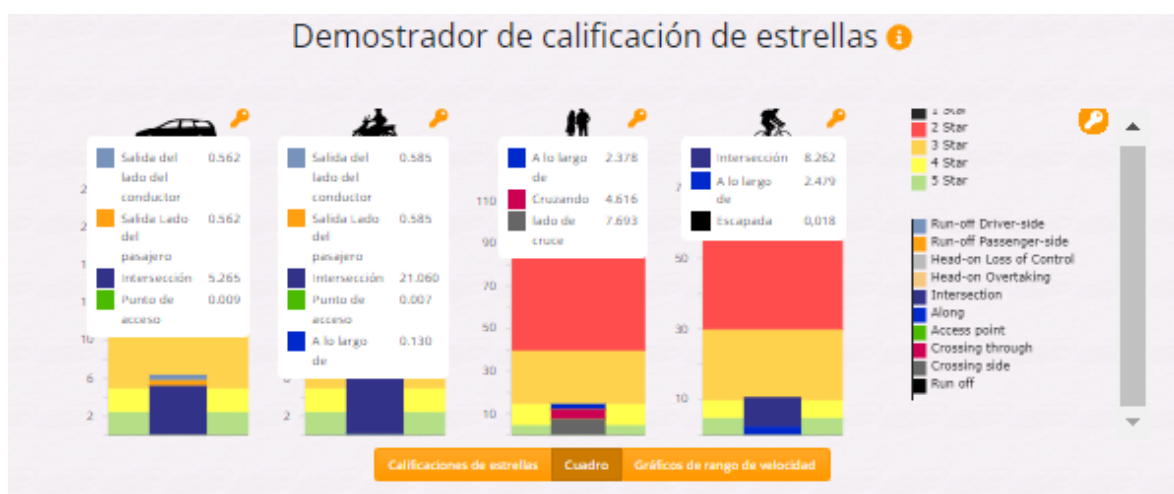


Nota: Tomado de (IRAP, 2023)

De acuerdo con el análisis de resultado se observó que a lo largo del trayecto las motocicletas poseen mayor riesgo de accidentabilidad como pérdida de control y los objetos que se encuentran a los lados del conductor como también se visualizó en los vehículos y bicicletas, pero no posee mayor riesgo como las motocicletas, dejando como el menos vulnerable los peatones.

Figura 43

Grafica de resultados



Nota: Tomado de (IRAP, 2023).

De acuerdo con el análisis de resultado se observó que a lo largo del trayecto las motocicletas poseen mayor riesgo de accidentabilidad como pérdida de control y los objetos que se encuentran a los lados del conductor como también se visualizó en los vehículos y bicicletas, pero no posee mayor riesgo como las motocicletas, dejando como el menos vulnerable los peatones.

4.3. Proponer medidas y estrategias para mejorar la seguridad vial la intersección seleccionada a partir de la metodología de IRAP y de la revisión bibliográfica.

Figura 44

Fotografía tramo de la intersección sin señalización.



Nota: Elaboración propia.

Para proponer medidas y estrategias para mejorar la seguridad vial en la intersección seleccionada a partir de la metodología de IRAP, es importante analizar casos similares que hayan enfrentado problemas de accidentalidad, donde IRAP haya intervenido. Al revisar la bibliografía consultada, se encontraron varios casos que podrían ser relevantes para esta investigación.

Por ejemplo, en un estudio realizado en una intersección similar en el estado de Kerala (Dash et al., 2022), se implementaron medidas como la mejora de la delimitación de las carreteras,

se utilizaron marcas de barras transversales (TBMs) para señalar las zonas peligrosas. También se instalaron bandas sonoras para ayudarles a reducir la velocidad y prestar atención a la carretera, instalaciones para motocicletas, zonas delimitadas para paradas de autobús, señalización adecuada y pasos de peatones seguros, entre otras cosas. Estas demostraron ser efectivas en la reducción de accidentes y mejoraron la seguridad vial en esa intersección.

