

TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

Modelo basado en datos para la priorización de sectores críticos de siniestralidad vial

Corporación Universitaria Remington.
Facultad de Ingenierías
Ingeniería de Sistemas

Juan Felipe Ciro García
Jhonny Weymar Vega Tellez
Samir Enoc Ealo Marquez

Tutor Juan Pablo Velez Uribe
Toma de Decisiones con Analítica Empresarial
2026

Tabla de Contenidos

Resumen.....	3
Introducción	4
Objetivo.....	5
Marco conceptual y contextual	5
1. Siniestralidad vial.....	5
1.1. Impacto social y económico.....	6
1.2. Víctimas fatales.....	7
2. Seguridad vial	8
2.1. Sistema Seguro (Safe System).....	9
3. Sectores críticos de siniestralidad	9
3.1. Identificación	10
3.2. GiZScore	10
4. Analítica y toma de decisiones basada en datos	11
4.1. Business Intelligence	11
4.2. Analítica descriptiva	12
4.3. Analítica diagnóstica.....	12
4.4. Analítica prescriptiva	13
4.5. Indicadores y normalización	13
5. Estado actual de la seguridad vial en Colombia	15
5.1. Estrategias implementadas.....	16
5.2. Entidades responsables	17
5.3. Priorización de recursos	18
Desarrollo e implementación del aprendizaje.....	20
1. Selección y descripción de los datos.....	20
2. Preparación y caracterización de los datos	20
3. Definición de criterios de agrupación	21
4. Construcción de indicadores	22
5. Normalización y ponderación de los indicadores	24
6. Construcción del índice de prioridad para la intervención	26
7. Implementación y visualización en Power BI.....	28
7.1. Visualización de los datos.....	28
7.2. Visualización del índice de prioridad.....	29
7.3. Dinamización del modelo	30
Conclusiones.....	32
Referencias.....	34

Resumen

La siniestralidad vial representa una problemática que requiere la implementación de estrategias orientadas a reducir la pérdida de vidas humanas. Debido a que los recursos disponibles para atender los sectores críticos son limitados, es necesario establecer criterios que permitan priorizar las zonas que requieren mayor atención. Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un modelo de priorización que apoye la toma de decisiones para la intervención de sectores críticos de siniestralidad vial utilizando datos abiertos. Para ello, se utilizó el conjunto de datos Sectores Críticos de Siniestralidad Vial de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, correspondiente al periodo 2015-2019. Se realizó un análisis descriptivo mediante los criterios de agrupación de departamentos, municipios, tramos y sectores, utilizando como indicadores la cantidad de sectores críticos, el total de fallecidos y el promedio de GiZScore. Posteriormente, los indicadores fueron normalizados y ponderados para construir un índice de prioridad entre 0 y 1, donde los valores más altos representan una mayor necesidad de intervención. Finalmente, el modelo fue implementado en Power BI para facilitar la visualización y el análisis de los resultados de manera dinámica. El modelo permite comparar diferentes zonas y establecer prioridades de intervención a partir de la información disponible, proporcionando una herramienta que puede apoyar la toma de decisiones relacionadas con la seguridad vial y la asignación de recursos.

Palabras clave

Siniestralidad vial, sectores críticos, toma de decisiones, análisis de datos, seguridad vial.

Introducción

La siniestralidad vial representa una problemática grave en Colombia. Diariamente se registran cifras significativas de accidentes en las vías del territorio nacional, muchos de los cuales tienen como consecuencia la pérdida de vidas humanas. Atender esta situación debe constituir un propósito prioritario para los entes encargados de la seguridad vial, orientando sus esfuerzos hacia la disminución de los eventos que ocasionan lesiones graves y pérdidas humanas.

Sin embargo, los recursos disponibles para atender esta problemática son limitados. Por esta razón, resulta poco realista pretender intervenir de manera simultánea todos los sectores que presentan altos niveles de siniestralidad vial en el país. En este contexto, es necesario establecer prioridades que permitan orientar los recursos disponibles hacia aquellas zonas donde la problemática presenta una mayor gravedad y, por tanto, donde las intervenciones puedan generar un mayor impacto.

Este trabajo busca utilizar herramientas de análisis de datos para identificar y priorizar los sectores con mayores niveles de siniestralidad vial, con el propósito de evidenciar cómo el uso adecuado de los datos puede contribuir a una toma de decisiones más

objetiva y fundamentada. De esta manera, se pretende aportar elementos que permitan orientar de forma estratégica la asignación de recursos y la implementación de acciones encaminadas a reducir la ocurrencia y gravedad de los siniestros viales.

Objetivo

Desarrollar un modelo de priorización que apoye la toma de decisiones para la intervención de sectores críticos de siniestralidad vial utilizando datos abiertos.

Marco conceptual y contextual

Para una correcta elaboración de este trabajo y su posterior entendimiento, es indispensable abordar la definición de los conceptos y evidenciar el contexto en el que se desarrolla. En este trabajo, dicho apartado se realizará a través de capítulos y subcapítulos que permitirán presentar la respectiva conceptualización y contextualización.

1. Siniestralidad vial

Según el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de Paraguay (MOPC, 2024), un accidente como un hecho azaroso o fortuito, una situación o hecho de fuerza mayor o inesperada, que no podemos controlar, éstas se dan de manera casual. Por ejemplo, un árbol que cae sobre un vehículo en movimiento, fenómenos climáticos que desenlazan en

un suceso vial, es decir, cuando ocurre un accidente, estamos ante un suceso inevitable desde la conducción.

Por otra parte, un siniestro vial, es un hecho que puede prevenirse y es evitable. Son sucesos predecibles, donde lo que provoca determinado hecho a diferencia de un accidente, es causal, es decir, existe una causa evitable que lo provoca.

1.1. Impacto social y económico

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), se estima que el tránsito causó 1,19 millones de muertes en el año 2021, una tasa de 15 muertes por cada 100 mil habitantes. Según datos de 2019, sobre distribución por edades de la mortalidad por todas las causas, los traumatismos causados por el tránsito siguen siendo la principal causa de muerte entre niños y jóvenes de entre 5 y 29 años (OMS, 2023). Los traumatismos causados por el tránsito, una de las principales causas de muerte y discapacidad también suponen un enorme costo económico para las sociedades, estimado entre el 1% y 3% del PIB, y en algunos casos, hasta el 6% (OMS, 2023).

