

Trabajo Final de Máster
**Máster en Cadena de Suministro, Transporte y
Movilidad**

**Análisis para la mejora de la seguridad vial urbana
en Honduras: Propuesta de Implementación de
micro medidas en la infraestructura de una
rotonda en la ciudad de Tegucigalpa**

MEMORIA

Autora: Astrid Nicole Mejía Matamoros
Director: Álvaro Garola Crespo
Convocatoria: Enero, 2021



**Escuela Técnica Superior
De Ingeniería Industrial de Barcelona**



Resumen

En el último informe presentado de “Mejoramiento de la seguridad vial en el mundo” de la asamblea general de la ONU en el año 2019, menciona que los accidentes de tráfico causan más de 1,35 millones de muertes al año. Siendo los peatones, ciclistas y motociclistas los más fallecidos (54%) por esta causa a nivel mundial. También se menciona que los países de ingresos bajos y medianos, donde se encuentra el 85 % de la población y el 60 % de los vehículos, representan el 93 % de las muertes causadas por accidentes de tráfico. [1]

Por lo que en esta memoria de trabajo se analizarán los factores que afectan la seguridad vial urbana en el país de Honduras, específicamente en la ciudad de Tegucigalpa.

La primera parte de este trabajo contiene información general acerca de la seguridad vial, seguridad vial urbana y los factores de riesgo relacionados que la afectan.

La segunda parte contiene información sobre la siniestralidad vial, datos, tablas y gráficos de los fallecidos, que fueron brindados por la Dirección Nacional de Transporte y Vialidad (DNTV) de Honduras, que permiten conocer la evolución de Honduras y así también la de la ciudad de Tegucigalpa en este tema. En esta parte también se realizó un análisis general de la situación actual en España y la ciudad de Barcelona para poder realizar una comparativa de ambos países y una comparativa de ambas ciudades en términos de seguridad vial.

Por último, en este trabajo se propone la implementación de micromedidas en la infraestructura de una rotonda existente en la ciudad de Tegucigalpa como ayuda para la mejora de la seguridad vial urbana.

Índice

ÍNDICE	4
1. GLOSARIO	7
2. INTRODUCCIÓN	8
2.1. Origen del proyecto.....	9
2.2. Alcance	10
2.3. Objetivos.....	10
3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	11
3.1. Seguridad Vial.....	11
3.1.1. Factores de riesgo relacionados con la Seguridad Vial.....	11
3.1.1.1. Infraestructura: (Vía, entorno y señalización)	11
3.1.1.2. Humano: (Infracciones de Tránsito/Imprudencia).....	13
3.1.1.3. Mecánico: (Estado de los Vehículos)	17
3.1.2. El valor de la seguridad vial: Costes de la accidentalidad vial.....	18
3.2. Seguridad Vial Urbana.....	20
3.2.1. Seguridad vial urbana en rotondas	24
4. COMPARATIVA DE LOS FACTORES CLAVE DE LA SEGURIDAD VIAL URBANA EN ESPAÑA Y HONDURAS	31
4.1. Seguridad vial urbana en España.....	31
4.2. Seguridad vial urbana en la ciudad de Barcelona	38
4.2.1.1. Medidas de aplicación para la mejora de la seguridad vial en zonas urbanas en Barcelona.....	44
4.3. Seguridad Vial Urbana en Honduras	49
4.4. Seguridad vial urbana en la ciudad de Tegucigalpa	56
4.4.1.1. Medidas de aplicación para la mejora de la seguridad vial en la ciudad de Tegucigalpa.	60
4.4.2. Análisis de los resultados.....	62
5. IMPLEMENTACION DE MICRO-MEDIDAS EN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS ROTONDAS DE LA CIUDAD DE TEGUCIGALPA PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL URBANA:	66
Planteamiento del problema.....	66

5.1. Propuesta de Mejora	67
5.1.1. Selección del área del estudio:	67
5.1.1.1. Estado Actual de la Rotonda Existente:	68
5.1.2. Propuesta de Micro-Medidas de mejora:	70
5.2. Análisis de coste-beneficio en la implementación de micromedidas propuestas.....	75
5.2.1. Análisis coste beneficio (ACB)	75
6. IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL	82
7. PLANIFICACIÓN	85
8. PRESUPUESTO	86
9. CONCLUSIONES	87
10. AGRADECIMIENTOS	89
11. BIBLIOGRAFÍA	90
11.1. Referencias Bibliográficas y fuentes de información.....	90
12. ANEXOS	93
12.1. Elementos de la seguridad vial	93
12.2. Rotondas	93
12.2.1. Factores de influencia y evolución de las rotondas	93
12.2.2. Turbo rotondas.....	94
12.3. Datos Generales de Honduras.....	99

1. Glosario

- **Términos**

- **Accidente de Tránsito:** Una colisión o incidente en el que se ven implicados al menos un vehículo sobre ruedas para uso en carretera, en movimiento, en una vía pública o privada con acceso público a las inmediaciones
- **Siniestralidad Vial:** Índice de siniestros causados provocados por la circulación vial
- **Seguridad Vial:** Se define como el conjunto de acciones que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito; mediante leyes, reglamentos, normas de conducta, tecnologías y métodos orientados para prevenir accidentes o minimizar sus efectos.

- **Abreviaturas:**

- SV: Seguridad Vial
- SVU: Seguridad Vial Urbana
- ONU: Organismo de Naciones Unidas
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- OPS: Organización Panamericana de la salud
- ONASEVIH: Observatorio Nacional de Seguridad Vial de Honduras
- PMUS: Plan de Movilidad Urbana Sostenible
- UE: Unión Europea
- DGT: Dirección General de Tráfico (España)
- DNVT: Dirección Nacional de Vialidad y Transporte (Honduras)
- PN: Policía Nacional de Honduras
- TGU: Tegucigalpa, Honduras
- AMDC: Alcaldía Municipal del Distrito Central (Honduras)
- SEPOL: Sistema Estadístico Policial de Honduras
- DEI: Dirección Ejecutiva de Ingresos de Honduras
- INE: Instituto Nacional de Estadística de Honduras

2. INTRODUCCIÓN

La accidentalidad vial es un problema que ha ido creciendo a pasos agigantados en los últimos años. Tan sólo hace poco más de medio siglo era impensable que figurara como una de las principales causas de muerte. Sin embargo el rápido crecimiento del parque vehicular y la falta de medidas para organizar su circulación han hecho que la accidentalidad vial sea considerada como un problema de salud pública a nivel mundial. En la última década muchos países se han dado cuenta de la gravedad de este problema, por lo que han realizado varios estudios e implantado medidas para contrarrestarlo. [2]

En Honduras, el número de muertes por accidentes de tránsito, ocupan el segundo lugar entre las causas de muertes violentas. Sin embargo, no sólo el número de muertes sino también el número de lesiones debidas al tráfico han estado creciendo continuamente desde el año 2013. Por lo que hoy en día, el asunto de la seguridad vial en el país se ha convertido en una preocupación constante para las autoridades locales. [3]

Sin embargo, para reducir las muertes y las lesiones en accidentes de tránsito, se necesita una mejor comprensión de los factores y causas principales de los accidentes que causan la mayor siniestralidad vial en el país; para poder tomar y aplicar las medidas necesarias para la mejora de la seguridad vial.

Por lo que en este trabajo se centrará en analizar los principales factores que afectan la severidad de los accidentes de tránsito en contextos urbanos que causan fallecidos; tomando a la ciudad de Tegucigalpa como un caso de estudio para la implementación de micromedidas de mejora aplicadas a la infraestructura vial específicamente en una rotonda; con el objetivo que puedan ayudar a reducir el problema de los accidentes de tránsito

2.1. Origen del proyecto

Con la aparición del automóvil a motor a finales del siglo XIX, en el mundo millones de personas fallecen y sufren traumatismos a causa de los accidentes de tránsito. Lo que ha motivado a la necesidad de ordenar el tráfico terrestre; dando lugar al desarrollo de estructuras de gobierno que gestionen el desarrollo y el mantenimiento de las vías y vehículos. Así también ordenar y dirigir los criterios y aptitudes necesarios a los usuarios que conducen estos aparatos. [4]

Honduras no ha sido la excepción. Sin embargo, en las últimas décadas ha demostrado que su evolución desorganizada e intensificada de los problemas de movilidad, capacidad vial, infraestructura, causas sociales, económicas, y culturales, no están ayudando de manera positiva el desarrollo de las ciudades y esto ha generado un mayor incremento en el uso del vehículo privado, como transporte principal para movilizarse. [5]

Teniendo el uso del vehículo privado como transporte principal ha hecho que la congestión vehicular a nivel nacional vaya en incremento¹ más que todo en las ciudades urbanas del país. Como solución a esta problemática los entes gubernamentales² encargados del desarrollo de las ciudades han comenzado con la construcción de infraestructura vial orientada al vehículo privado; creando puentes de desnivel, túneles, rotondas, las cuales han incluido como solución para la congestión vehicular. Sin embargo esto también ha causado el incremento del número de accidentes viales en ciertas zonas debido a factores generales, a la poca educación vial y al poco conocimiento de su uso que pone en riesgo la seguridad vial. [6]

En el año 2019 la Dirección General de Vialidad y Transporte de Honduras (DNVT) a través del Sistema Estadístico Policial (SEPOL) que es el ente encargado de la digitalización de datos de accidentalidad vial, registró en Honduras más de 4,061 accidentes viales en todo el país. Por lo que demuestra que uno de los principales problemas de la seguridad vial en Honduras es la alta incidencia de la accidentalidad vial. Al incrementar el número de accidentes viales, también puede incrementar la posibilidad del número de fallecidos. [7]

Por lo que ante la creciente necesidad de saber cuáles son las causas de esta accidentalidad se hará el análisis de estos factores principales que afectan la seguridad vial urbana y se propondrán micro medidas de mejora para la reducción de accidentes de tránsito en las vías urbanas específicamente en las intersecciones urbanas de tipo rotonda. Todo esto para que permita progresivamente el interés de las demás ciudades de Honduras en alinear sus intereses para la implementación y el mejoramiento de estas medidas de mejora; para esto es prioritario el involucramiento tanto de la participación ciudadana, y de la sociedad civil, como la gubernamental.

¹ Fuente: Dirección General de Vialidad y Transporte/SEPOL/ONASEVIH

² Gobierno de la República, Alcaldías Municipales y otros.

2.2. Alcance

El alcance de este proyecto de investigación es el análisis de los factores y causas principales que provocan accidentes viales en las zonas urbanas de Honduras y la ciudad de Tegucigalpa que afectan la seguridad vial y que tienen como resultado víctimas mortales.

Además se presentara un diseño de mejora en la infraestructura para una rotonda de la ciudad de Tegucigalpa para reducir la accidentalidad.

2.3. Objetivos

Objetivo General:

- Analizar los factores de riesgo principales que afectan la seguridad vial urbana, que causan fallecidos y proponer la implementación de micro medidas para reducir la accidentalidad de una rotonda en la ciudad capital Tegucigalpa, Honduras.

Objetivos Específicos:

- Comparar los factores y causas principales de los accidentes viales que causa fallecidos en España y Honduras.
- Comparar los factores y causas principales de los accidentes viales que causa fallecidos en Barcelona y Tegucigalpa.
- Analizar y conocer medidas de seguridad vial urbana implementadas en la ciudad de Barcelona y Tegucigalpa.
- Aplicar medidas de seguridad basadas en Barcelona en la ciudad de Tegucigalpa.
- Analizar la viabilidad económica y social de la implementación de las medidas propuestas.

3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. Seguridad Vial

Factores de influencia y evolución de la seguridad vial

A finales del siglo XIX y a principios del siglo XX la venta de automóviles y el incremento de ellos en las carreteras británicas y estadounidenses fue increíblemente vertiginoso. Se dice que a mediados del siglo XX más de medio millón de personas habían muerto en las carreteras estadounidenses, por culpa de uso del automóvil; siendo en casi todos los casos culpa del conductor y de ciertos componentes de la máquina que eran letales para la integridad física de los ocupantes. A pesar de estos accidentes los vehículos se seguían vendiendo ya que eran símbolo de prestigio y estatus; por lo cual en esa época para los ricos se convirtieron en algo sumamente imprescindible. Esto trajo consigo muchos más accidentes de tránsito³, los cuales se achacaban a los malos conductores, a los efectos del alcohol, y a los excesos de velocidad [4]

Debido a esto fue necesario por parte de las autoridades crear una serie de normas y requerimientos para darlas a conocer a la sociedad y así poder tener mejor control sobre el comportamiento de los conductores durante la conducción y también así a la industria que se encarga de la fabricación de un vehículo. [8] Es allí donde nació el termino de Seguridad Vial.

La seguridad vial se define como el conjunto de acciones que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito; mediante leyes, reglamentos, normas de conducta, tecnologías y métodos y medidas orientadas para prevenir accidentes o minimizar sus efectos [9], que aplican los organismos involucrados⁴. Cuyo objetivo principal es tratar de salvaguardar la vida de las personas afectadas directamente o indirectamente, como ser los conductores, pasajeros, peatones, ciclistas u otros, en un accidente de tránsito.