Otro caso interesante es el de Karnataka (Dash et al., 2022), donde se instalaron señales de tráfico solares, las cuales absorben la energía solar, que se transforma en energía eléctrica y se almacena en la batería durante el día, y parpadea o se ilumina constantemente durante la noche (Señales de Tráfico Fotovoltaicas | IntecNanotech, 2021) además se colocaron marcas de barras termoplásticas (bandas sonoras), marcas viales reflectantes, carriles para bicicletas y motocicletas, marcadores de pavimento elevados en todo el tramo, entre otros. Esta medida resultó en una mejora notable en la fluidez del tráfico y en la reducción de accidentes.

En otro caso ejemplar encontrado en Karnataka (Dash et al., 2022), se llevó a cabo una campaña de concientización vial en una intersección con altos índices de accidentes. La comunidad adyacente a la carretera y los usuarios de la carretera recibió formación para una infraestructura más segura, los servicios postchoque y el apoyo policial. Esta campaña incluyó la distribución de folletos informativos, cortometrajes, carteles y talleres, además la creación de parques de tráfico y el funcionamiento de institutos de formación para conductores. Como resultado, se observará una disminución significativa en el número de accidentes en esa intersección.

Al referir a estos casos ejemplos, se pueden proponer medidas similares para mejorar la seguridad vial en la intersección seleccionada. Por ejemplo, se podría considerar la implementación de señalización adecuada y pasos de peatones seguros, ya que se ha observado que la intersección y sus tramos carecen de señalización horizontal. Además, sería importante mejorar la delimitación de las carreteras. En este sentido, también se sugiere instalar señales de tráfico solar, aprovechando el clima de la ciudad de Barrancabermeja, lo cual permitiría obtener energía solar sin inconvenientes.

Asimismo, para reducir los accidentes, es de vital importancia tomar medidas relacionadas con la velocidad. Por lo tanto, se propone el uso de bandas sonoras como un recurso efectivo para ayudar a los conductores a reducir la velocidad al acercarse a la intersección. Además, se recomienda la creación de un carril exclusivo para los ciclistas, quienes actualmente no cuentan con ningún tipo de protección en la intersección seleccionada.

Por último, se destaca la importancia de llevar a cabo programas de educación vial dirigidos tanto a la comunidad como a los conductores que transitan por esa zona. Estos programas podrían brindar información sobre normas de tránsito, promoviendo un comportamiento seguro en la carretera y generando conciencia sobre los riesgos asociados a la falta de seguridad vial en la intersección.

5. Conclusiones

- La revisión bibliográfica realizada proporcionó una amplia información sobre la seguridad vial, lo cual permitió establecer una base sólida de conocimientos sobre su importancia y su impacto en la sociedad, así como las diferentes estrategias para mejorarla. Durante este proceso, se identificaron una serie de factores clave que contribuyen a la seguridad vial, como el exceso de velocidad, la infraestructura vial, el comportamiento del conductor, entre otros. Sin embargo, se nota una escasez de información sobre la metodología IRAP en revistas y artículos científicos, siendo la mayoría de la información encontrada en su página web. A pesar de esto, se destaca que la metodología IRAP es una herramienta efectiva para evaluar la seguridad vial y reducir el número de muertes y lesiones graves en las carreteras.
- De acuerdo con la revisión bibliográfica, el país donde más se encontró información y casos estudios, fue en la India.
- En el transcurso de esta investigación, se llevó a cabo la identificación y caracterización de una intersección en el municipio de Barrancabermeja que cumple con los requisitos necesarios para aplicar los conceptos de los factores de seguridad utilizados en la metodología IRAP. La elección de esta intersección se basó la

accidentabilidad, donde contamos con ayuda de la Inspección de Tránsito de Barrancabermeja. A través de un análisis exhaustivo de la intersección, se logró obtener una comprensión de su diseño, las condiciones de tráfico circundantes y los factores de riesgo que podrían afectar la seguridad vial en ese lugar.

- Se realizó un análisis de la información suministrada por parte de la Inspección de Tránsito de Barrancabermeja, obteniendo la intersección con mayores siniestros viales, que en este caso fue la rotonda de la calle 62, vías fertilizantes. También se encontraron otras intersecciones conflictivas como la diagonal 60 vía Yuma que para el presente estudio no hacen parte del análisis.