Clasificación	Todas las edades	Grupo de edad de 5 a 29 años
1	Cardiopatía isquémica	Traumatismos relacionados con el tránsito
2	Accidente cerebrovascular	Tuberculosis
3	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	Enfermedades diarreicas
4	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Violencia interpersonal
5	Afecciones neonatales	Conducta autolesiva
6	Cáncer de tráquea, bronquios o pulmón	VIH/sida
7	Enfermedad de Alzheimer y otras demencias	Infecciones de las vías respiratorias inferiores
8	Enfermedades diarreicas	Afecciones maternas
9	Diabetes mellitus	Ahogamientos
10	Nefropatías	Cirrosis hepática
11	Cirrosis hepática	Paludismo
12	Traumatismos relacionados con el tránsito	Meningitis

Figura 1. Principales causas de muerte, todas las edades y edades de 5 a 29 años, 2019

Nota. Tomado de *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2023*, por Organización Mundial de la Salud, 2023.

La siniestralidad vial representa un desafío multidimensional con repercusiones directas en la vida humana y el desarrollo económico y logístico. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), los siniestros viales provocan aproximadamente 1,35 millones de muertes anuales en todo el mundo, constituyéndose como la principal causa de fallecimiento entre personas de 5 a 29 años.

1.2. Víctimas fatales

Las muertes causadas por siniestros viales son una pérdida irreparable para las familias y un desafío significativo para la economía del país. Más allá del dolor personal y la pérdida emocional, los fallecimientos afectan la productividad de las comunidades y

generan costos económicos considerables. La pérdida de vidas humanas, especialmente cuando se trata de miembros jóvenes y económicamente activos, priva a los hogares de sus principales sustentadores, dejándolos en una situación de vulnerabilidad económica y daños emocionales en ocasiones irreparables.

En Colombia, desde el año 2021 los siniestros viales dejan más de 7.000 muertes al año (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses [INMLCF], 2023), lo que subraya la gravedad de este problema de salud pública. Las estadísticas muestran que el impacto es especialmente alto entre los usuarios de motocicleta y peatones, quienes representan la mayor parte de las víctimas mortales. Las muertes en siniestros viales son la segunda causa de muerte violenta en el país (INMLCF, 2023; Agencia Nacional de Seguridad Vial [ANSV], 2024), reflejando la necesidad urgente de implementar medidas eficaces para la prevención y control de estos eventos.

2. Seguridad vial

Según la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV, s.f.), la seguridad vial es el conjunto de acciones y políticas orientadas a prevenir, controlar y reducir el riesgo de muerte o lesión de las personas en sus desplazamientos, tanto en medios motorizados como no motorizados. Se trata de un enfoque multidisciplinario sobre medidas que intervienen en todos los factores que contribuyen a los accidentes de tráfico en la vía, desde el diseño de la misma y equipamiento vial, el mantenimiento de las infraestructuras viales, la regulación del tráfico, el diseño de vehículos y los elementos de protección activa y pasiva, la inspección vehicular, la formación y reglamento de conductores, la

educación e información de los usuarios en las vías, la supervisión policial y sanciones, la gestión institucional hasta la atención a las víctimas.

2.1. Sistema Seguro (Safe System)

El Departamento de Transporte de Estados Unidos [U.S. DOT] (2025) ha adoptado el Enfoque de Sistema Seguro como paradigma rector para abordar la seguridad vial. Este enfoque ha sido adoptado por la comunidad del transporte como una forma eficaz de abordar y mitigar los riesgos inherentes a nuestro enorme y complejo sistema de transporte. Funciona mediante la creación y el refuerzo de múltiples niveles de protección para prevenir accidentes y minimizar los daños causados a los involucrados cuando estos ocurren. Se trata de un enfoque integral y holístico que proporciona un marco de referencia para hacer que los lugares sean más seguros para las personas.

Esto supone un cambio con respecto al enfoque de seguridad convencional, ya que se centra tanto en los errores humanos como en la vulnerabilidad humana y diseña un sistema con numerosas redundancias para proteger a todos.

3. Sectores críticos de siniestralidad

Un sector crítico puede entenderse como una zona de la red vial que presenta una concentración relevante de siniestros en comparación con otros sectores. Su identificación permite conocer dónde se concentra la problemática y facilita la orientación de acciones de seguridad vial (Ministerio de Transporte de Colombia, 2024).

La importancia de estos sectores radica en que permiten pasar de un análisis general de la siniestralidad a la identificación de lugares específicos que pueden requerir intervención.

3.1. Identificación

La identificación de sectores críticos se realiza mediante metodologías de análisis que permiten determinar las zonas donde existe una concentración significativa de siniestros. Para esto pueden considerarse variables relacionadas con la cantidad de eventos, su ubicación, el periodo analizado y las características de la vía (Ministerio de Transporte de Colombia, 2024)

En el conjunto de datos utilizado en este trabajo, los sectores críticos ya se encuentran identificados y corresponden al periodo comprendido entre 2015 y 2019. Por esta razón, el análisis se enfoca en caracterizar estos sectores y utilizarlos como base para la construcción del índice de prioridad.

3.2. GiZScore

El GiZScore es un indicador utilizado en el análisis espacial para identificar concentraciones de valores altos o bajos dentro de un área determinada. Un valor alto permite reconocer zonas donde existe una concentración espacial significativa de determinados eventos (Getis & Ord, 1992).

En este trabajo, el GiZScore se utiliza como indicador de la concentración espacial de la siniestralidad. Por esta razón, se incorpora junto con la cantidad de sectores críticos y el total de fallecidos para construir el índice de prioridad para la intervención.

4. Analítica y toma de decisiones basada en datos

En la actualidad, las organizaciones públicas y privadas generan grandes cantidades de información. Sin embargo, disponer de datos no garantiza una buena decisión; lo realmente importante es analizarlos y convertirlos en información útil. En el contexto de la seguridad vial, el análisis de datos permite identificar los lugares donde ocurren más siniestros, reconocer patrones de riesgo y definir prioridades de intervención. Este enfoque es especialmente valioso cuando los recursos económicos y operativos son limitados.

4.1. Business Intelligence

El Business Intelligence (BI) o inteligencia de negocios es el conjunto de herramientas, metodologías y procesos utilizados para recopilar, organizar, analizar y presentar información con el fin de apoyar la toma de decisiones. Según Microsoft (s.f.), BI permite transformar datos en conocimiento mediante reportes, indicadores y visualizaciones.