3.1.1. Factores de riesgo relacionados con la Seguridad Vial

Los factores de riesgo relacionados a la seguridad vial se han basado en tres factores principales como ser: La infraestructura, humano, y el mecánico. [10]

3.1.1.1. Infraestructura: (Vía, entorno y señalización)

El factor infraestructura como ser el tipo de calzada, franjas de carretera (banquinas), la

³ **Accidente de tránsito:** Una colisión o incidente en el que se ven implicados al menos un vehículo sobre ruedas para uso en carretera, en movimiento, en una vía pública o privada con acceso público a las inmediaciones.[42]

⁴ Dirección General de Tráfico, Policía Nacional, Ministerios de Salud, Organismos Internacionales, Alcaldías, etcétera.

existencia de peralte, puentes, alcantarillas, pendientes, vías de circulación y señalización, dependiendo de su estado de conservación y mantenimiento influirán también en la circulación de los vehículos y en los siniestros que se puedan producir. [11]

Los elementos de la infraestructura vial se ven basados en los elementos estables y cambiantes como ser: [11]

Elementos estables (componente estructural de la vía):

- Geometría
- Pavimento
- Equipamientos
- Iluminación
- Señalización

Con respecto a la geometría de la vía se puede decir que el radio de curvatura, la existencia de peralte y su sentido de inclinación pueden influir en la estabilidad direccional de los vehículos, particularmente cuando circulan a una velocidad elevada, como influyen también la presencia de baches, lomos de asno y toda otra anomalía de la superficie del camino. Por otro lado la falta de iluminación y señalización adecuada puede ser un factor importante para la causa de siniestros viales ya que estos sirven de manera orientativa al conductor para su traslado y así poder dirigirse correctamente por las vías que utilice. [10]

Por otro lado el pavimento también influye en la adherencia del neumático a la existencia de tierra suelta, arena o agua sobre la calzada, comportándose los dos primeros elementos como pequeños rodamientos entre las superficies en contacto y el segundo como película lubricante, particularmente en aquellos casos en que el automotor cuenta con cubiertas de deficiente dibujo. [12]

Elementos cambiantes (situación funcional de cada momento):

- Congestión
- Composición del tráfico
- Obras
- Condiciones meteorológicas

La lluvia, niebla, humo y luminosidad (claridad) son algunos de los principales constituyentes de las condiciones meteorológicas que pueden influir en la causa de los siniestros viales, afectando por un lado la visibilidad, la que puede verse atenuada, disminuida e incluso anulada, impidiendo percibir con suficiente tiempo y espacio la situación de riesgo. Imposibilitando consecuentemente la realización de maniobras de evasión o frenado. [12]

Asimismo mencionar que la congestión y la composición del tráfico puede influir en la accidentalidad debido al incremento de las posibilidades de estar en contacto con otros vehículos y así causar accidentes entre sí. [15]

3.1.1.2. Humano: (Infracciones de Tránsito/Imprudencia)

La mayoría de estudios realizados demuestran que el factor humano en la conducción es el elemento que más importancia tiene para explicar la accidentalidad. [10] En primer lugar es el conductor el que decide tener un vehículo o no, realizarle las revisiones periódicas para mantenerlo en buen estado, salir de viaje o quedarse en casa en dado caso la climatología no sea favorable y también su responsabilidad de conducir con cierta educación vial.

Estas aptitudes por parte de los conductores básicamente las podemos agrupar de la siguiente manera [10]:

- Falta de conocimientos e información
- Falta de habilidades en la conducción
- Actitudes y conductas inseguras

Los factores de riesgo relacionados con el conductor son múltiples, pero mencionamos algunos como ser: [10]

- Alcohol y drogas
- Fármacos
- Fatiga y sueño
- Distracciones
- Velocidad
- Factores psicológicos

Siendo el alcohol, las drogas, la velocidad y las distracciones los factores más comunes que producen mayor accidentalidad en los países. Por lo cual se presenta una descripción de cada uno de estos factores más comunes.

Alcohol:

El alcohol es un factor de riesgo en la conducción, relacionado con un elevado número de accidentes de tráfico en carretera y en la ciudad. La tasa de alcoholemia es la cantidad de alcohol que hay en la sangre y se mide en gramos de alcohol por cada litro de sangre (g/l) o su equivalente en aire respirado (mg/l). [10] No obstante, cualquier alcoholemia por pequeña que sea, puede alterar la capacidad de conducir, e incrementar el riesgo de accidente.

Cabe mencionar que aunque dos personas beban la misma cantidad de alcohol, resulta muy poco probable que alcancen la misma tasa de alcoholemia o que lo hagan en el mismo momento. Incluso en la misma persona que ingiere alcohol en dos días distintos, la tasa de alcoholemia que alcance también puede variar. [10]

En conclusión, beber y conducir incrementa las posibilidades de sufrir o causar accidentes. El alcohol produce alteraciones del comportamiento y afecta a la mayoría de las capacidades psicofísicas necesarias para una conducción segura. A partir de una alcoholemia de 0,5 g/l los efectos del alcohol son evidentes para la gran mayoría de las personas. [13] Por lo cual es mejor evitar su consumo para reducir la posibilidad de sufrir un accidente de tránsito.

Drogas

Además de las bebidas alcohólicas, hay toda una serie de productos generalmente ilegales que también pueden alterar gravemente nuestra capacidad para conducir vehículos con seguridad. Las llamadas drogas de abuso, entre las que destacan:[10]

- El cannabis o marihuana,
- La cocaína
- Las anfetaminas
- El éxtasis o la heroína.

El consumo de estas sustancias tiene un gran impacto en la accidentalidad, sobre todo en los siniestros de mayor gravedad. Ya que estas son sustancias que alteran las funciones psíquicas (ya sean legales o ilegales) por lo que pueden influir al momento de conducir un vehículo; estas se pueden clasificar en tres grandes grupos: [10]

- Depresoras: Disminuyen o enlentecen las distintas funciones del sistema nervioso central.
- Estimulantes: Aceleran el funcionamiento normal del cerebro y provocan un estado de activación elevada.
- Perturbadoras: Alteran gravemente el funcionamiento del cerebro, dando lugar a efectos muy variados en función de la sustancia de que se trate.

Aunque cada droga es en cierto modo distinta, cada uno de estos grupos de sustancias tiene unas características comunes y afectan a la conducción de una forma particular. [10]

Principales Tipos de Drogas		
Depresoras	Estimulantes	Perturbadoras
Alcohol	Anfetaminas	L50
Opio y sus derivados: Heroína, Morfina, Metadona	Cocaína, Speed, Nicotina	Mescalina, Cannabis
Ansiolíticos	Cafeína	Extasis
Hipnóticos	Teína	Inhalantes

Tabla 2: Principales tipos de Drogas, Fuente: DGT

La Velocidad:

En la conducción con respecto a la seguridad vial se puede hablar de dos tipos de velocidades: [10]

- La velocidad moderada: que puede ser considerada como un factor protector frente a los accidentes de tráfico. Circular siempre a una velocidad moderada y adecuada a la situación en la que se encuentra puede evitar que se sufra un accidente y aunque este finalmente llegue a producirse, probablemente será de mucha menor gravedad que si hubiese estado circulando con mayor velocidad. Y [10]

- La velocidad excesiva o inadecuada: que es una de las principales causas de accidentes de tráfico, debido a que potencia todos los fallos humanos en la conducción. Se calcula que este factor de riesgo se relaciona directamente con 1 de cada 5 accidentes con víctimas. Cuando existe exceso de velocidad, la proporción de accidentes mortales es un 60% superior a cuando no lo hay.[10]

Muchos de los accidentes que se producen en las carreteras son en zonas urbanas, se producen mayormente por colisión debido a esta razón. Cuanto más elevada es la velocidad, mayor es la gravedad del accidente. Los daños físicos y materiales que se sufran en caso de accidente están muy relacionados con la cantidad de energía (cinética⁵) que se ha acumulado. Por ejemplo, si la colisión es contra un objeto rígido, el impacto puede compararse a saltar con el vehículo desde un determinado edificio: [10]

Ejemplos de colisiones y su impacto:

- Una colisión a 50 km/h equivale a caer desde un tercer piso.
- Una colisión a 120 km/h equivale a caer desde el piso 14º.
- Una colisión a 180 km/h equivale a caer desde el piso 36º.

La velocidad excesiva también influye en gran medida en la mortalidad de peatones y ciclistas. A 30 km/h tan sólo el 5% de los peatones atropellados fallecerá a consecuencia del accidente, mientras que a 50km/h la proporción de muertos se aproxima al 50%. A partir de 80 km/h prácticamente todos los peatones atropellados morirán a consecuencia de las lesiones sufridas. Además, a partir de los 30 km/h y especialmente entre los 40 y los 55 km/h, la probabilidad de causar una invalidez permanente a un peatón como resultado del atropello es ya muy significativa. [10]

Nuevas modalidades de transporte en zonas urbanas

En los últimos años también han surgido nuevas modalidades de vehículos para transportarse llamados generalmente transportes de micro movilidad, como ser los:

- Patinetes
- Scooters
- Bicicletas eléctricas

Que son vehículos de una o más ruedas dotados de una única plaza y propulsados exclusivamente por motores eléctricos que pueden proporcionar al vehículo una velocidad máxima por diseño comprendida entre 6 y 25 km/h. Estos también afectan en gran medida últimamente a diferentes usuarios en las vías urbanas secundarias y principales. [14]

Por ejemplo en España con la nueva redacción del artículo 50 del reglamento de circulación el límite genérico de velocidad en las vías urbanas de estos vehículos serán los siguientes [13]:

⁵ Cinética: Esta energía aumenta en función del peso y de la velocidad del vehículo.

- a) 20 km/h en vías que dispongan de plataforma única de calzada y acera.
- b) 30 km/h en vías de un único carril por sentido de circulación.
- c) 50 km/h en vías de dos o más carriles por sentido de circulación.[14]

Por todo ello, las limitaciones por parte de las autoridades locales en cuanto a la velocidad son un instrumento importante y justificado para reducir las tasas de accidentalidad en las diferentes vías tanto interurbanas como urbanas. Sin embargo a pesar de estas regulaciones siempre habrá otras circunstancias como alguna alteración en el estado de la vía, estado del vehículo que podrían influir en los accidentes viales.

Distracciones

Existe una variada gama de factores que pueden dar lugar a una atención inadecuada o provocar la aparición de distracciones. Unos proceden del propio individuo, internos, y otros tiene su origen en el entorno que circula al conductor, externos. [15]

Hay factores externos e internos que provocan distracciones, como ser:

- Compañía en el vehículo
- Radio/CD
- Uso del móvil y GPS
- Comer/Beber
- Buscar algún objeto dentro del vehículo
- Fumar
- Maquillarse

Sin embargo las distracciones más destacables de todas estas son el uso del móvil, GPS y el radio CD, por lo cual se describen a continuación:

- Móvil: El uso de teléfonos móviles mientras se conduce, multiplica por cuatro el riesgo de sufrir un accidente, aunque se utilice el dispositivo de manos libres. Se dice que las distracciones al volante son las causas de más del 30% de los accidentes de tráfico en España. Según otro estudio elaborado por la revista Autopista, estima que en España el 15% de los conductores españoles utiliza un Smartphone al volante y que escribir o leer un mensaje de WhatsApp mientras se conduce se ha convertido en algo tan usual y a la vez igual de peligroso que conducir bajo los efectos del alcohol. [12]
- GPS: El uso de los navegadores GPS, que en muchos de los vehículos de hoy en día ya vienen instalados de fábrica y aunque dispongan de un sistema de voz y no haga falta usar las manos, puede distraer al conductor debido a los numerosos mensajes que transmite durante la conducción o manipularlo mientras el vehículo se encuentra en marcha. [12]

- Radio/CD: Fijar la mirada durante un segundo para sintonizar una emisora o buscar una canción, provocan serias distracciones que desencadena en numerosas ocasiones el accidente de tráfico. [15]

Se buscan muchas explicaciones para poder justificar el uso de estos aparatos que generan distracción. Sin embargo la explicación puede ser que muchos de los conductores se sienten más relajados a medida que van adquiriendo experiencia y tienden a dedicar el tiempo que pasan en el vehículo a otras actividades que afectan la adecuada conducción. [10]

3.1.1.3. Mecánico: (Estado de los Vehículos)

De todos los elementos implicados en la seguridad vial, el vehículo es el que ha más ha evolucionado en los últimos años. En la mayoría de los accidentes que tienen como causa principal el vehículo, ésta es atribuible a un mal mantenimiento o mal uso del mismo. Por lo cual se presentan los principales defectos detectados que implican la accidentalidad con respecto al mantenimiento de los vehículos y los factores clave para mejora de la seguridad vial.