- Con base en los resultados obtenidos a través del demostrador de clasificación de estrellas, se pudo evidenciar que el estado de la intersección de la calle 62 vía fertilizantes no es óptimo ya que se catalogó con 3 estrellas para la sección de vehículos, 1 estrella para motocicletas 3 para peatones y 3 estrellas para bicicleta, lo cual resalta la necesidad de realizar mejoras en dicha intersección. Además, se pudo constatar la gran vulnerabilidad que enfrentan los usuarios de motocicletas, bicicletas y vehículos en esta intersección. Esta información destaca la importancia de implementar medidas y estrategias específicas para mejorar la seguridad y reducir los riesgos asociados a la circulación de estos medios de transporte en la intersección.

- De acuerdo con la revisión de la metodología IRAP se comparó la intersección de la calle 62 vía fertilizantes con otras intersecciones de países como

India y Tailandia, dónde para su mejora realizaron algunas estrategias como pasos peatonales seguros, instalación de señales de tráfico solares, bandas sonoras para ayudar a reducir la velocidad, concientización vial, entre otras.

- Como resultado de la aplicación de la metodología de IRAP y la revisión bibliográfica realizada, se han propuesto un conjunto de medidas y estrategias con el objetivo de mejorar la seguridad vial en la intersección seleccionada. Estas medidas y estrategias incluyen tanto aspectos físicos como de gestión y educación vial. En términos físicos, se propone la implementación de señalización adecuada, sistemas de control de la velocidad y la mejora de la infraestructura vial circundante. En cuanto a aspectos de gestión, se sugiere la implementación de programas de seguridad vial, la promoción de la educación y concientización vial.

6. Recomendaciones

1. Para revisar el comportamiento vehicular, se sugiere llevar a cabo el estudio durante 2 o 3 días de salida de campo. Esto permitirá recopilar información vehicular y peatonal de manera más detallada y representativa.
2. Es indispensable el uso implementos de seguridad durante las inspecciones visuales y toma de datos en campo, para garantizar un buen trabajo y evitar cualquier acontecimiento negativo.
3. De acuerdo con la realización del proyecto y su resultado, se recomienda mejorar el estado del diseño de vía existente para prevenir cualquier accidente, solucionar la vía peatonal no cuentan con barandas y tornan peligrosas.
4. Presentar estas recomendaciones a la Alcaldía Distrital de Barrancabermeja y la Inspección de Tránsito para que vean cuales de las estrategias planteadas son pertinentes para ellos y que puedan implementar como alternativas de bajo costo y hacer los estudios pertinentes o seguimientos a ver que sucede con la intersección al hacer dicha intervención.

7. Referencias bibliografía

Organización Mundial de la Salud. (2022, 20 de junio). Lesiones causadas por el tránsito.

Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Green, B. (2017, agosto 2). IRAP - Programa Internacional de Evaluación de Carreteras.

iRAP. <https://irap.org/>

OMS (Organización Mundial de la Salud). (2018). Informe sobre la situación mundial de la

seguridad vial. Organización Mundial de la Salud. Retrieved from: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/.

ITTB. (24 de mayo de 2023). Plan local de seguridad vial. ITTB:

[https://www.transitobarrancabermeja.gov.co/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=132:plan local de seguridad vial determino que barrancabermeja es una de las ciudades con mayor indice de accidentalidad en el pais&catid=19&Itemid=101](https://www.transitobarrancabermeja.gov.co/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=132:plan%20local%20de%20seguridad%20vial%20determino%20que%20barrancabermeja%20es%20una%20de%20las%20ciudades%20con%20mayor%20indice%20de%20accidentalidad%20en%20el%20pais&catid=19&Itemid=101).

iRAP. (2018). Se consiguió un salto de seguridad de 2 estrellas y un trayecto escolar más

seguro para los niños de la zona ESTUDIO DE CASO: BOGOTÁ, COLOMBIA
MEJORA DE LAS INSTALACIONES PARA PEATONES EN LOS
ALREDEDORES DEL IED RODRIGO LARA BONILLA SOCIOS DEL
PROYECTO. <http://ow.ly/wrUj30nz8sp>.