En este proyecto, el uso de Excel y Power BI facilita el análisis de los sectores críticos de siniestralidad vial a partir de datos abiertos. Gracias a estas herramientas es posible comparar departamentos, municipios, tramos y sectores, y presentar los resultados de una manera clara para apoyar decisiones relacionadas con seguridad vial e infraestructura.

4.2. Analítica descriptiva

La analítica descriptiva responde a la pregunta: ¿qué ocurrió? Su objetivo es resumir y presentar la información histórica mediante tablas, gráficos e indicadores.

En el análisis realizado se utilizó este tipo de analítica para:

- Contabilizar el número de sectores críticos.
- Calcular el total de fallecidos.
- Identificar los departamentos y municipios con mayor siniestralidad.
- Obtener promedios del indicador GiZScore.

Estos resultados permiten tener una visión general del comportamiento de la siniestralidad vial y constituyen el punto de partida para análisis más profundos.

4.3. Analítica diagnóstica

La analítica diagnóstica busca responder: ¿por qué ocurrió? En esta etapa se analizan las posibles causas o factores asociados a los resultados observados.

En el contexto del proyecto, este enfoque permite examinar por qué ciertos tramos o sectores presentan mayores niveles de criticidad. Algunos factores que pueden influir son el alto flujo vehicular, las condiciones de la vía, la señalización, la velocidad, la presencia de intersecciones peligrosas o el comportamiento de los usuarios.

Aunque la base de datos utilizada no contiene todas las variables causales, el análisis territorial ayuda a detectar concentraciones de riesgo que pueden ser estudiadas posteriormente por las entidades competentes.

4.4. Analítica prescriptiva

La analítica prescriptiva responde a la pregunta: ¿qué se debería hacer? Su propósito es apoyar la selección de acciones o estrategias a partir de los resultados obtenidos.

En este trabajo, la priorización de departamentos, municipios, tramos y sectores representa un ejercicio de analítica prescriptiva, ya que orienta la atención hacia los puntos con mayor criticidad. De esta manera, las autoridades pueden enfocar recursos en intervenciones como:

- Mejoramiento de la infraestructura vial.
- Señalización y demarcación.
- Control de velocidad.
- Campañas de educación vial.
- Fortalecimiento de la vigilancia y control.

4.5. Indicadores y normalización

En los procesos de análisis de datos es común trabajar con varios indicadores al mismo tiempo. Para poder compararlos y combinarlos de manera adecuada, es necesario utilizar procedimientos que permitan llevarlos a una misma escala y resumir la información en una medida más fácil de interpretar.

4.5.1. Normalización Min-Max

Cuando se trabaja con varios indicadores, es común encontrar que cada uno tiene escalas diferentes. Por ejemplo, un indicador puede medirse en cantidades pequeñas y

otro en valores mucho más altos. Si se comparan directamente, los indicadores con números mayores podrían influir más en el análisis, aunque no necesariamente sean los más importantes.

Para evitar este problema se utiliza la normalización de datos. Uno de los métodos más usados es el Min-Max, que transforma los valores a una escala entre 0 y 1 (OECD, 2008). De esta manera, todos los indicadores quedan en una misma escala y pueden compararse de forma más equilibrada.

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

En esta fórmula, X representa el valor original del indicador, X mínimo el valor más bajo encontrado y X máximo el valor más alto. El resultado es un valor entre 0 y 1, donde los valores cercanos a 0 representan niveles bajos y los cercanos a 1 niveles altos.

La normalización Min-Max se utiliza con frecuencia en estudios de analítica de datos, evaluación de indicadores, construcción de índices y procesos de apoyo a la toma de decisiones, ya que facilita la comparación entre variables diferentes y mejora la interpretación de los resultados

4.5.2. Ponderación de indicadores en índices compuestos

Después de normalizar los indicadores, es posible combinarlos en un solo valor llamado índice compuesto (OECD, 2008). Este tipo de índice permite resumir varios aspectos de un problema en una única medida, lo que facilita las comparaciones y el análisis.

En muchos casos, no todos los indicadores tienen la misma importancia. Por eso se asignan pesos porcentuales, que representan el nivel de relevancia que tiene cada indicador dentro del análisis. Los indicadores considerados más importantes reciben un peso mayor, mientras que los menos importantes reciben un peso menor.

El cálculo general se realiza multiplicando cada indicador normalizado por su peso y luego sumando los resultados.

$$indice = \sum (Indicador\ normalizado * Peso)$$

La suma de todos los pesos debe ser igual a 1 (o 100 %).

5. Estado actual de la seguridad vial en Colombia

La seguridad vial es uno de los principales desafíos de salud pública y movilidad en Colombia. Durante los últimos años, el país ha implementado diversas estrategias orientadas a reducir la mortalidad y las lesiones ocasionadas por siniestros viales. A pesar de estos esfuerzos, las cifras continúan mostrando la necesidad de fortalecer la prevención, el control y la gestión basada en evidencia.

5.1. Estrategias implementadas

En Colombia se han desarrollado diferentes estrategias orientadas a reducir la ocurrencia y gravedad de los siniestros viales mediante acciones de prevención, educación, control, gestión de infraestructura y fortalecimiento institucional. Estas estrategias buscan abordar la seguridad vial de manera integral y proteger la vida de los diferentes usuarios de las vías.

Una de las principales estrategias es el Plan Nacional de Seguridad Vial (PNSV) 2022-2031, establecido mediante el Decreto 1430 de 2022. Este instrumento define lineamientos y acciones para reducir las muertes y lesiones ocasionadas por siniestros viales y adopta un enfoque integral de seguridad vial, en el cual se consideran factores relacionados con los usuarios, los vehículos, la infraestructura, la velocidad y la gestión institucional (Ministerio de Transporte de Colombia, 2024).

De manera complementaria, se han establecido metodologías para la identificación de sectores críticos de siniestralidad vial, que permiten localizar zonas donde se concentra la problemática y que pueden requerir intervención. Estas metodologías permiten orientar las acciones de seguridad vial a partir del análisis de información sobre la ocurrencia y distribución espacial de los siniestros (Ministerio de Transporte, 2024).

Estas estrategias se relacionan directamente con el presente trabajo, debido a que la identificación de sectores críticos constituye el punto de partida para construir un modelo que permita establecer prioridades de intervención. De esta manera, el análisis de datos puede complementar las estrategias existentes al proporcionar criterios que faciliten la identificación de los sectores que presentan mayores niveles de criticidad.