Mantenimiento del vehículo

Cabe mencionar que de todos los elementos implicados en la seguridad vial, el vehículo es el que ha más ha evolucionado en los últimos años. Sin embargo los principales defectos detectados con más implicación en la accidentalidad con respecto al mantenimiento son: [12]

- Mal estado de los neumáticos
- Problemas de frenos, dirección y suspensión
- Defectos de iluminación

Por lo que es muy importante hacer una revisión del vehículo antes de realizar trayectos largos, sobre todo en épocas de verano y en navidades donde hay mayores desplazamientos. Por ejemplo en España el 33% de los defectos detectados en las inspecciones de vehículos (ITV) afectan al triángulo de la seguridad, es decir, frenos, neumáticos y suspensiones. En el caso de vehículos para uso profesional, se recomienda su mantenimiento una vez al mes, aunque sea por el conductor revisando la presión de los neumáticos, niveles de líquidos y estado de las luces. [15]

Los factores clave para la mejora de la seguridad vial referentes a los vehículos por parte de la industria automotriz han sido relacionados a la seguridad activa y pasiva del vehículo:

Seguridad activa: está compuesta por aquellos elementos o mecanismos del vehículo que tienen como finalidad disminuir el riesgo de que se produzca al momento de un accidente, como ser: [12]

- Sistema antibloqueo de frenos. ABS
- Control de Estabilidad. ESP
- Suspensión y dirección

- Neumáticos
- Iluminación y limpia parabrisas

Seguridad pasiva: Son los elementos encargados de reducir al mínimo los daños que se pueden producir cuando el accidente es inevitable. [12] Como ser:

- Sistema de absorción de impacto (Reposacabezas, Airbag)
- Cinturón de seguridad
- Casco (en caso de uso de motocicletas, bicicletas o nuevos transportes de movilidad)

Por ejemplo el cinturón de seguridad se dice que reduce el 90% el riesgo de muerte y de lesiones graves en la cabeza y en un 75% el riesgo de heridas leves, fracturas u otro tipo de lesiones. El Rompecabezas y airbag (bolsa de aire) son elementos que complementan al cinturón de seguridad para evitar lesiones cervicales y frenar el movimiento de los cuerpos que chocan contra él. Se dice que estos dispositivos reducen en un 30% la muerte. [12]

Estos elementos pueden ayudar a la reducción de impactos que puedan causar daños graves a los cuerpos de los ocupantes en caso de impacto, evitando así golpes en el interior del vehículo o incluso que el cuerpo salga despedido a la carretera. [12]

3.1.2. El valor de la seguridad vial: Costes de la accidentalidad vial

Todos los accidentes tienen un coste. Los accidentes de tránsito no solo suponen unas enormes consecuencias trágicas humanas, sino que estos generan tremendos costes económicos para la sociedad en general y la administración pública y privada que afectan las economías nacionales de los países. Por lo cual, es necesario calcular el impacto general que tienen los accidentes de tránsito sobre la economía de un país o una región. Para que ayude y aporte a la decisión sobre las inversiones públicas o privadas destinadas a reducir los accidentes de tránsito. Los elementos que intervienen en el cálculo del coste de la accidentalidad vial, son los siguientes [16]:

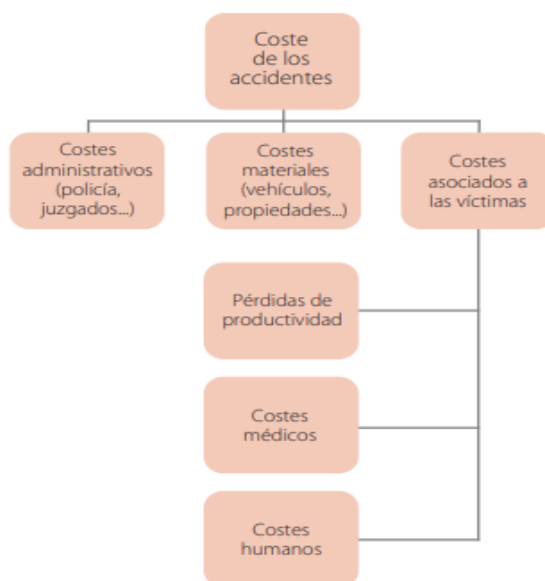


Figura 3: Elementos del coste de los accidentes,
Fuente: El valor de seguridad vial por Fundacionfitsa.org

1. Los **costes administrativos** incluyen el trabajo realizado por la policía, los jueces y abogados, las compañías de seguros, etc., para “gestionar administrativamente” los siniestros: informes, formularios, juicios... Si se comparan con otros costes, los costes administrativos son substancialmente menores en cuanto a su cuantía económica, por lo que no suelen ser cuestionados para eliminarlos. [16]
2. Los **costes materiales** incluyen los costes de reparación o sustitución de los vehículos implicados en los accidentes, así como los costes de reparación de los daños ocasionados en las vías de circulación (sustitución de las barreras de seguridad afectadas, señales de seguridad, elementos de alumbrado, limpieza de la vía, etcétera). [16]
3. Los **costes asociados a las víctimas** de los accidentes son los que más interés merecen. Estos costes incluye tanto los costes médicos asociados a la asistencia sanitaria recibida en el lugar del siniestro, en el hospital y durante todo el proceso de recuperación, como los costes asociados a la pérdida de producción a lo largo del periodo de baja laboral o, en el caso de los fallecidos o de los incapacitados totales, a lo largo de la vida laboral que quedaba por delante y que ha resultado truncada por el accidente. [16]

Existen básicamente tres métodos para calcular los costes humanos asociados a los accidentes de tráfico:

- A. **El método de las indemnizaciones** basado en las indemnizaciones medias pagadas por las compañías aseguradoras a las víctimas de accidentes o a sus familiares. [16]

- B. El método del capital humano** el cual se basa en calcular las pérdidas productivas y, en ocasiones, añadir un cierto porcentaje a los costes resultantes para con ello representar el dolor y el sufrimiento humano asociado a los accidentes de circulación. [16]
- C. El método de la disposición al pago** basado en encuestas en donde se pregunta a los entrevistados qué cantidad de dinero estarían dispuestos a pagar para beneficiarse de una determinada reducción en el riesgo de sufrir un accidente. [16]

Sin embargo, calcular el coste de los accidentes de tráfico es una de las herramientas clave para justificar las inversiones en seguridad vial. En este sentido, tiene su lógica determinar los costes de la accidentalidad para poder analizar y evaluar la creación de carreteras inteligentes y seguras diseñadas para reducir los accidentes mortales que producen fallecidos y lesionados en un país o ciudad. [16]

3.2. Seguridad Vial Urbana

Una ciudad es un espacio urbano densamente poblado que ha sido creado para albergar comunidades humanas donde el contacto, la convivencia y la comunicación constituyen la esencia de la vida colectiva para su desarrollo social y económico.[17]

El ritmo de crecimiento urbano no tiene precedentes, más de la mitad de la población mundial, o casi 4 mil millones de personas, viven en ciudades desde el 2015. [22] Sin embargo, mientras que las ciudades son incubadoras de innovación y ayudan a aumentar el empleo y el crecimiento económico, la rápida urbanización trae consigo enormes desafíos, entre ellos viviendas inadecuadas, el aumento de la contaminación del aire y la falta de acceso a servicios básicos e infraestructura. Por lo que en las ciudades los costes económicos derivados de los efectos negativos de los impactos ambientales y sociales que son asociados a la contaminación, ruidos, consumo de combustibles fósiles, accidentes de tránsito, pérdida de tiempo, etc., han ido en aumento hasta el punto de poner en evidencia la insostenibilidad del sistema en las ciudades. [18]

A raíz de esto, ha surgido el debate sobre la necesidad urgente de avanzar hacia un modelo de movilidad más sostenible, que tenga como objetivo satisfacer las necesidades de la sociedad actual siempre y cuando no afecte a las generaciones futuras. Por lo que la cultura de la sostenibilidad en materia de movilidad urbana apuesta por la convivencia pacífica de todos los medios de transporte y el reparto equitativo del espacio público. [18]

Sin embargo, cuando se apuesta por estas medidas más sostenibles en las ciudades, sabemos que se crean e inciden una mayor presencia de usuarios vulnerables como ser los peatones, motoristas y ciclistas; que comparten la vía pública con todo tipo de vehículo; que se traduce en un perfil diferente de la siniestralidad vial que afecta directamente a estos tipos de usuarios. [17]

Por lo que el objetivo prioritario de las actuaciones en materia de movilidad urbana por parte de las políticas nacionales locales y municipales es implementar y proponer medidas para reducir estos efectos en las ciudades urbanas y así de este modo reducir la siniestralidad que afecta a los usuarios principales de estas vías. Cuando se aplican estas medidas, ya no es la fluidez del tráfico la prioridad sino la seguridad de todos los usuarios del espacio público como lo muestra la pirámide de la jerarquía de la movilidad sostenible, que se presenta en la figura 4. [17]

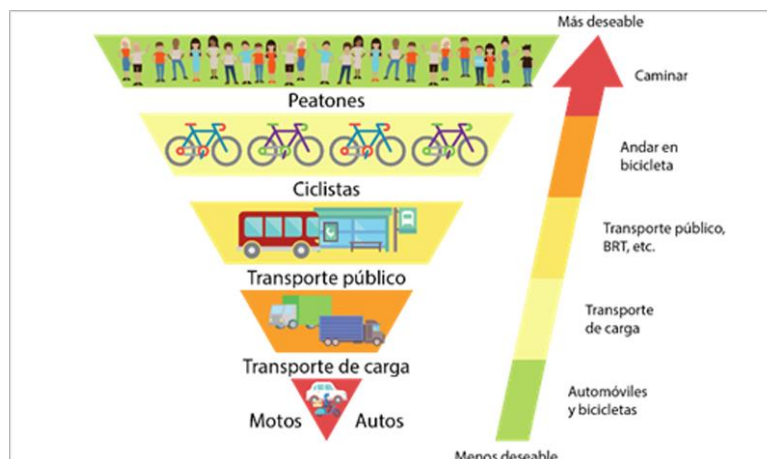


Figura 4: Jerarquía de prioridades de Movilidad Urbana Sostenible,
Fuente: esmartcity.es⁶

Para que esto sea posible también es imprescindible contar con la participación ciudadana y avanzar hacia un amplio consenso social que permita hacer de la movilidad sostenible y segura el eje vertebrador de cualquier política y plan de actuación. Ya que la mayoría de los desplazamientos se inicia y finalizan en el espacio vial urbano, por lo que las ciudades deben ser los ámbitos territoriales donde se lleven a cabo las acciones prioritarias en materia de seguridad vial. [18]

Usuarios más afectados por accidentes de tránsito en zonas urbanas:

Vivir en la ciudad representa un riesgo elevado de ser partícipe de algún tipo de accidente vial, debido al gran número de desplazamientos que se realizan diariamente en el ámbito urbano. Los usuarios más vulnerables⁷ y afectados en estos accidentes en la zona urbana son los: [17]

- Peatones

⁶ <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/estado-politicas-publicas-movilidad-america-latina>

⁷ Usuarios vulnerables: la OMS afirma que son todos aquellos usuarios de la vía que en caso de accidente carecen de un escudo protector por lo que los impactos son absorbidos directamente por el cuerpo.

Son los usuarios protagonistas del espacio público y lo más vulnerables frente a los medios de transporte en caso de accidentes de tráfico, debido a los atropellos que estos puedan sufrir en las distintas vías. El grado de vulnerabilidad depende en gran medida de la edad de la persona, de su condición física y de sus pautas y hábitos de comportamiento a la hora de desplazarse por la calle. Por esta razón, es necesario que sean especialmente respetuosos con los semáforos y la señalización, y que se eviten las distracciones que disminuyen la capacidad de atención, para evitar atropellamientos. [19]

Los tres colectivos de peatones más vulnerables de atropellamiento son los: niños, adultos mayores y personas con movilidad reducida. Se dice que el atropellamiento es la primera causa de muerte de peatones por accidente de tráfico en las ciudades. A partir de 70 km/h un atropello es habitualmente una muerte segura, mientras que a 50 km/h el riesgo de muerte se reduce al 75% y a 30 km/h se pueden evitar tres de cada cuatro atropellos. [19]

- Ciclistas

Los usuarios de bicicletas en los últimos años también se han convertido en usuarios vulnerables debido a que estos han ido ganando protagonismo como sistema de transporte urbano por lo cual circulan por zonas urbanas, intersecciones o rotondas y por terrenos alterados que comparten con otros medios de transporte. Se dice que en muchos de los casos los ciclistas son invisibles para los conductores, por lo cual por lo mismo se generan más accidentes de tránsito que afectan a estos usuarios. [19]

- Motoristas:

Así como los peatones y los ciclistas este tipo de usuario sigue siendo uno de los colectivos más vulnerables de las vías. Se dice que por kilómetro recorrido, el riesgo de morir de un motorista es 17 veces superior al del conductor de un turismo. [19]

Localización de los accidentes viales en zonas urbanas

Las lesiones producidas por accidentes de tránsito y la inseguridad en los desplazamientos en el ámbito urbano por parte de los usuarios vulnerables, constituyen uno de los problemas con mayor impacto en la morbilidad y en la mortalidad de un país, y además también son causa de un gran número de incapacidades. Por lo que se consideran víctimas de dichos accidentes de tráfico y que constan en el registro de accidentes como personas implicadas con lesiones leves, graves o fallecidas en zonas urbanas a aquellas personas que han tenido accidentes en lugares como ser travesías, cruces peatonales, intersecciones, avenidas, calles, etcétera. Donde describimos algunos de estos sitios de alta accidentalidad: [17]

Travesías: Entendemos por travesía el tramo de carretera que atraviesa una población y en las que la velocidad de circulación en la misma es igual o inferior a 60 Km/h. La accidentalidad en travesías está motivada en la mayoría de los casos por la mezcla de tipos de tránsito (vehículos, bicis, peatones, etcétera.) y las velocidades inadecuadas de los vehículos en las mismas. Los problemas más frecuentes y que mayor número de accidentes causan en las travesías son el exceso de velocidad, conflictos entre vehículos motorizados y peatones,

conflictos entre vehículos motorizados y bicicletas, movimientos de giro, vehículos estacionados, mala visibilidad debido a estacionamientos y condiciones de visibilidad deficientes. [20]

Cruces peatonales: Los cruces peatonales marcados se distinguen habitualmente con rayas blancas pintadas en el suelo. En algún momento de un recorrido a pie, se debe cruzar una o varias calles, ya sea en intersecciones o no. En muchas situaciones, el atravesar la vía incrementa el riesgo que corren los viandantes de sufrir traumatismos a causa del tránsito.[21]

Intersecciones: las intersecciones son emplazamientos que presentan una gran complejidad, no habiendo otras localizaciones que tengan un número de conflictos tan elevado. Esto es así porque en una intersección los flujos vehiculares que son procedentes de los diferentes accesos a la misma realizan una serie de movimientos de giro a la izquierda, de giro a la derecha y de paso recto a través de la intersección pudiendo causar controversia y por ende accidentes. [21]

La intersección más peligrosa y, por tanto, la que más accidentes con personas lesionadas conlleva es la de forma de “X” o “+”, seguido de los cruces en “T” o “Y” (incorporaciones a autovías o autopistas o estrechamientos de la calzada). Los dos accidentes más comunes en una intersección son, por un lado, el alcance entre dos vehículos debido a que no se guarda la distancia de seguridad reglamentaria y en ciudad a que se conduce con mayor distracción. Por otro, y mucho más peligroso, el alcance frontolateral, es decir, en el que uno de los vehículos tiene daños frontales mientras que el segundo vehículo implicado presenta daños laterales. [22]

Por lo que la intersección giratoria, conocida popularmente como rotondas, son las intersecciones que manifiestan un mejor comportamiento en cuanto a la seguridad vial. Hay estudios que demuestran que después de su construcción los accidentes de circulación vial se reducen entre un 40% y un 70% [22]

Los puntos de conflicto⁸ de una rotonda se encuentran dependiendo de su número de carriles, las rotondas de multicarril sus puntos de conflicto son los que aparecen en la figura 5 teniendo 8 puntos de conflictos en total comparado con una intersección en X sus puntos de conflicto son mayores 32 en total: [23]

⁸ Puntos de conflicto: puntos potenciales de accidentes viales en una intersección.