Organización Mundial de la Salud. (2022, June 20). Traumatismos causados por el tránsito.

Raffo, G., Sultan, S., & Soames, J. (2020). APROVECHAMIENTO DE LOS ÉXITOS DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL MUNDO SERVICIO DE SEGURIDAD VIAL EN EL MUNDO.

Daidone, L., Pagliari, E., Pennisi, L., Caporali, E., Mazzia, E., & Tiberi, P. (2023). Inspecciones de infraestructuras viarias para evaluar la red de carreteras Según la metodología iRAP/EuroRAP. *Transportation Research Procedia*, 69, 743–750. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.231>.

Raffo, G., Sultan, S., & Soames, J. (2020). APROVECHAMIENTO DE LOS ÉXITOS DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL MUNDO SERVICIO DE SEGURIDAD VIAL EN EL MUNDO.

Howard, E., & McInerney, R. (2010). Velocidad de los vehículos y protocolos del iRAP Posición política. www.irap.org.

Agencia Nacional de Seguridad Vial. (septiembre de 2023). Cifras año en curso [Figura].

Agencia Nacional de Seguridad Vial:
<https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas/cifras-ano-en-curso>.

IRAP. (2023). ViDA SSO.
https://sso.irap.org/?broker_id=6&return_data=eyJ0byI6Ikx3PT0ifQ%3D%3D

Dash, A., Kaushal, K., & Raina, K. (2022). ROAD SAFETY GOOD PRACTICES IN INDIA.

Señales de tráfico fotovoltaicas | IntecNanotech. (2021). <https://intecnanotech.com/senales-de-trafico-fotovoltaicas?cn-reloaded=1>

Du, Z., Deng, M., Lyu, N., & Wang, Y. (2023). A review of road safety evaluation methods based on driving behavior. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 10(5), 743–761. <https://doi.org/10.1016/J.JTTE.2023.07.005>

B. Shandhana, M. Sankaran, “Factores que afectan el comportamiento de los conductores de camiones en un contexto de seguridad vial: una revisión sistemática crítica de la evidencia”, *ScienceDirect*, vol. 10, no. 5, pp. 10-10, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.04.006>

A. Paliotto, M. meocci, A. Terrosi, F. latorre, “Revisión sistemática, evaluación y comparación de diferentes enfoques para la implementación del análisis de seguridad de la red vial”, *ScienceDirect*, pp. 27-09, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28391>

Y. Ramírez, J. R. Camacho, J. Enríquez “Uso del modelo iRAP para evaluar la seguridad vial en carreteras de dos carriles en Ecuador.”, *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, vol. 4, no. 1, pp. 01-06, 2021. doi: <https://doi.org/10.22206/cyap.2021.v4i1.pp7-23>

Técnica de Manabí”, *utm*, vol. 5, no. 2, pp. 06-12, 2020. doi: <https://doi.org/10.33936/riemat.v5i2.2970>

X. Yu, J. Ma, Y. Tang, T. Yang, F. Jiang, “¿Podemos confiar en nuestros ojos? Interpretando la percepción errónea de la seguridad vial a partir de imágenes de Street View y aprendizaje profundo”, *sciencedirect*, vol. 197, no. 1, 2023. doi:

<https://doi-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/10.1016/j.aap.2023.1074>

M. Maisha, M. Mou, J. Bari, K. Newaz “Análisis de la gestión de la infraestructura vial utilizando protocolos iRAP para garantizar la seguridad vial de las intersecciones críticas entre las paradas de autobuses Kuril Bishwa Road y Mouchak de la ciudad de Dhaka”, *Asce*, vol. 3, no. 1, 2023. doi: <https://ascelibrary-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/doi/10.1061/9780784484876.015>

C. Byaruhanga, H. Evdorides, “El impacto de los beneficios indirectos (reducción del tiempo de viaje, uso de combustible y emisiones) en el análisis costo- beneficio de las contramedidas de seguridad vial”, *sciencedirect*, vol. 25, no. 3, 2023. doi: <https://doi.org/10.1080/15389588.2024.2322665>