5.2. Entidades responsables

La seguridad vial en Colombia involucra diferentes entidades del orden nacional y territorial, debido a que su gestión requiere acciones relacionadas con la regulación, prevención, control, infraestructura y atención de los usuarios de las vías. Esta responsabilidad se distribuye entre organismos con diferentes competencias dentro del sistema de tránsito y transporte.

A nivel nacional, el Ministerio de Transporte tiene un papel fundamental en la formulación y orientación de las políticas relacionadas con el tránsito y la movilidad. Por su parte, la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) es la entidad especializada en la planificación, articulación y gestión de la seguridad vial en el país, de acuerdo con las funciones establecidas en la Ley 1702 de 2013 (Congreso de Colombia, 2013).

En el ámbito territorial participan los departamentos, municipios, distritos y los organismos de tránsito, quienes ejercen funciones relacionadas con la regulación y gestión del tránsito dentro de sus respectivas jurisdicciones. Asimismo, la Policía Nacional desarrolla funciones de vigilancia y control del cumplimiento de las normas de tránsito, de acuerdo con las competencias establecidas en el Código Nacional de Tránsito (Congreso de Colombia, 2002). De manera complementaria, entidades del orden nacional como el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) intervienen en la gestión de la infraestructura vial, mediante la ejecución de políticas, planes, programas y proyectos relacionados con la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional, incluyendo actividades de construcción, mejoramiento, rehabilitación, conservación, operación y mantenimiento (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2021). Estas

actuaciones tienen relevancia para la seguridad vial, debido a que las condiciones y características de la infraestructura pueden influir en la movilidad y en las condiciones de seguridad de los usuarios de las vías.

La participación de diferentes entidades hace necesario disponer de información que pueda ser analizada desde distintos niveles territoriales. En este sentido, el modelo desarrollado en este trabajo permite analizar la siniestralidad por departamentos, municipios, tramos y sectores, proporcionando información que puede apoyar la toma de decisiones y la priorización de intervenciones por parte de las entidades responsables de la seguridad vial.

5.3. Priorización de recursos

Los recursos disponibles para intervenir la infraestructura vial son limitados, mientras que las necesidades de inversión pueden superar la capacidad disponible para atenderlas. Por esta razón, es necesario establecer criterios que permitan priorizar las intervenciones y orientar los recursos hacia aquellos sectores que presentan mayores necesidades o niveles de riesgo. El Departamento Nacional de Planeación reconoce que las necesidades de inversión en infraestructura vial generalmente son superiores a la disponibilidad de recursos, por lo que plantea la importancia de priorizar y distribuir los recursos destinados a las intervenciones viales de acuerdo con el orden de importancia de cada vía (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2008).

La priorización permite identificar los lugares donde existe una mayor concentración de riesgo y orientar las intervenciones hacia aquellos sectores en los que

pueden generar un mayor impacto en la reducción de víctimas. Este enfoque favorece una utilización más eficiente de los recursos disponibles y permite sustentar las decisiones de intervención en criterios objetivos.

En el caso de este proyecto, el análisis de datos abiertos y la construcción de un modelo de priorización contribuyen precisamente a ese objetivo: apoyar decisiones más objetivas sobre qué sectores deberían ser intervenidos primero, utilizando información sobre la distribución y concentración de la siniestralidad vial.

Desarrollo e implementación del aprendizaje

1. Selección y descripción de los datos

Se tomó el conjunto de datos *Sectores Críticos de Siniestralidad Vial*, publicado en el portal Datos Abiertos Colombia por la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV, 2021). El conjunto contiene información relacionada con la identificación y caracterización de sectores críticos de la red vial nacional, incluyendo variables geográficas y de siniestralidad que fueron utilizadas como insumo para el análisis.

Esta información corresponde al periodo entre 2015 y 2019. Los sectores críticos pudieron haber cambiado o ya se pudieron haber tomado medidas en algunos de los sectores que en este ejercicio de análisis se destacan por ser los más críticos. Sin embargo, estos datos sirven de base para la construcción del modelo y como ejemplo de los resultados obtenidos. La idea es que, cuando se presenten nuevos datos, el modelo sea igualmente funcional para evaluar los nuevos sectores críticos, cumpliendo con el objetivo del trabajo.

2. Preparación y caracterización de los datos

Se utilizó la descripción dada a cada una de las variables en la fuente para construir una tabla que funcionó como diccionario y, de esta manera, identificar la utilidad de cada una para la realización del análisis y la construcción de los indicadores y, posteriormente, del índice.

Tabla 1. Diccionario de datos.

Variable	Descripción
GiZScore	Calificación según análisis espacial
Fallecidos	Cantidad de fallecidos en el sector
Tramo	Identificación de la vía en una longitud determinada
Nombre	Nombre de vía concesionada
Latitud	Coordenada geográfica respecto al norte
Longitud	Coordenada geográfica respecto al este
Municipio	Municipio ente territorial
Departamento	Departamento ente territorial

3. Definición de criterios de agrupación

Teniendo una mayor claridad sobre los datos obtenidos, se decidió que la aplicación de analítica descriptiva y la construcción del índice se realizarían con cuatro criterios de agrupación: departamentos, tramos, municipios y sectores. Los cuatro criterios corresponden a información sobre las zonas de siniestralidad y van de lo general a lo específico con respecto a los territorios, de manera que los indicadores y el índice puedan tener diferentes alcances, generando una utilidad para diferentes entes y organismos encargados de la seguridad vial y abriendo un abanico más amplio de posibilidades a la hora de apoyar la toma de decisiones.

4. Construcción de indicadores

Para cada uno de los criterios de agrupación, se calcularon en Excel tres indicadores que describen la situación de cada zona: cantidad de sectores críticos, suma total de fallecidos y promedio de GiZScore. Estos permiten evidenciar las zonas del país más críticas y servirán para la construcción del índice.