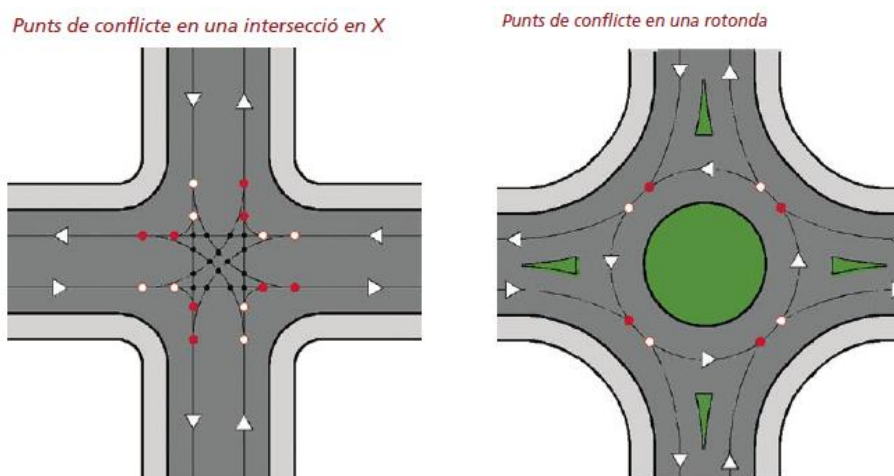


Figura 5: Puntos de conflicto, en intersecciones X y rotondas
Fuente: Plan local de seguridad viaria/Generalitat de Catalunya/2004

Sin embargo las rotondas son una de las medidas de seguridad vial más efectivas para mejorar la circulación y la reducción de accidentes en intersecciones, pero también causan una gran confusión debido al poco conocimiento de su uso, pudiendo generar accidentes. [22]

3.2.1. Seguridad vial urbana en rotondas

Rotondas

Conocidas también como glorietas, redondel, u óvalos, se define como un tipo de intersección especial, caracterizada porque los tramos que en ella confluyen se comunican a través de un anillo (calzada aproximadamente circular) en el que se establece una circulación rotatoria alrededor de una isleta central.[13]

Si bien legalmente no hay una definición propiamente establecida para referirse a ellas, ya que cada país tiene su manera de nombrarlas, cabe aclarar que para el entendimiento y para la redacción de este documento a partir de este momento se utilizara el término rotondas para la descripción de las mismas.

Tipos de rotondas

Existen diferentes tipos de clasificaciones para las rotondas; en función de su geometría, su funcionamiento, su diámetro exterior e interior, y según el contexto donde se ubican. [24]

Para este trabajo analizaremos según el contexto donde se ubican, específicamente las rotondas urbanas. Las rotondas urbanas, son todas aquellas intersecciones dotadas de un obstáculo central, rodeado por una calzada anular con sentido de circulación giratorio a derechas sobre la que confluyen varias calles, que se rige por una especial regla de prioridad según la cual los vehículos que pretendan entrar en la calzada anular deben ceder el paso a

los que ya se encuentran en ella. Pueden encontrarse en zonas urbanas, zonas residenciales, en entradas de ciudades. [24] En el anexo 12.2 se puede ver los factores y la evolución de las rotondas.

Las rotondas, parecen ser una buena solución al problema de las intersecciones en el tráfico rodado, ya que su estructura de funcionamiento hace que se reduzca el tiempo medio de espera por parte de los usuarios, si se compara con lo que sucede en una intersección regulada por semáforos. Sin embargo muchos conductores encuentran dificultades para circular correctamente por ellas, ya que existen dudas sobre qué carril usar, confusión sobre que vehículo tiene la prioridad a la hora de salir de la rotonda, originando con mucha frecuencia los accidentes viales en esa zona. [25] en anexo 12.2.2 se puede ver otra propuesta de tipo de rotondas llamadas Turbo Rotondas para reducir la accidentalidad en las mismas.

Características de la accidentalidad en rotondas urbanas

Los problemas de accidentalidad más comunes en las rotondas están relacionados con:

1. El comportamiento del conductor a lo largo de las zonas de entrada, en la calzada circulatoria y en la salida de la rotonda. [26] por diferentes razones pero algunas son por:
 - Falta de conocimiento de que carril utilizar
 - Cambio de carril dentro de la rotonda
 - Distracciones/Imprudencia
2. La alta velocidad en la vía principal de entrada en la rotonda.
3. La Insuficiente visibilidad de parada o cruces.
4. La falta de señalización de pre aviso y aviso de las rotondas.

Estos comportamientos plantean problemas de seguridad y riesgo de accidentes, sin lesiones graves pero afectando el flujo normal del tráfico. Sin embargo el tipo de accidente más frecuente que se produce es por colisión frontolateral entre dos vehículos, como combinación de un exceso de velocidad en la vía principal, e incumplimiento de la obligación de ceder el paso desde las carreteras secundarias. Cabe mencionar que estos riesgos tienden a aumentar con el aumento del número de carriles, lo que permite o induce un mayor número de maniobras dentro de la misma. [27]

Por lo que en se requieren de ciertas medidas de prevención para reducir la accidentalidad en las rotondas. Y así de esta manera poder mejorar la seguridad vial en las mismas.

Medidas de prevención para reducir la accidentalidad en Rotondas:

Las características básicas de una rotonda son las siguientes: entrada, salida, isleta central, calzada anular, líneas de ceda el paso, cruces peatonales. Por lo cual estos trazados deben destacar para poder reducir los accidentes en las rotondas. Por lo que las medidas de prevención para vehículos y otros usuarios son básicas para su correcto uso. [28]

A. Medidas de prevención para vehículos:

Las señalizaciones para uso de carreteras ya sean verticales, horizontales, de preaviso y otros tienen su normativa de acuerdo al país que se implementan. En el caso de los países europeos tienes la norma 8.2-IC y en la región de las américas se basan en las medias implementadas por la AASHTO y otros manuales de dispositivos uniformes para el control del tráfico. Por ejemplo el de la SIECA (Secretaria de Integración Económica Centroamericana).

- Colocación de señales verticales de aviso de la calzada anular: Esta señal se implementara para advertir al conductor que hay una rotonda y el sentido de dirección de la misma.



Figura 6: Señalización vertical de aviso de la calzada anular

Fuente: Norma 8.2-IC "Señalización Vertical" y Catalogo de señales verticales /SIECA

- Colocación de señales verticales de preaviso tipo cartel-croquis: este tipo de pre señalización indica las distintas salidas de la rotonda al menos las principales, especialmente los que supongan continuidad de itinerarios de largo recorrido. [29]

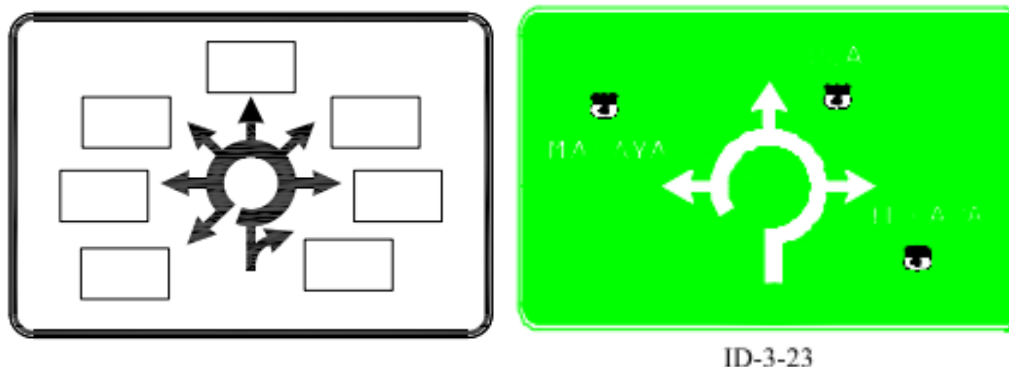


Figura 7: Señalización vertical de preaviso tipo cartel-croquis

Fuente: Norma 8.2-IC "Señalización Vertical" y Catalogo de señales verticales /SIECA

- Colocación de señales verticales de stop y ceda el paso de entrada a la rotonda: estas son las señales de prioridad para detenerse siempre con o sin vehículos aproximándose, así también para ceder el paso a los usuarios más vulnerables.[29]



Figura 8: Señalización vertical stop y ceda el paso,

Fuente: Norma 8.2-IC "Señalización Vertical" y Catalogo de señales verticales /SIECA

- Colocación de señales horizontales en la calzada interior, de entrada y salida: En los accesos a una rotonda las marcas viales sirven para canalizar la circulación, para diferenciar un carril segregado para giros a la derecha. En este caso, los vehículos que vayan a emplearlo deben ser canalizados hacia él por medio de marcas viales (flechas).[29]

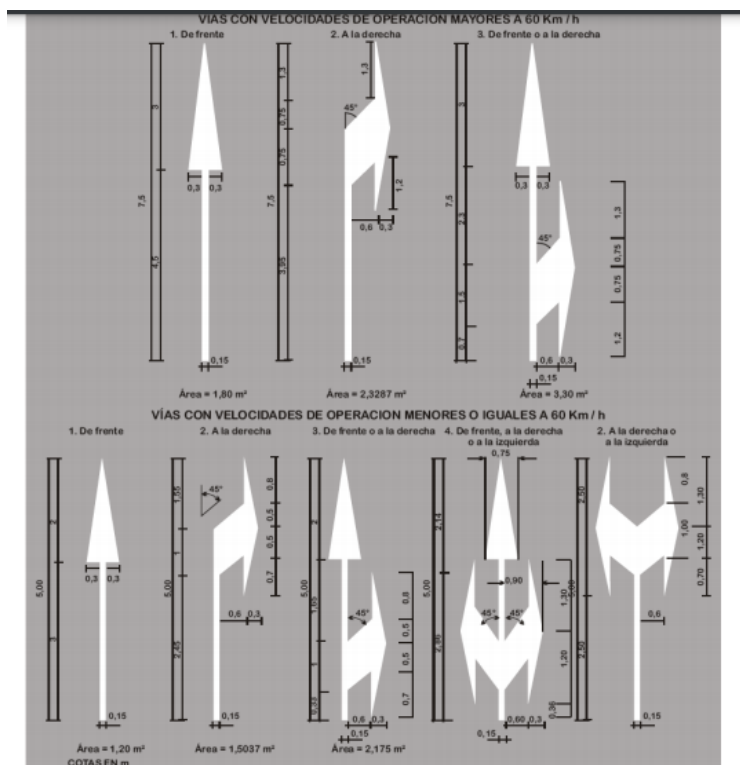


Figura 9: Señalización horizontal,
Fuente: Norma 8.2-IC "Marcas Viales y "Señalización Vertical"

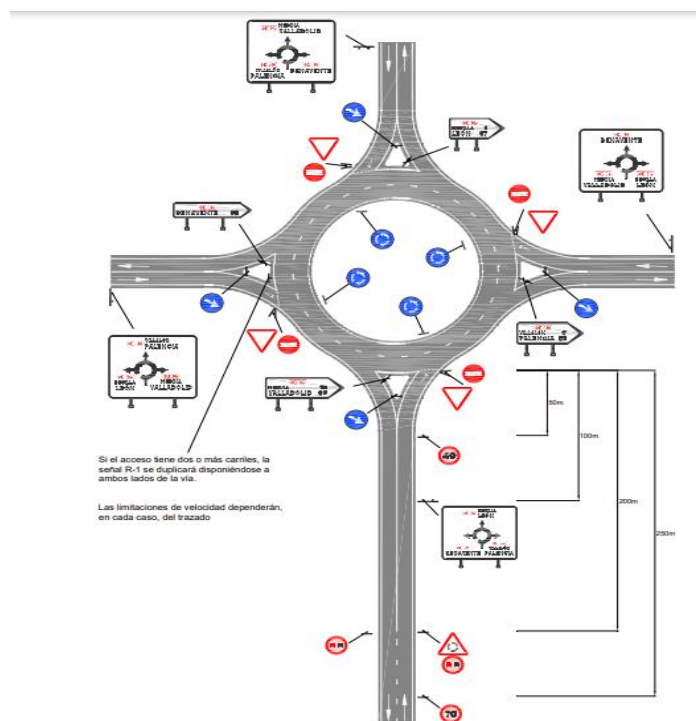


Figura 10: Señalización General de Intersección con Rotonda
Fuente: Norma 8.2-IC "Señalización Vertical"

- Reductores de velocidad: son elementos que se encuentran en la superficie de la vía y tienen como objetivo hacer que los conductores vayan más lento en ciertos tramos y puntos críticos. En este acceso sirven para el conductor del vehículo sepa que necesario detenerse para ceder el paso a otros vehículos o a los usuarios más vulnerables; Existen diferentes tipos pero lo más comunes que se utilizan son los de caucho, de pavimento y metálicos.



Figura 11: Reductores de velocidad

Fuente: Google

Iluminación: Suele considerarse esencial para la seguridad de la circulación por una rotonda. La iluminación en las glorietas sirve a dos propósitos principales: Una, hace visible a la rotonda desde la distancia, por lo tanto, mejora la percepción de la rotonda a los usuarios que se acercan. Segundo, hace mucho más visibles las áreas conflictivas clave, por lo que la visión de los usuarios mejora ya que pueden ver claramente la distribución de las intersecciones y de los otros usuarios de la glorietta. [30]

Medidas de prevención para peatones

En las rotondas son necesarias las medidas de prevención para los peatones para evitar el cruce de la Isleta central por parte de estos usuarios. Por lo que hay que crear los espacios seguros para el cruce de peatones. Como ser los pasos de cebra fuera de los vecinamientos de las entradas, donde la anchura de la calzada es menor y el movimiento de los vehículos es más directo. Sin embargo esto no siempre es práctico, en cuyo caso deben considerarse normalmente las posibles configuraciones: Cruces con bordillos y con refugio central, pasos de peatones de cebra (siendo lo más comunes a utilizar) con o sin refugio central y pasos inferiores o pasarelas, dependiendo de la ubicación de la rotonda.



Figuras 12: Pasos de Cebra y señalización vertical de paso de peatón
Fuente: Norma 8.2-IC "Señalización Vertical" y Catalogo de señales verticales /SIECA

4. Comparativa de los factores clave de la seguridad vial urbana en España y Honduras

En este capítulo se presentaran y analizaran los datos de la accidentalidad vial urbana que causan fallecidos en los países de España y Honduras y las ciudades de Barcelona y Tegucigalpa respectivamente. Por otro lado se verán las medidas que están tomando las ciudades para reducir el número de accidentes en sus ciudades. Este análisis se realizó mediante la recopilación de información y datos brindados por los entes encargos de manejar esta información en los países y las ciudades. Al final de este capítulo se podrá ver una comparativa de los dos países y de las ciudades en cuanto a materia de seguridad vial urbana corresponde.

4.1. Seguridad vial urbana en España

En España la Seguridad vial es una cuestión de estado, siendo una prioridad social y también una cuestión de derechos humanos y de salud pública. El ente encargado de la seguridad vial es la Jefatura Central de Tráfico mejor conocida como Dirección General de Tráfico (DGT)⁹. Las cifras de siniestralidad vial se comenzaron a publicar desde el año 2004 con el objetivo de consolidarse como la publicación referencia en España para analizar la evolución del número y características de los accidentes de tráfico, así como evaluar el impacto de las principales políticas de seguridad vial en ese país. Para el año 2019 España contaba con una población aproximadamente de 46 millones de personas. [17]

Evolución del Parque vehicular

El parque vehicular ha crecido en más de dos millones de unidades en los últimos diez años en España, contando todas las categorías de vehículos. En la tabla 3 de evolución del parque vehicular se registró en el 2018 un incremento de 757.875 unidades en el total con respecto año anterior 2017. El mayor aumento se produjo en los vehículos tipo turismos con un incremento positivo de 573.750 vehículos, lo que supone en términos porcentuales un aumento del 2% y las motocicletas con un incremento positivo de 132.674 unidades, lo que supone en términos porcentuales un aumento del 4% con respecto al año anterior.

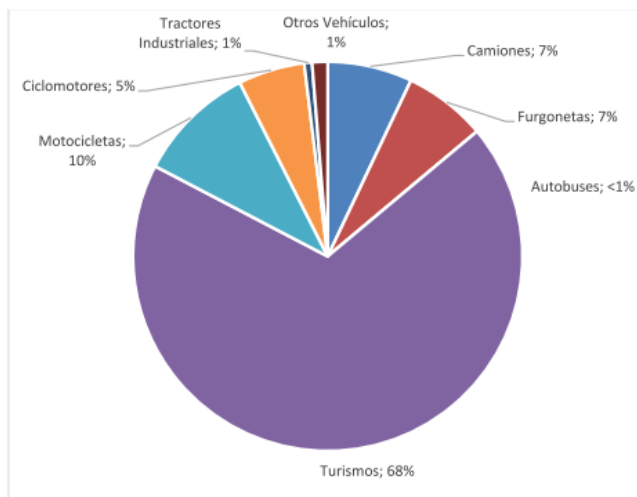
⁹ Organismo Autónomo de los previstos en el artículo 43.1 a) de la Ley 6/1997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado, cuya finalidad es el desarrollo de acciones tendentes a la mejora del comportamiento y formación de los usuarios de las vías, y de la seguridad y fluidez de la circulación de vehículos y la prestación al ciudadano de todos los servicios administrativos relacionados con las mismas.

Parque	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Dif. % 2018/2017	Variación interanual 2009-2018
Camiones y furgonetas	5.136.214	5.103.980	5.060.791	4.984.722	4.887.352	4.839.484	4.851.518	4.879.480	4.924.476	4.980.911	1%	0%
Autobuses	62.663	62.445	62.358	61.127	59.892	59.799	60.252	61.838	63.589	64.905	2%	0%
Turismos	21.983.485	22.147.455	22.277.244	22.247.528	22.024.538	22.029.512	22.355.549	22.876.830	23.500.401	24.074.151	2%	1%
Motocicletas	2.606.674	2.707.482	2.798.043	2.852.297	2.891.204	2.972.165	3.079.463	3.211.474	3.327.048	3.459.722	4%	3%
Ciclomotores	2.352.205	2.290.207	2.229.418	2.169.668	2.107.116	2.061.044	2.023.211	1.987.470	1.961.523	1.933.445	-1%	-2%
Tractores Industriales	206.730	199.486	195.960	186.964	182.822	186.060	195.657	207.889	218.154	225.942	4%	1%
Otros Vehículos ¹	447.363	450.514	459.117	460.196	463.181	475.872	420.734	425.411	435.624	449.614	3%	0%
Total	32.795.334	32.961.569	33.082.931	32.962.502	32.616.105	32.623.936	32.986.384	33.650.392	34.430.815	35.188.690	2%	1%

¹ La categoría de otros vehículos incluye los vehículos especiales como son las barredoras, quitanieves, grúas, maquinaria de obras, etc. Se han excluido los remolques y semirremolques.

Tabla 3: Evolución del parque vehicular en España 2009-2018, Fuente: Siniestralidad vial 2018, DGT

Como se puede observar, La distribución porcentual del parque vehicular en España, está compuesto mayoritariamente por vehículos tipo turismo, que superan los 24 millones de unidades, lo que supone un 68% del parque vehicular; seguido por los camiones y furgonetas, con un 14% del parque total, y las motocicletas, con un 10%.



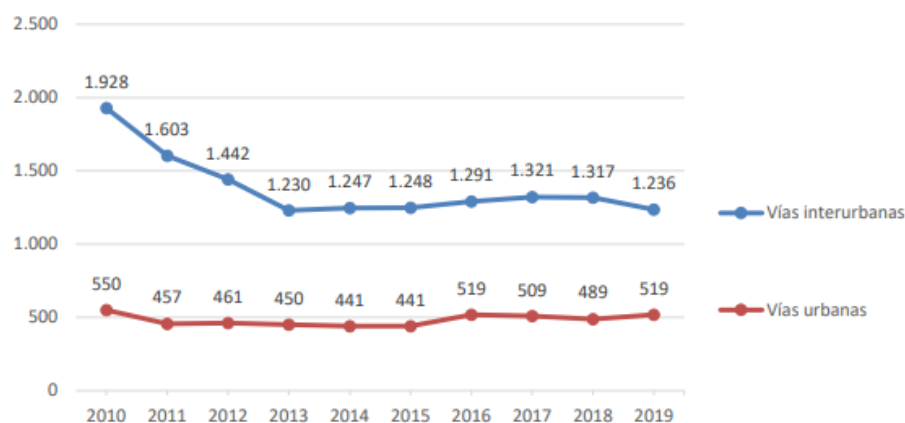
Gráfica 1: Distribución porcentual del parque vehicular 2018 Fuente: Siniestralidad Vial 2018, DGT

El incremento del parque vehicular tiene como tendencia a incrementar las posibilidades de accidentes de tráfico tanto en zonas interurbanas como urbanas. Para objeto de este trabajo analizaran los datos de siniestralidad vial de España en las zonas urbanas, específicamente de los fallecidos.

Datos generales siniestralidad vial urbana-Fallecidos

En términos de siniestralidad vial, para el año 2019 los datos demostraron una estabilidad y evolución positiva en las cifras globales de fallecidos tanto en vías interurbanas como urbanas; de forma global se muestra una evolución positiva de la siniestralidad en vías interurbanas en el mismo periodo con descenso interanual del 4,5%. Sin embargo en hay una evolución positiva en vías urbanas con un descenso interanual del 0,3% entre 2010 y 2019. Pero si

vemos más a detalle podemos ver que en el periodo del 2016 al 2019 en España, el número medio de fallecidos en vías urbanas fue ascendente con un total de 509 fallecidos, frente a los 448 promedio de los 4 años previos (2012-2015), es decir, 61 fallecidos más; por lo cual se puede decir que hubo un incremento significativo de fallecidos en esta zona. [31]



Gráfica 2: Fallecidos en accidentes de tránsito España por tipo de vía. 2010-2019
 Fuente: ONSV-DGT

Los datos de la tabla 4 de accidentes de tránsito en vías urbanas, muestran que durante el año 2018, las autoridades notificaron un total de 145.930 accidentes de tráfico con víctimas. De los cuales en ese año 489 personas fallecieron por esta causa. Sin embargo hubo una reducción de fallecidos con respecto al año anterior del 4% del total de accidentes.

Vías urbanas	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Variación 2018/2017	Variación Interanual 2009-2018
Accidentes con víctimas	47.462	46.329	47.149	47.690	52.222	56.423	63.198	65.641	64.740	64.407	-1%	3%
Fallecidos	584	550	457	461	450	441	441	519	509	489	-4%	-2%
Heridos hospitalizados	5.175	4.353	4.522	4.400	4.904	4.740	4.751	4.705	4.780	4.484	-6%	-2%
Heridos no hospitalizados	56.863	56.103	56.588	57.510	63.314	68.365	76.924	79.256	77.276	76.550	-1%	3%

Tabla 4: Accidentes de tránsito vías urbanas 2018, Fuente: ONSV/DGT-2018

Fallecidos por tipología de accidente:

En la tabla 5 de los fallecidos por tipología de accidente en este año 2018 se puede observar que los fallecidos por atropellamiento fueron mayor. Con un total de 232 fallecidos por esta causa, seguido por la salida de la vía con 72 fallecidos.

Tipo de Accidente	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Variación ⁽¹⁾ 2018/2017	Variación Interanual 2009-2018
Salida de la vía	69	62	68	69	67	72	58	77	82	76	-6	7
Colisión frontal	28	15	14	18	8	17	14	23	21	8	-13	-20
Colisión lateral y frontolateral	100	87	75	59	62	51	50	70	80	70	-10	-30
Colisión trasera y múltiple	44	30	28	29	21	23	33	31	18	31	13	-13
Atropello a peatón*	268	270	217	223	214	192	209	253	239	232	-3%	-2%
Vuelco	15	18	9	17	4	6	4	5	4	7	3	-8
Otro tipo de accidente	60	68	46	46	74	80	73	60	65	65	0	5
Total	584	550	457	461	450	441	441	519	509	489	-4%	-2%

*Los fallecidos por atropello no contienen a todos los peatones atropellados ya que la clasificación por tipo de accidente se realiza en base a la primera maniobra y no al resultado lesivo de la misma.

Tabla 5: Fallecidos por tipología de accidente 2018, Fuente: ONSV/DGT-2018

Fallecidos por tipo de usuarios:

Esta evolución de la siniestralidad vial en la ciudad demuestra que ha tenido una creciente importante en los usuarios vulnerables. Como observamos en la tabla 6 los fallecidos en zonas urbanas de los últimos años específicamente el año 2019 vemos que los usuarios más vulnerables fueron los peatones con 247 fallecidos, motoristas con 148 y bicicletas con 32 que representaron un total de 427 fallecidos.