Departamento	↕ Sectores Críticos	Total de Fallecidos	Promedio GiZScore		Departamento	↕ Sectores Críticos	Total de Fallecidos
VALLE DEL CAUCA	60	684	3,37513666667		VALLE DEL CAUCA	18,99%	19,11%
CUNDINAMARCA	41	422	3,02537504878		CUNDINAMARCA	12,97%	11,79%
ANTIOQUIA	35	373	3,54678568571		ANTIOQUIA	11,08%	10,42%
CESAR	22	293	3,08957677273		CESAR	6,96%	8,18%
NARIÑO	19	244	3,75746289474		NARIÑO	6,01%	6,82%
CAUCA	19	145	2,14736268421		CAUCA	6,01%	4,05%
SANTANDER	17	201	3,43389482353		SANTANDER	5,38%	5,61%
CÓRDOBA	15	194	3,49641186667		CÓRDOBA	4,75%	5,42%
META	14	121	2,32721878571		META	4,43%	3,38%
TOLIMA	10	137	3,8028936		TOLIMA	3,16%	3,83%
MAGDALENA	10	128	2,9362222		MAGDALENA	3,16%	3,58%
ATLÁNTICO	8	128	4,278923875		ATLÁNTICO	2,53%	3,58%
BOLÍVAR	7	79	2,71127071429		BOLÍVAR	2,22%	2,21%
QUINDÍO	6	52	3,4002385		QUINDÍO	1,90%	1,45%
LA GUAJIRA	6	82	3,19270983333		LA GUAJIRA	1,90%	2,29%
HUILA	6	73	2,635725		HUILA	1,90%	2,04%
ARAUCA	5	53	3,019011		ARAUCA	1,58%	1,48%
SUCRE	4	57	3,59208475		SUCRE	1,27%	1,59%
NORTE DE SANTANDER	4	48	2,547129		NORTE DE SANTANDER	1,27%	1,34%
BOYACÁ	4	26	2,09366425		BOYACÁ	1,27%	0,73%
RISARALDA	2	21	2,874782		RISARALDA	0,63%	0,59%
CAQUETÁ	2	19	2,442316		CAQUETÁ	0,63%	0,53%
Total general	316	3580	3,19267769304		Total general	100,00%	100,00%

Figura 2. Indicadores de siniestralidad vial por departamento

Municipio	Sectores Críticos	Total de Fallecidos	Promedio GiZScore	Municipio	Sectores Críticos	Total de Fallecidos	Promedio GiZScore
TUMACO	7	134	5,34317628571	TUMACO	2,22%	3,74%	5,34317628571
BELLO	14	105	3,44250914286	BELLO	4,43%	2,93%	3,44250914286
PALMIRA	7	97	3,64442	PALMIRA	2,22%	2,71%	3,64442
BUGA	9	92	2,977153	BUGA	2,85%	2,57%	2,977153
FUNZA	5	87	5,9583572	FUNZA	1,58%	2,43%	5,9583572
CALI	7	80	3,47662428571	CALI	2,22%	2,23%	3,47662428571
FUSAGASUGÁ	7	69	2,76693285714	FUSAGASUGÁ	2,22%	1,93%	2,76693285714
TURBO	3	66	5,65893633333	TURBO	0,95%	1,84%	5,65893633333
APARTADÓ	3	59	4,968393	APARTADÓ	0,95%	1,65%	4,968393
YUMBO	7	59	3,50906785714	YUMBO	2,22%	1,65%	3,50906785714
MONTERÍA	5	59	3,636425	MONTERÍA	1,58%	1,65%	3,636425
ESPINAL	5	58	3,7817232	ESPINAL	1,58%	1,62%	3,7817232
VILLAVICENCIO	6	58	2,52979866667	VILLAVICENCIO	1,90%	1,62%	2,52979866667
SAN PEDRO	4	56	3,9822385	SAN PEDRO	1,27%	1,56%	3,9822385
IPIALES	7	56	2,79983914286	IPIALES	2,22%	1,56%	2,79983914286
JAMUNDÍ	3	55	5,74446433333	JAMUNDÍ	0,95%	1,54%	5,74446433333
GIRÓN	6	53	3,16623483333	GIRÓN	1,90%	1,48%	3,16623483333
CALARCÁ	6	52	3,4002385	CALARCÁ	1,90%	1,45%	3,4002385
CERETÉ	2	49	7,008767	CERETÉ	0,63%	1,37%	7,008767
SAN ALBERTO	3	48	3,88325333333	SAN ALBERTO	0,95%	1,34%	3,88325333333
SINCELEJO	3	46	3,988274	SINCELEJO	0,95%	1,28%	3,988274
CIÉNAGA	2	42	5,362989	CIÉNAGA	0,63%	1,17%	5,362989
BUENAVENTURA	4	40	3,10432025	BUENAVENTURA	1,27%	1,12%	3,10432025
FLORIDABLANCA	2	39	4,9190685	FLORIDABLANCA	0,63%	1,09%	4,9190685
CANDELARIA	3	39	3,68307233333	CANDELARIA	0,95%	1,09%	3,68307233333
COPACABANA	4	39	3,6748255	COPACABANA	1,27%	1,09%	3,6748255
GUACARÍ	3	38	3,805962	GUACARÍ	0,95%	1,06%	3,805962
PIEDECUESTA	3	37	3,584685	PIEDECUESTA	0,95%	1,03%	3,584685
MALAMBO	2	37	6,2058035	MALAMBO	0,63%	1,03%	6,2058035
VILLET	3	36	3,96466733333	VILLET	0,95%	1,01%	3,96466733333
GUADUAS	4	36	2,38210025	GUADUAS	1,27%	1,01%	2,38210025
BOSCONIA	3	36	2,69946433333	BOSCONIA	0,95%	1,01%	2,69946433333
GRANADA	4	36	2,0643245	GRANADA	1,27%	1,01%	2,0643245
SOLEDAD	1	35	9,50625	SOLEDAD	0,32%	0,98%	9,50625
COYAIMA	2	34	4,1792005	COYAIMA	0,63%	0,95%	4,1792005
SAN MARTÍN	3	34	2,50216633333	SAN MARTÍN	0,95%	0,95%	2,50216633333
SANTANDER DE QUILICHAO	5	34	2,075785	SANTANDER DE QUILICHAO	1,58%	0,95%	2,075785
SUAZA	3	33	2,40351733333	SUAZA	0,95%	0,92%	2,40351733333

Figura 3. Indicadores de siniestralidad vial por municipio

5. Normalización y ponderación de los indicadores

El siguiente paso fue la normalización de los indicadores, obteniendo un valor en una escala de 0 a 1 para cada uno de los resultados. Posteriormente, se estableció el peso porcentual que recibiría cada indicador, recordando que el índice debe estar orientado a apoyar la toma de decisiones que permitan la disminución de pérdidas humanas.