Tipo de usuario	Fallecidos en zona urbana										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Dist. % 2019
Peatón	278	222	232	224	204	247	252	248	237	247	48%
Bicicleta	18	12	19	24	21	10	27	29	15	32	6%
Ciclomotor	45	37	24	20	32	28	28	23	27	22	4%
Motocicleta	107	97	94	98	99	82	109	108	118	126	24%
Vulnerables	448	368	369	366	356	367	416	408	397	427	82%
Turismo	85	75	71	72	71	61	80	82	69	62	12%
Vehículo de mercancías	5	9	4	4	8	10	9	9	11	8	2%
Autobús	2	0	2	1	3	0	3	1	1	2	0%
Otro vehículo	10	5	15	7	3	3	11	9	11	20	4%
Total	550	457	461	450	441	441	519	509	489	519	100%

Tabla 6: Fallecidos en zona urbana por tipo de usuario España 2019, Fuente: ONSV-DGT

Si observamos más a detalle por el tipo de usuario, en el 2019 los fallecidos en estas vías, podemos ver que fueron los peatones los que más contribuyeron a la siniestralidad urbana (48%), seguidos de motoristas y ciclomotor (28%) y por último los conductores de turismos que representaron el (12%) y ciclistas (6%) de los fallecidos en vías urbanas en el año 2019. Siendo en promedio el 82% de los fallecidos en vías urbanas del 2019. Sin embargo si tomamos en relación al año 2018, se observa que hubo un aumento de los fallecidos usuarios tipo peatón (10 personas), ciclistas (17 personas), motoristas (8 personas) y teniendo una reducción en los vehículos tipo turismo (7 personas). [31]



Lo que concluyo que los usuarios vulnerables más de los accidentes de tránsito en zonas urbanas de España son los peatones.

Fallecidos por rango de edad:

En las siguientes tablas se muestra como ha sido la evolución de fallecidos de los distintas rango de edad desde el año 2010 al año 2019 en las zonas urbanas.

Podemos observar en la tabla 7 de fallecidos en zonas urbanas, en el 2019 los usuarios más afectados por rango de edad fueron las personas mayores de 75 a 84 años con un total de 94 fallecidos, representando porcentualmente un 18% del total de fallecidos en ese año.

Dentro de ese grupo de edad se observan diferencias en los distintos subgrupos: el de 15 a 24 años, con una tasa de 8,65%, el de 25 a 34 años, con una tasa de 9,44%, el de 35 a 44 años con una tasa de 10,01%, el de 45 a 54 años con una tasa de 13.48%, el de 55 a 64 años con un tasa del 12.52% y el de 65 a 74 con una tasa de 12.52%. En conclusión siendo los mayores de 65 año y más los mayormente afectados en zonas urbanas. [31]

Edades	Fallecidos en zona urbana									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
De 0 a 14 años	25	15	13	15	12	6	7	13	11	10
De 15 a 24 años	68	61	47	39	37	46	62	42	45	45
De 25 a 34 años	88	62	68	46	48	39	47	52	56	49
De 35 a 44 años	87	62	59	66	60	44	64	55	79	52
De 45 a 54 años	54	48	45	44	55	55	63	59	46	70
De 55 a 64 años	42	33	38	48	50	50	51	52	57	62
De 65 a 74 años	58	49	65	62	44	58	73	70	65	65
De 75 a 84 años	77	80	80	77	88	99	89	108	72	94
De 85 y más	42	42	39	42	39	40	59	53	53	66
Se desconoce	9	5	7	11	8	4	4	5	5	6
Total	550	457	461	450	441	441	519	509	489	519

Tabla 7: Fallecidos en zonas urbanas por edades 2010-2019, Fuente: ONSV-DGT

En la tabla 8, se muestra la contribución de personas mayores (65 o más años) a la siniestralidad vial en vías urbanas durante los últimos años y se puede ver que es bastante relevante, ya que, en promedio, el 40% de los fallecidos en el periodo del 2010 al 2019 en estas vías tenía 65 o más años, ascendiendo al 43% si consideramos el promedio de los últimos 5 años (2015 a 2019). [31]

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
65 o más años	177	171	184	181	171	197	221	231	190	225
Dist. sobre el total (%)	32%	37%	40%	40%	39%	45%	43%	45%	39%	43%

Tabla 8: Fallecidos con 65 años y más en zonas urbanas España, Fuente: ONSV-DGT

En la tabla 9, muestra la cantidad de peatones fallecidos con esta edad y que fueron en promedio el 66% de los fallecidos en el periodo del 2010 al 2019; Ascendiendo del 43% al 68% en los últimos 5 años (2015 a 2019):

Peatones fallecidos	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
65 o más años	149	151	150	159	124	161	174	176	156	172
Total peatones fallecidos	278	222	232	224	204	247	252	248	237	247
Dist. (%)	54%	68%	65%	71%	61%	65%	69%	71%	66%	70%

Tabla 9: Peatones Fallecidos con 65 años y más en zonas urbanas y distribución sobre el total España, Fuente: ONSV-DGT

Por lo cual podemos ver que los usuarios de rango de edad de 65 o más años, son los más peatones más afectados por los accidentes de tráfico en zonas urbanas si se considera el porcentaje de fallecidos.

Factores que inciden en la seguridad vial urbana en España

Respecto del análisis de los factores que inciden en la seguridad, en el 2018 se realizó un análisis general de los factores concurrentes en una muestra de accidentes mortales, informados por los entes encargados de la seguridad vial. Se observa que en las vías urbanas surgieron por estas causas: [32]

- La conducción distracción estuvo presente en el 32% de los casos,
- La velocidad inadecuada en el 22% y
- El consumo de alcohol en el 21%.

Principales factores concurrentes en accidentes mortales




	Factor concurrente	2016	2017	2018
	Conducción distraída	29%	33%	32%
	Velocidad inadecuada	23%	29%	22%
	Alcohol	23%	26%	21%

Figura 12: Principales factores en accidentes mortales Fuente: Balance de siniestralidad vial 2018/DGT

Representando un total del 75% de todos los incidentes en ese año; Lo demás se debió a otras causas generales. Por lo que las autoridades españolas han puesto énfasis en estas

tres que han afectado más a la seguridad vial. [33] A continuación se presentan las sanciones realizadas en España por algunas de estas causas que ponen en riesgo la seguridad vial.

Sanciones por accidentes de tráfico y positivos en alcoholemia.

Tasa de alcoholemia y sanciones: en España el alcohol está implicado en el 20-30% de los accidentes mortales, lo que lo convierte en uno de los principales factores de riesgo en la conducción. Las tasas de alcoholemia permitidas para los conductores es variable en cada país, pero en España equivalen a lo siguiente [13]:

Tasa de Alcoholemia España		
Tipo de Conductor	En Sangre	En Aire Respirado
Conductores en General	0,50 g/l	0,25 mg/l
Conductores noveles y profesionales	0,30 g/l	0,15 mg/l

Tabla 10: Alcoholemia y legislación actual España, Fuente: DGT

Como lo vemos en la tabla 10 la tasa de alcoholemia para conductores profesionales y noveles, no pueden superar los 0,15 miligramos por litro en aire espirado o los 0,3 gramos por litro en sangre. El resto de conductores, son sancionados a partir de los 0,25 miligramos por litro en aire espirado o 0,5 gramos por litro en sangre. [13]

En cuanto a las multas por alcoholemia, son las siguientes [13]:

- 500€ y 4 puntos del carné: cuando se superen los límites. Siempre y cuando no se supere el doble de dicha tasa máxima.
- 1.000 € y 6 puntos del carné: cuando la tasa de alcohol es más del doble de lo permitido.
- 1.000 €: cuando sin superar el doble de la tasa máxima permitida el conductor ya hubiera sido sancionado por conducir bajo los efectos del alcohol en el año inmediatamente anterior.

Estas sanciones se consideran administrativas. Unas vez se atenta contra la seguridad vial el conductor presenta otro tipo de sanciones. [13]

Delito contra la seguridad vial: en caso de superarse los 0,6 miligramos por litro en aire espirado o 1,2 gramos por litro en sangre, el conductor puede enfrentarse a un delito contra la seguridad vial. Lo que conlleva una pena de cárcel de 3 a 6 meses o multa de 6 a 12 meses o bien a trabajos en beneficio de la comunidad de 31 a 90 días. Aquí, el Código Penal también recoge que, al superar los citados límites se condenará a la privación del derecho a conducir vehículos a motor y ciclomotores entre 1 y 4 años. [13]

Velocidad inadecuada: en caso de cometer infracciones a las normas de este precepto tendrán la consideración de graves o muy graves, según corresponda por el exceso de velocidad, conforme se prevé en el artículo 65.4.a) y b) y 65.5.a) y b), ambos del texto

articulado. [13]

4.2. Seguridad vial urbana en la ciudad de Barcelona

La ciudad de Barcelona tiene una extensión territorial de 101 km² donde en el año 2018 contaba con una población de 5.515 millones de habitantes. Y habitantes censados 1.620.802 millones. La movilidad urbana y los desplazamientos en la ciudad son bastante extensos y activos; un estudio realizado en ese mismo año menciona que un día laborable en la ciudad se producen aproximadamente alrededor de 6,1 millones de desplazamientos, 4,5 millones efectuados por los residentes de esta ciudad. Muchos de estos desplazamientos en la ciudad se hacen a pie o en bicicleta que representan un 50.4%, en cambio los desplazamientos que tienen como origen o destino Barcelona se realizan en transporte público, representando un 52.6% y los desplazamiento en vehículo privado representan el 44.2%. [34]

En la siguiente tabla 11 se muestran los porcentajes del reparto modal en la ciudad de Barcelona. Pudiendo observar que la mayoría se hacen en transporte público.

Repartiment modal	Bcn-Bcn	Bcn-externs	Total
Mobilitat activa	50,4%	3,2%	35,3%
Transport públic	34,2%	52,6%	40,1%
Vehicle privat	15,3%	44,2%	24,6%

Tabla 11 Repartimiento modal de los desplazamientos en Barcelona 2017

Fuente: Plan de Seguridad Vial Barcelona/ATM-EMEF 2017

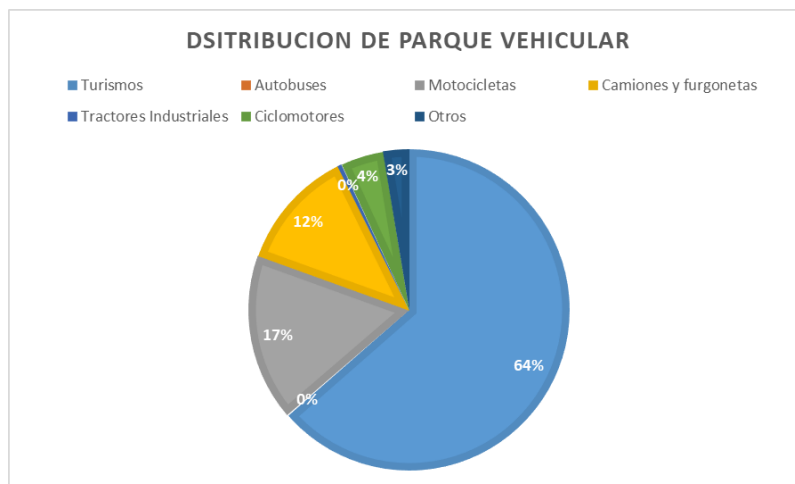
Evolución del Parque vehicular

El parque de vehículos censados en Barcelona en el año 2018 superaba los 3.890.764.00 millones de vehículos, siendo los vehículos tipo turismo la mayor cantidad con 2.476.810 millones, seguido por las motocicletas 637.537 mil y por último los vehículos industriales que era aproximadamente 483.316 mil vehículos. En la siguiente tabla 12 se muestra la tendencia positiva en los últimos años.

Parque de Vehiculos Barcelona 2013-2019							
Parque vehicular	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Turismos	2,366,511	2,347,766	2,385,649	2,437,180	2,449,399	2,476,810	2,486,907
Autobuses	5,879	5,902	5,791	6,086	6,263	6,495	6,726
Motocicletas	538,926	551,787	571,878	598,837	616,946	637,531	655,999
Camiones y furgonetas	493,579	484,340	488,554	493,881	477,369	483,316	476,362
Tractores Industriales	14,092	14,046	14,535	15,250	15,726	16,168	16,485
Ciclomotores	193,473	186,888	181,630	177,451	174,653	171,557	168,919
Otros	92,739	92,008	91,445	93,240	95,428	98,887	101,642
Total	3,705,199	3,682,737	3,739,482	3,821,925	3,835,784	3,890,764	3,913,040

Tabla 12: Elaboración propia, Fuente: Idescat.cat

Como se puede observar en la gráfica 3, La distribución porcentual del parque vehicular en Barcelona actualmente está compuesto mayoritariamente por vehículos tipo turismo, que superan los 2 millones de unidades, lo que supone un 63.6% del parque vehicular; seguido por las motocicletas con un 16.8% del parque total, y camiones y furgonetas, con un 12.2%.



Gráfica 3: Elaboración Propia, Fuente: Idescat.cat

Por lo que vemos el incremento del parque vehicular en vehículos tipo turismo y motocicletas podrían llegar a incrementar las posibilidades de accidentes de tráfico en las zonas urbanas con otros tipos de usuarios más vulnerables. Por lo que se analizarán los datos de siniestralidad en esta ciudad.

Datos de generales siniestralidad urbana vial

Desde el año 2010 los registros de fallecidos y heridos en Barcelona ha mostrado grandes oscilaciones en los últimos años. En la tabla 13 de evolución de víctimas por accidentes de tránsito, podemos observar que hubo una tendencia de disminución del año 2015 al 2016.

Víctimas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Morts	39	31	30	22	31	27	28	12	21
Ferits greus	265	218	248	260	251	199	192	241	238
Morts + FG	304	249	278	282	282	226	220	253	259

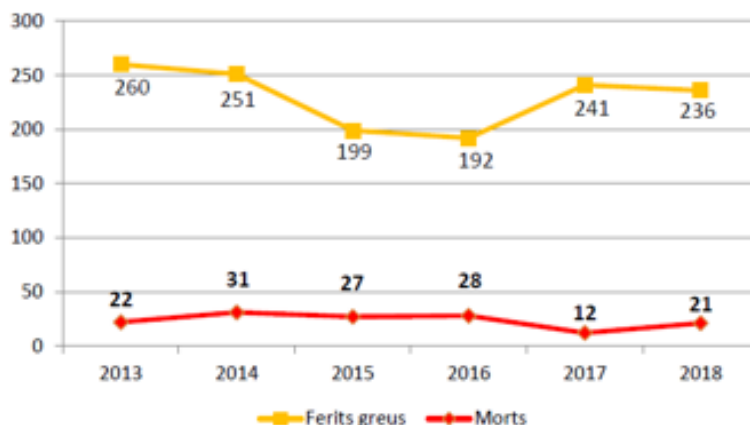
Font: Ajuntament de Barcelona

Tabla 13: Evolución del número de víctimas por accidentes de tránsito en Barcelona 2010-2018,
 Fuente: Plan de seguretat vial 2019-2022

Aunque en el año 2017 y 2018 las víctimas en total aumentaron. Los fallecidos mostraron una disminución con respecto a los años del 2017 y 2018, sin embargo los heridos graves en el año 2017 y 2018 aumentaron. [34]

En la siguiente gráfica 4 podemos ver que el número de heridos graves disminuyó

progresivamente hasta el año 2016, produciéndose un repunte en 2017, luego manteniéndose en el 2018.



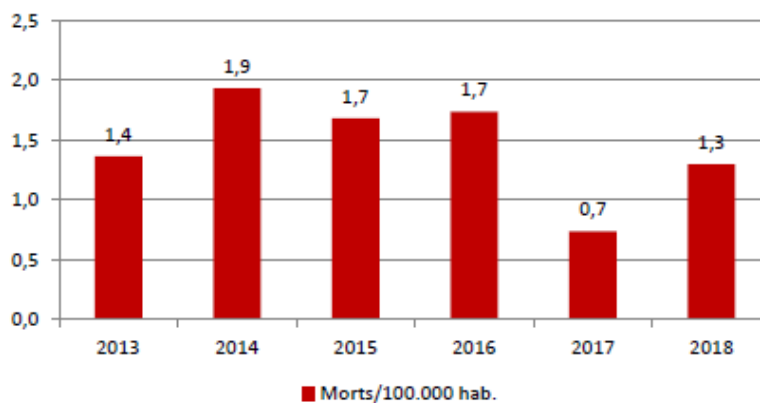
Font de les dades: Guàrdia Urbana de Barcelona.

Grafica 4: Víctimas mortales

Fuente: Plan de seguretat vial Barcelona 2019-2022

Por otro lado el número de fallecidos oscilo más hasta alcanzar la meta de situarse por debajo de 20 fallecidos en el año 2017, sin embargo en el 2018 volvió a alcanzar una cifra superior a los 20 fallecidos. Mostrando una tendencia general positiva desde el año 2013, aunque con oscilaciones entre algunos años. [34]

En la gráfica 5 Podemos también ver la evolución que tuvieron los accidentes de tránsito con fallecidos precisamente en Barcelona por cada 100 mil habitantes de acuerdo a los habitantes censados en los últimos fueron los siguientes:



Font de les dades: Guàrdia Urbana de Barcelona.

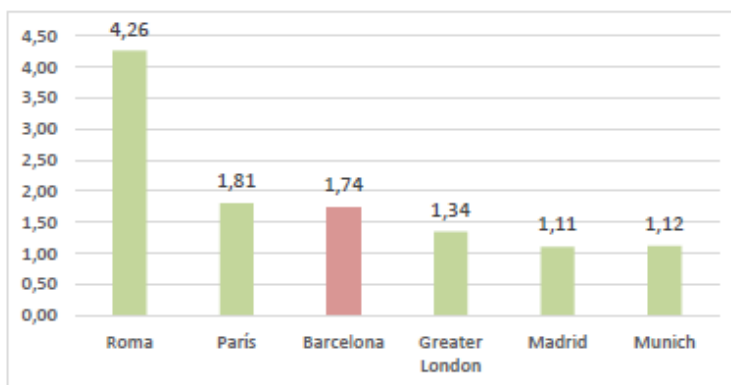
Grafica 5: Fallecidos por cada 100mil habitantes en Barcelona (2013-2018)

Fuente: Plan de seguretat vial Barcelona 2019-2022

Lla tasa de fallecidos fluctuó durante este periodo de tiempo. Sin embargo a modo general, hubo una tendencia descendente entre el 2013 y el año 2017, excepto en el 2014 que hubo

un tasa del 1.9 por cada 100 mil habitantes. Luego si vemos ese valor menor fue en el año 2017 la mitad del año 2013, pero para el año 2018 vuelve a haber un aumento importante en el número de muertes respecto al año anterior. Por lo que los fallecidos aumentaron significativamente en el año 2018.

En la gráfica 6, en el año 2018 se hizo una comparativa de Barcelona con las principales ciudades europeas que tuvieron más fallecidos. Y Barcelona obtuvo una tasa del 1.74 situándose como una de las ciudades con más fallecidos por cada 100 mil habitantes después de París. [34]



Grafica 6: Fallecidos por cada 100 mil habitantes en ciudades europeas año 2016
 Fuente: Plan de seguritat vial 2019-2022

Fallecidos por tipología de accidente:

Las causas de los accidentes de tránsito que tienen como consecuencia, fallecidos, heridos graves y leves pueden ser múltiples. Sin embargo en la tabla 14 se muestran los datos de accidentalidad de la causa más común en la ciudad de Barcelona que son los atropellos. Ya que en el periodo del 2013 al 2018 en la ciudad se registró que el 29.4% de las víctimas graves y mortales registrados fueron por la causa de atropellamientos. [34]

Tipologies de sinistre	2015	2016	2017	2018	Tipologies sobre total (2015-2018)	Evolució 2015-2018
Atropellament	74	80	70	66	29,4%	-10,8%
Col·lisió fronto-lateral	52	55	68	72	25,0%	38,5%
Col·lisió lateral	35	18	40	37	13,2%	5,7%
Caiguda (dues rodes)	25	22	13	17	7,8%	-32,0%
Xoc contra element estàtic	20	12	18	18	6,9%	-10,0%
Abast	11	21	16	8	5,7%	-27,3%
Caiguda interior vehicle	2	3	14	20	4,0%	900,0%
Col·lisió frontal	6	6	9	8	2,9%	33,3%
Encaç			11	16	2,7%	
Altres	6	8	2	4	2,0%	-33,3%
Abast múltiple	1		2		0,3%	
Bokada (més de dues rodes)		1			0,1%	
Total	232	226	263	266	100,0%	14,7%

Font de les dades: Guàrdia Urbana de Barcelona.

Tabla 14: Tipología de Accidentes en la ciudad, Fuente: PSV-BNC

Las colisiones frente-laterales y laterales muestran una tendencia de crecimiento del 38.5% y 5.7%.

Fallecidos por tipo de usuario:

Sin embargo los mayores usuarios afectados por esta tipología de accidente fueron los peatones representado 80% afectados. En la siguiente tabla 14 se muestran como han sido afectados los peatones por esta causa [34]:

Lesivitat	2015	2016	2017	2018	Lesivitat sobre total 2015-2018	Evolució 2015-2018
Morts	6	15	5	7	0,7%	16,7%
Ferits greus	66	64	65	55	5,3%	-16,7%
Ferits lleus	1.119	1.172	1.138	1.047	94,1%	-6,4%
Total	1.191	1.251	1.208	1.109	100,0%	-6,9%

Font de les dades: Guàrdia Urbana de Barcelona.

Tabla 14: Afectación en los peatones en atropellos en la ciudad, Fuente: PSV-BNC

Podemos ver que los fallecidos por esta causa en el periodo del 2015 al 2018, represento un 0.7%, teniendo una evolución negativa del 16.7%. Por otro lado los heridos graves y leves tuvieron una evolución positiva pudiendo reducir las tendencias en 16.7% y un 6.4%. [34]

Las estadísticas también mostraron que la mayoría de estos accidentes por esta causa sucedieron más en zonas de gran fluencia peatonal como ser el distrito de la L'Eixample; produciéndose en esta zona un 27.7% del total de accidentes. Seguido por el distrito de Sants-Montjuic que registro un 11.8% y el distrito de San Martí con un 11.3%. [34]

En este mismo informe menciono que la causa de estos siniestros fue mayormente atribuible al peatón. Debido a su imprudencia, ya que muchos peatones no respetan las señales de semaforización y así tampoco a los cruces peatonales. Como lo muestra en la siguiente tabla 15 de causas directas imputables al peatón en los atropellamientos fueron los siguientes: [34]

Causa mediata	2015	2016	2017	2018	Total (2015-2018)	Evolució 2015-2018
Desobeir el senyal del semàfor	204	187	201	261	37,9%	28%
Creuar per fora pas de vianants	190	221	190	250	37,9%	32%
Altres	82	89	108	105	17,1%	28%
Transitar a peu per la calçada	32	38	37	49	6,9%	53%
Desobeir altres senyals	1	2	0	1	0,2%	0%
Total	509	537	536	666	100,0%	31%

Font de les dades: Guàrdia Urbana de Barcelona.

Tabla 15: Causas directas imputables al peatones en atropellos, Fuente: PSV-BCN

Fallecidos por tipo de vehículo:

En la ciudad de Barcelona, casi todos los años los usuarios vulnerables suponen más del 90%

de las víctimas mortales. Por lo que en estos datos de accidentalidad se analizaron el número de fallecidos las víctimas por tipología del vehículo para ver cuáles han sido los tipo de usuario más vulnerables en estos accidentes de tránsito. [34]

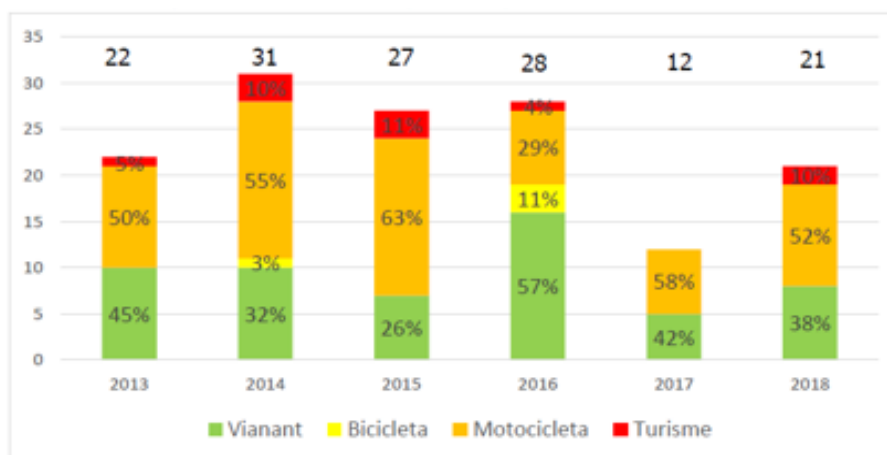
En la tabla 16 se muestra todas las víctimas que tuvieron los accidentes de tránsito de acuerdo al tipo de transporte. Nos enfocaremos en los fallecidos que fueron causados por este motivo.

	2015				2016				2017				2018			
	FLL	FG	M	Total	FLL	FG	M	Total	FLL	FG	M	Total	FLL	FG	M	Total
Motocicleta	5.258	81	17	5.356	5.387	83	7	5.477	5.326	108	7	5.441	5.247	123	8	5.378
Turisme	2.079	6	2	2.087	1.881	6	1	1.888	1.765	10	0	1.775	1.598	3	1	1.602
Vianant	1.165	66	6	1.237	1.173	64	15	1.252	1.166	67	5	1.238	1.088	56	7	1.151
Cidomotor	992	20	0	1.012	979	8	1	988	963	20	0	983	819	20	0	839
Bicicleta	507	12	0	519	570	15	3	588	612	16	0	628	569	14	0	583
Autobusos i autocars	486	3	0	489	472	2	0	474	490	3	0	493	555	7	0	562
Taxi	274	1	0	275	252	0	0	252	250	2	0	252	286	2	0	288
Furgoneta	177	1	0	178	147	0	0	147	169	1	0	170	160	1	0	161
Camions	23	1	0	24	29	0	0	29	21	0	0	21	30	0	0	30
Altres	30	2	0	32	44	1	0	45	62	2	0	64	155	3	0	158
Total	10.991	193	25	11.209	10.934	179	27	11.140	10.824	229	12	11.065	10.507	229	16	10.752

Font de les dades: Guàrdia Urbana de Barcelona.

Tabla 16: Víctimas por accidentes de tránsito según tipo de transporte,
 Fuente: Plan de Seguridad vial Barcelona 2019-2022

Al ver estos datos podemos ver que los peatones y motociclistas han sido los usuarios más involucrados en los accidentes mortales de esta ciudad, como podemos ver en la gráfica 7 de la tipología de víctimas mortales, muestra una tendencia variante en los últimos años. Siendo el año 2014 con la mayor cantidad de fallecidos (31) seguido por el año 2016 (28) fallecidos. [34]



Font de les dades: Guàrdia Urbana de Barcelona.