E2		=(B2-MIN(\$B\$2:\$B\$23))/(MAX(\$B\$2:\$B\$23)-MIN(\$B\$2:\$B\$23))					
	A	B	C	D	E	F	G
	Departamento	Sectores Critic	Total de Fallecidos	Promedio GiZSco	Sectores Críticos (Normalizad	Total de Fallecidos (Normalizad	Promedio GiZScore (Normalizad
1	VALLE DEL CAUCA	60	684	3,375136667	1,00	1,00	0,59
2	CUNDINAMARCA	41	422	3,025375049	0,67	0,61	0,43
3	ANTIOQUIA	35	373	3,546785686	0,57	0,53	0,66
4	CESAR	22	293	3,089576773	0,34	0,41	0,46
5	NARIÑO	19	244	3,757462895	0,29	0,34	0,76
6	CAUCA	19	145	2,147362684	0,29	0,19	0,02
7	SANTANDER	17	201	3,433894824	0,26	0,27	0,61
8	CÓRDOBA	15	194	3,496411867	0,22	0,26	0,64
9	META	14	121	2,327218786	0,21	0,15	0,11
10	TOLIMA	10	137	3,8028936	0,14	0,18	0,78
11	MAGDALENA	10	128	2,9362222	0,14	0,16	0,39
12	ATLÁNTICO	8	128	4,278923875	0,10	0,16	1,00
13	BOLÍVAR	7	79	2,711270714	0,09	0,09	0,28
14	QUINDÍO	6	52	3,4002385	0,07	0,05	0,60
15	LA GUAJIRA	6	82	3,192709833	0,07	0,09	0,50
16	HUILA	6	73	2,635725	0,07	0,08	0,25
17	ARAUCA	5	53	3,019011	0,05	0,05	0,42
18	SUCRE	4	57	3,59208475	0,03	0,06	0,69
19	NORTE DE SANTANDER	4	48	2,547129	0,03	0,04	0,21
20	BOYACÁ	4	26	2,09366425	0,03	0,01	0,00
21	RISARALDA	2	21	2,874782	0,00	0,00	0,36
22	CAQUETÁ	2	19	2,442316	0,00	0,00	0,16

Figura 4. Normalización de los indicadores

Tabla 2. Ponderación de los indicadores.

Indicador	Peso	Justificación
Total de fallecidos	50 %	Es el indicador de mayor peso porque representa directamente la gravedad del problema en términos de vidas humanas. La priorización busca principalmente reducir las consecuencias más graves de la siniestralidad vial.
Cantidad de sectores críticos	30 %	Representa la extensión o magnitud territorial del problema. Un departamento, municipio o tramo que concentra muchos sectores críticos presenta un problema que no está limitado a un único punto.
Promedio de GiZScore	20 %	Representa la concentración espacial del riesgo. Permite incorporar al índice la dimensión espacial y diferenciar lugares donde los eventos presentan una concentración significativamente elevada.

6. Construcción del índice de prioridad para la intervención

Con toda esta información puesta sobre la mesa, se construyó el índice, el cual también consta de una escala entre 0 y 1, siendo los resultados con un mayor valor los que cuentan con una mayor necesidad de intervención. Esto constituye el análisis prescriptivo del trabajo. Para que los resultados sean del todo claros, se realizó una clasificación que divide los resultados del índice en cuatro grupos de prioridad.

=0,3*E2+0,5*F2+0,2*G2								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Departamento	Sectores Críticos	Total de Fallecidos	Promedio GIZScore	Sectores Críticos (Normalizado)	Total de Fallecidos (Normalizado)	Promedio GIZScore (Normalizado)	Índice de Prioridad de Intervención	Clasificación
VALLE DEL CAUCA	60	684	3,375136667	1,00	1,00	0,59	0,92	Muy alta
CUNDINAMARCA	41	422	3,025375049	0,67	0,61	0,43	0,59	Media
ANTIOQUIA	35	373	3,546785686	0,57	0,53	0,66	0,57	Media
CESAR	22	293	3,089576773	0,34	0,41	0,46	0,40	Media
NARIÑO	19	244	3,757462895	0,29	0,34	0,76	0,41	Media
CAUCA	19	145	2,147362684	0,29	0,19	0,02	0,19	Baja
SANTANDER	17	201	3,433894824	0,26	0,27	0,61	0,34	Baja
CÓRDOBA	15	194	3,496411867	0,22	0,26	0,64	0,33	Baja
META	14	121	2,327218786	0,21	0,15	0,11	0,16	Baja
TOLIMA	10	137	3,8028936	0,14	0,18	0,78	0,29	Baja
MAGDALENA	10	128	2,9362222	0,14	0,16	0,39	0,20	Baja
ATLÁNTICO	8	128	4,278923875	0,10	0,16	1,00	0,31	Baja
BOLÍVAR	7	79	2,711270714	0,09	0,09	0,28	0,13	Baja
QUINDÍO	6	52	3,4002385	0,07	0,05	0,60	0,17	Baja
LA GUAJIRA	6	82	3,192709833	0,07	0,09	0,50	0,17	Baja
HUILA	6	73	2,635725	0,07	0,08	0,25	0,11	Baja
ARAUCA	5	53	3,019011	0,05	0,05	0,42	0,13	Baja
SUCRE	4	57	3,59208475	0,03	0,06	0,69	0,18	Baja
NORTE DE SANTANDER	4	48	2,547129	0,03	0,04	0,21	0,07	Baja
BOYACÁ	4	26	2,09366425	0,03	0,01	0,00	0,02	Baja
RISARALDA	2	21	2,874782	0,00	0,00	0,36	0,07	Baja
CAQUETÁ	2	19	2,442316	0,00	0,00	0,16	0,03	Baja

Figura 5. índice y clasificación de prioridad para la intervención

Tabla 3. Clasificación grupos de prioridad.

Rango del Índice	Clasificación
$\geq 0,80$	Muy Alta
0,60 – 0,79	Alta
0,40 – 0,59	Media
$< 0,40$	Baja

7. Implementación y visualización en Power BI

Para este punto, la única herramienta utilizada en el análisis había sido Excel, por lo que el siguiente paso lógico, en busca de generar una apreciación más visual y dinámica del modelo, fue el uso de Power BI como herramienta de visualización de los datos y del modelo construido.

7.1. Visualización de los datos

Se diseñaron dos páginas. La primera está encargada de mostrar los datos con los que se está trabajando, un mapa de calor que muestra la densidad de fallecidos a lo largo del territorio nacional y la posibilidad de filtrar por cada uno de los valores ubicados en los criterios de agrupación.



Figura 6. Visualización de los datos de siniestralidad vial

7.2. Visualización del índice de prioridad

En la segunda página se ubicaron los resultados del índice de prioridad para la intervención y su respectiva clasificación. Para esto, fue necesario crear varias medidas que permitieran la reconstrucción del índice en esta herramienta, dándole como nueva característica la posibilidad de ser dinámico; es decir, que el índice tenga la capacidad de cambiar de acuerdo con los datos que se están filtrando y el criterio de agrupación que se está escogiendo. Esto permite realizar visualizaciones como, por ejemplo, los resultados del índice por municipios, tanto a nivel nacional como a nivel departamental, nuevamente apuntando a presentar un modelo útil para diferentes entes y organismos encargados de la seguridad vial.

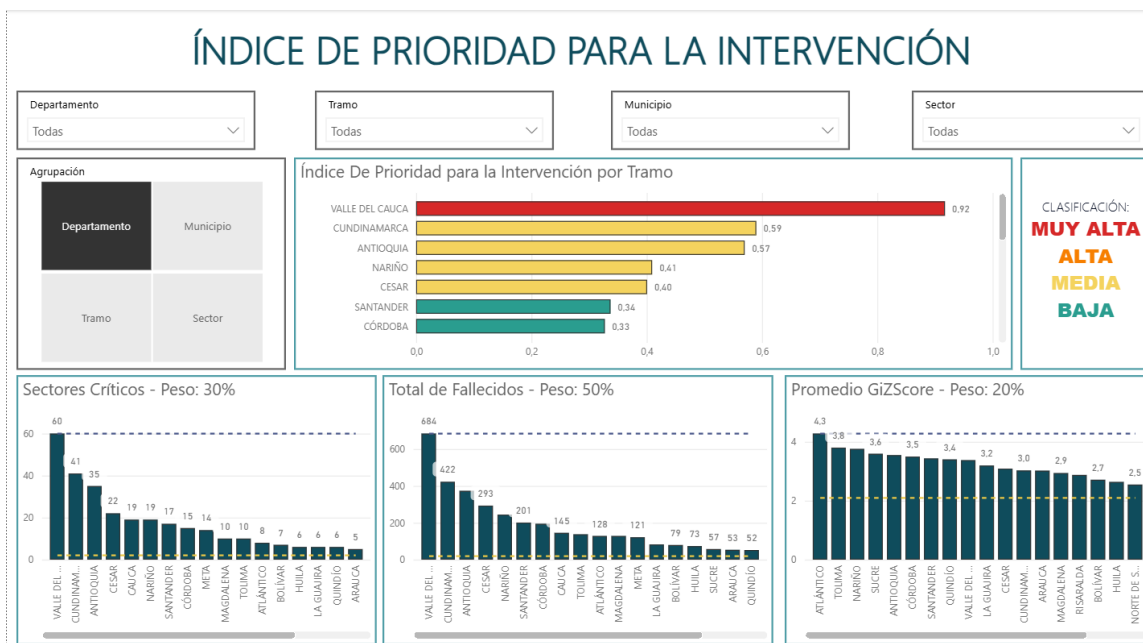


Figura 7. Visualización del índice de prioridad por departamento

7.3. Dinamización del modelo

En esta página también se incluyó un agrupador que permite escoger el criterio de agrupación con el que se va a evaluar, filtros para delimitar la zona evaluada y gráficas de los indicadores que sustentan los resultados del índice.

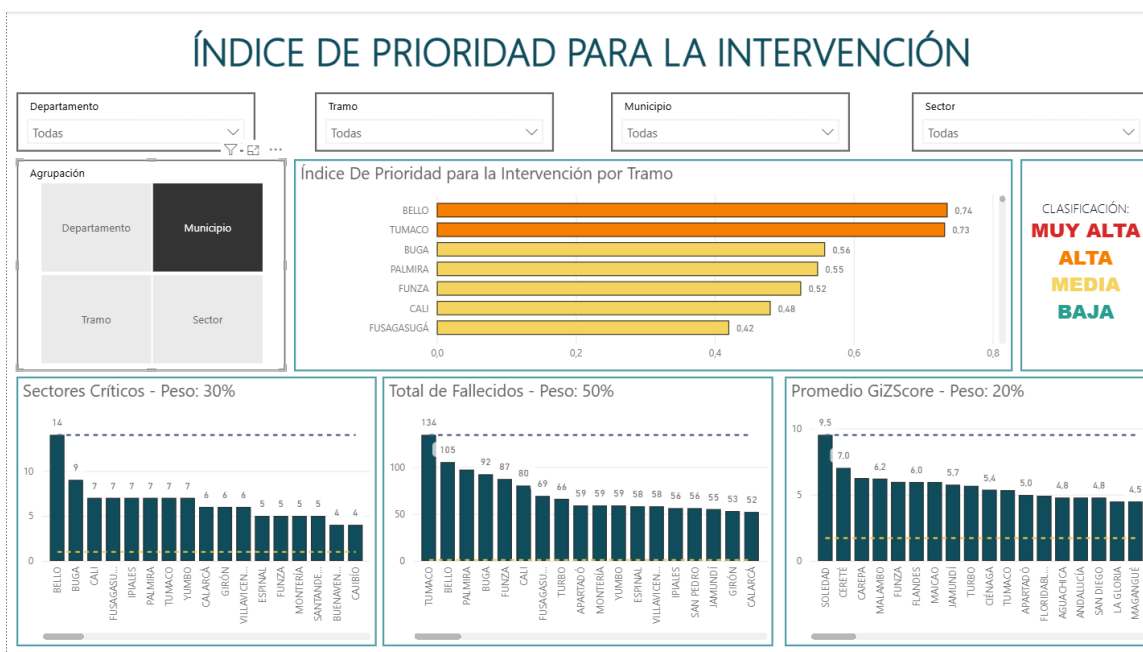


Figura 8. Visualización del índice de prioridad por municipio a nivel nacional

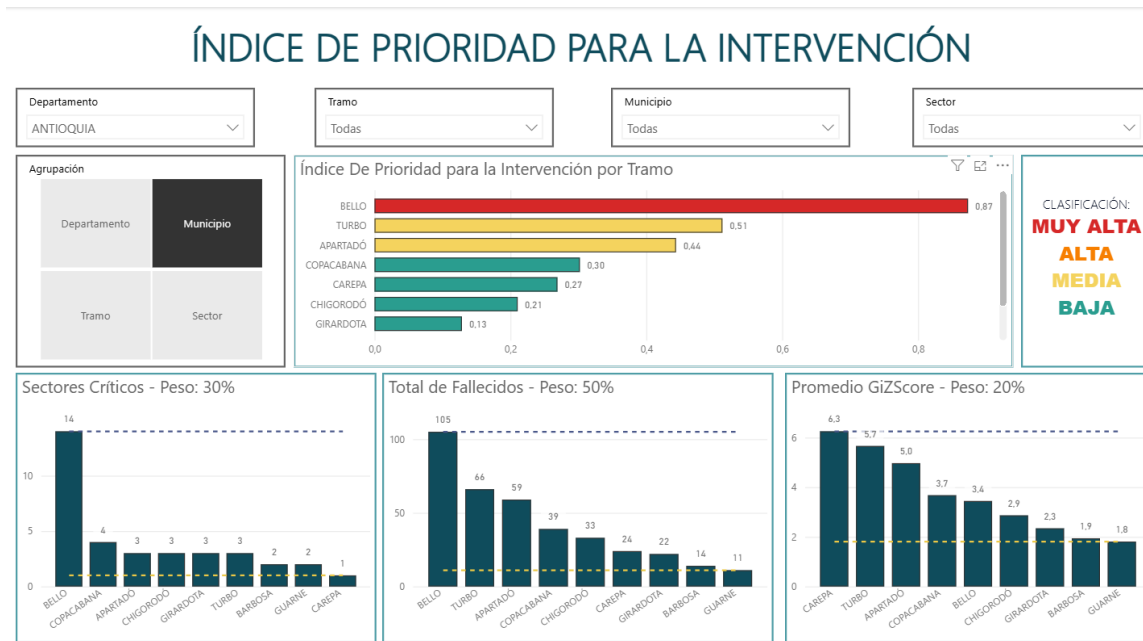


Figura 9. Visualización del índice de prioridad por municipio a nivel departamental (Antioquia)

Acceso a los recursos. El conjunto de datos utilizado puede consultarse en [\[Fuente de datos\]](#), mientras que el modelo desarrollado en Power BI se encuentra disponible en [\[Modelo en Power BI\]](#).

Conclusiones

1. El desarrollo del trabajo permitió construir un modelo de priorización orientado a apoyar la toma de decisiones sobre la intervención de sectores críticos de siniestralidad vial. El modelo integra información relacionada con la cantidad de sectores críticos, el número de fallecidos y la concentración espacial de la siniestralidad mediante el GiZScore.
2. La utilización de diferentes criterios de agrupación permitió analizar la información desde distintos niveles, pasando de departamentos y municipios hasta tramos y sectores. Esto permite que el modelo pueda ser utilizado de acuerdo con las necesidades de las entidades encargadas de la seguridad vial y facilita la identificación de zonas que requieren una mayor atención.
3. La normalización y ponderación de los indicadores permitió integrarlos en un único índice de prioridad. La mayor ponderación otorgada al total de fallecidos responde al propósito de orientar la priorización hacia la reducción de las consecuencias más graves de la siniestralidad vial, mientras que la cantidad de sectores críticos y el GiZScore permiten complementar el análisis considerando la magnitud territorial y la concentración espacial del problema.
4. La implementación del modelo en Power BI permitió convertir los resultados obtenidos en una herramienta de consulta dinámica. La posibilidad de seleccionar

diferentes criterios de agrupación, aplicar filtros y visualizar los indicadores facilita el análisis de la información y permite obtener diferentes perspectivas sobre la problemática de la siniestralidad vial.

5. Aunque los datos utilizados corresponden al periodo 2015-2019 y las condiciones de algunos sectores pueden haber cambiado, el modelo puede ser utilizado nuevamente con información actualizada. De esta manera, la propuesta no se limita al análisis de los datos utilizados en este trabajo, sino que puede servir como base para futuros ejercicios de priorización de sectores críticos y apoyar decisiones sustentadas en información.

Referencias

- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2021). *Sectores críticos de siniestralidad vial*. Datos Abiertos Colombia. https://www.datos.gov.co/Transporte/SECTORES-CRITICOS-DE-SINIESTRALIDAD-VIAL/rs3u-8r4q/about_data
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2024, 7 de febrero). *Colombia experimenta la mayor reducción en víctimas fatales por siniestros viales en 6 años*. <https://ansv.gov.co/es/prensa-comunicados/11889>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (s.f.). *Seguridad vial* [Glosario]. Recuperado el 12 de agosto de 2026, de <https://www.ansv.gov.co/es/atencion-ciudadania/glosario/seguridad-vial>
- Congreso de Colombia. (2002). *Ley 769 de 2002, por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 44.932. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=5557>
- Congreso de Colombia. (2013). *Ley 1702 de 2013, por la cual se crea la Agencia Nacional de Seguridad Vial y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56286>
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2021). *Decreto 1292 de 2021, por el cual se modifica la estructura del Instituto Nacional de Vías - INVIAS*. Gestor Normativo. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=172490>
- Departamento Nacional de Planeación. (2008). *Documento CONPES 3589: Plan vial departamental del departamento de Caldas*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3589.pdf>
- Getis, A., & Ord, J. K. (1992). The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis*, 24(3), 189–206. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x>
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2023). *Forensis 2023: Datos para la vida*. <https://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/boletines-estadisticos-mensuales>

- Microsoft. (s.f.). *What is business intelligence?* Microsoft Power BI. Recuperado el 12 de agosto de 2026, de <https://www.microsoft.com/en-us/power-platform/products/power-bi/topics/business-intelligence/what-is-business-intelligence>
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de Paraguay. (2024, 22 de marzo). *Educación vial: ¿Sabías la diferencia entre siniestro y accidente?* <https://mopc.gov.py/educacion-vial-sabias-la-diferencia-entre-siniestro-y-accidente/>
- Ministerio de Transporte. (2022). *Decreto 1430 de 2022, por medio del cual se aprueba el Plan Nacional de Seguridad Vial 2022-2031*. Diario Oficial de Colombia. <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201430%20DEL%2029%20DE%20JULIO%20DE%202022.pdf>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2024). *Anexo: Metodologías para la identificación de lugares críticos de siniestralidad vial*. <https://mintransporte.gov.co/info/mintransporte/media/anexos/4uYU2JU5.pdf>
- OECD, European Union, & European Commission, Joint Research Centre. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2023*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/379049/9789240100534-spa.pdf>
- U.S. Department of Transportation. (2025). *What is a Safe System Approach?* <https://www.transportation.gov/NRSS/SafeSystem>