Gráfica 7: Tipología de víctimas mortales periodo 2013-2018,
 Fuente: Plan de seguridad vial 2019-2022

La ciudad de Barcelona ha implementado los planes de seguridad vial local de Barcelona, con el objetivo de conocer la situación actual de los niveles de siniestralidad vial en el municipio y de esta manera poder tomar las medidas necesarias para mejorar la seguridad vial de los usuarios de las vías. [23]

4.2.1.1. Medidas de aplicación para la mejora de la seguridad vial en zonas urbanas en Barcelona.

En diferentes países cada año se aplican una serie de medidas para la mejora de la seguridad vial en las vías y así poder contribuir a la reducción de accidentes de tránsito en las zonas urbanas. Sin embargo para que estas medidas sean favorables todos los usuarios que utilizan estas vías deben contribuir para que estas medidas implementadas puedan lograr una mejora en la seguridad vial.

A continuación se presentan algunas medidas que se han utilizado en la ciudad de Barcelona por parte de las autoridades locales para el mejoramiento de la seguridad vial.

A. Medidas de urbanismo y mejoramiento en la infraestructura vial:

Son todas aquellas medidas de mejora aplicadas a la red vial que están directa o indirectamente relacionados con la seguridad vial; por lo cual necesitan medidas específicas de mejora para evitar la accidentalidad en dichas zonas. Dando recomendaciones de infraestructura vial con respecto a diferentes zonas urbanas de peligro de accidentalidad como ser las intersecciones, aceras, calzadas, pasos de peatones, ordenación del estacionamiento, y la señalización vial. Algunas de estas medidas aplicadas son: [23]

- **Intersecciones:** en estas vías lo que quieren asegurar es que los conductores se dan cuenta que están llegando a una intersección. Esta visualización se puede hacer resaltando el centro del eje (en caso de rotonda o mini rotonda), o los accesos (en caso de intersecciones en X y en T). Algunas medidas aplicadas son: [23]
 - Destacar la ubicación del cruce.
 - Asegurar una buena iluminación (refuerzo de alumbrado).
 - Asegurar que las señales, el arbolado y otros elementos no obstruyen la visibilidad del conductor.
 - Eliminar espacios de superfluo para evitar estacionamientos no controlados (estrechamiento de calzada).
 - Asegurar los pasos de peatones formando itinerarios rectos.



Figura 13: Intersección compacta y segura,
Fuente: Plan local de seguretat viaria urbana Catalunya

- **Mejoras de los pasos de peatones:** el objetivo es de reducir los atropellamientos que suceden en estas zonas y así mejorar la seguridad vial de los peatones. Algunas medidas aplicadas en estos pasos son: [34]
 - Los cruces deben tener el mismo número de pasos de peatones que de brazos de las intersecciones. Por ejemplo si se tienen 2 entradas y 2 salidas deben haber cuatro cruces de peatón.
 - Se deben eliminar los obstáculos que no les permitan ver a los peatones y a los conductores de vehículos.
 - Se les debe dar prioridad a los pasos de peatón antes que a los aparcamientos de motos o de bicicletas, y en caso de que tenga que haber aparcamiento se debe adecuar la zona para evitar.

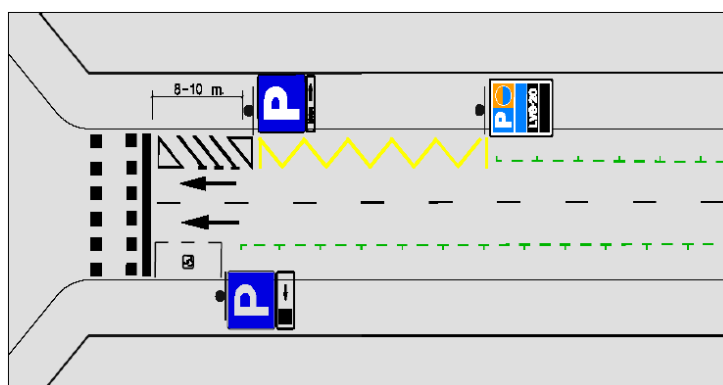


Figura 14: Mejoras en los pasos de peatones
Fuente: Plan local de seguretat viaria Barcelona 2019-2022

- **Mejoras en los carriles bici:** el objetivo es mejorar la seguridad colectiva de los ciclistas previniendo los siniestros con los peatones y demás. Algunas medidas aplicadas son: [34]

- Mejoras en la actual red de carriles bici, interviniendo en: Discontinuidad de la red y Tramos con deficiencias
- Mejora en las zonas para el uso del ciclista: Pictogramas de bicicleta en la calzada para mejorar la visualización y alertar a los usuarios de las vías.
- Implementación de la conectividad de los carriles bici (definición de nuevos y existentes ejes de calzada) para los ciclistas; ya que estos se convierten en puentes entre las diferentes zonas para las rutas de los ciclistas.
- Aplicación de medidas correctoras (medidas anti choques) en zonas de cruces o de mayor concentración de riesgo y accidentes.

B. Medidas de Tecnología:

Las medidas de tecnologías son esenciales para la ayuda no presencial de las autoridades en las diferentes zonas de la ciudad. Este tipo de tecnología ayuda al mejoramiento de la seguridad vial y así detectar y analizar las posibles causas de la siniestralidad vial. Algunas medidas aplicadas de tecnología son:

- **Incorporar la funcionalidad de captación nocturna:** que consiste en reducir la indisciplina viaria, sobre todo en los puntos donde hay una alta detección de concentración de accidentes relacionados con la falta de respeto y atención a los semáforos. Algunas acciones y medidas para esto son: [34]
 - Mejorar el servicio que se está prestando actualmente, para corregir el sistema de las fotos rojo que no funcionan correctamente y establecer un sistema válido de revisión.
 - Ampliar el número de los sistemas fotos rojo instaladas en la ciudad, donde se detecte una relación entre los accidentes y las infracciones por desobedecer el semáforo.
 - Hay que comprobar previamente que el punto reúne los requisitos para ponerlo en marcha (conexión, visibilidad, señalización ...)
 - Mejorar la captación de las imágenes tomadas por las cámaras en horario nocturno o las que están ubicadas en túneles.
 - Valorar los cambios de tecnología que se deberían implementar, como los infra-rojos, y ejecutar su implantación.



Figura 15: Control Fotográfico de la ciudad de Barcelona
Plan local de seguridad viaria Barcelona 2019-2022

- **Colocación de radares en la ciudad:** el objetivo con esta medida es reducir la indisciplina vial, sobre todo en los cruces y tramos donde se detecta una elevada concentración de accidentes relacionados con el exceso de velocidad. Las acciones para esta medida serán:[34]

- Implantación de radares en los cruces con más accidentes, donde se detecte una relación causal entre los siniestros y el exceso de velocidad de los vehículos.

C. Medidas de Control y Sanción:

Las medidas de control y sanción son todas aquellas medidas aplicadas por las autoridades locales para el mejoramiento de la seguridad vial. Algunas medidas aplicadas son: [34]

- **Aplicación de límite de velocidad de 30 km/h en la ciudad y controles de velocidad:** Esto consiste en reducir la velocidad en las calles de la ciudad con carácter más vecinal y reducir el número de vehículos que circulan con una velocidad excesiva. Las acciones para esta medida son:
 - Adaptar la legislación proveniente de la DGT, en caso de aprobarse, de limitar el límite de velocidad a 30 km / h.
 - Incorporar todas aquellas medidas para que la norma se pueda implantar de forma rápida.
 - En estos entornos se ha previsto un incremento de las campañas de control de radar móvil, aunque también son susceptibles de otras medidas de control como radar fijo, incremento de la señalización de velocidad máxima permitida (fija o dinámica) u otras medidas informativas.

- **Controles de pruebas de alcoholemia y drogas:** el objetivo es reducir el número de personas que conducen sobre los efectos de estas sustancias. Las acciones para esta medida son: [34]
 - Mantener o incrementar el control de las alcoholemias y drogas. Ya que cuando se disminuye el número de pruebas el porcentaje de personas que dan positivo en los controles aumenta.
 - Realizar controles aleatorios de alcoholemia, drogas y psicofármaco en los entornos de ocio nocturno, en fines de semana o vísperas de festivo.

- **Control de los sistemas de retención infantil, cinturón y casco:** Priorizar el control de las infracciones de riesgo en la conducción. Las acciones para esta medida son:[34]
 - Mantener o incrementar el control en el uso de los sistemas de retención infantil, del cinturón en los turismos y del uso del casco por parte de motoristas.

D. Medidas de Formación y Educación

- **Participación en el foro de seguridad vial:** Promover actividades de contenido informativo a favor de una movilidad sostenible y segura para todos, para un uso racional del vehículo privado y para potenciar modos alternativos de transporte. Y Divulgar el conocimiento de la seguridad vial y colaborar con otras administraciones. Las acciones para estas medida son: [34]
 - Celebración del Foro de seguridad vial y jornadas.
 - Incidir en el aspecto de cómo hay que comunicar los datos de seguridad vial. En un entorno cada vez más abierto, donde todos los datos se cuelgan, hay que tener claro cómo se debe posicionar el Ayuntamiento.

- **Campañas informativas y comunicativas en seguridad vial:** esto tiene como objetivo impulsar la realización de acciones de comunicación para informar, sensibilizar y promover la implicación ciudadana. También se menciona realizar esto a través de Internet, diseño de webs para facilitar y mejorar el acceso a la información: obras y actos que afectan a la movilidad, etc. Las acciones para promover esta medida son: [34]
 - Campañas de sensibilización a favor de la seguridad de los peatones, usuario más débil de la vía pública.
 - Campañas de convivencia peatones-ciclistas, vehículos-ciclistas, peatones-patinetes, patinetes-ciclistas
 - Informar a la ciudadanía de las medidas implantadas para reducir accidentes

- Programas aplicados para jóvenes de escuelas, para personas mayores, para seguridad vial laboral, para motoristas todo con el objetivo de profundizar en las actividades de educación para uno de los colectivos vulnerables más implicados en atropellos, que complementen las acciones que ya se desarrollan actualmente. Las acciones para estas medidas son: [34]
 - Conjuntamente con los Bomberos, la Guardia Urbana poner en funcionamiento un programa de prevención orientado a la gente mayor, que abarca diferentes aspectos de la seguridad, tanto vial como personal.
 - Teniendo en cuenta que el colectivo de personas mayores es uno de los más vulnerables a la hora de sufrir accidentes de tráfico, se mejorarán las sesiones sobre movilidad segura que se realizan en los centros de personas mayores.

4.3. Seguridad Vial Urbana en Honduras

La Republica de Honduras, cuenta con una superficie de 112.492 km². El país está situado en el centro de la región centroamericana, limita al oeste con Guatemala (340 Km) y El Salvador (356,5 Km), al norte con el Mar Caribe (650 Km), al este con Nicaragua (575 Km) y al sur con el Océano Pacífico (65 Km). (Fuente: Instituto Nacional de Estadística Honduras).

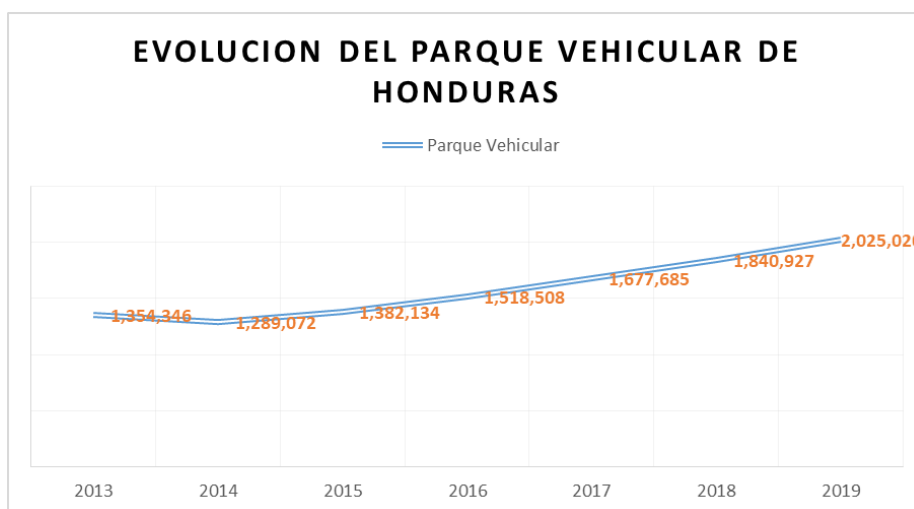
Durante los últimos años la ciudadanía de Honduras ha tenido una influencia negativa hacia otros medios de transporte y la mayoría ha optado por el uso del vehículo privado o taxis ejecutivos como principal transporte de movilización para sus trabajos, ocio u otros. Por lo que esto ha causado que el parque vehicular y motorizado haya incrementado en estos últimos años en la ciudad. [5] Se puede ver el anexo 12.3 para ver más datos generales de Honduras.

Evolución del Parque Vehicular

El crecimiento del parque vehicular a nivel nacional como se muestra en la gráfica 8, en los últimos años ha ido en crecimiento y al parecer no dejara de incrementar, ya que muestra una clara tendencia positiva. Encontramos que del periodo del año 2013 al 2019 el parque vehicular ha tenido un promedio de incremento de 105.734 unidades registradas en la Dirección ejecutiva de Ingresos (DEI), como se muestra en la tabla 17. (Fuente: DEI-Honduras).

Parque Vehicular Honduras 2013-2019			
Año	Parque Vehicular	Diferencia	Total
2013	1,354,346	69,463	20.97%
2014	1,289,072	-65,274	-5.06%
2015	1,382,134	93,062	6.73%
2016	1,518,508	136,374	8.99%
2017	1,677,685	159,177	9.49%
2018	1,840,927	163,242	8.87%
2019	2,025,020	184,093	9.09%
Promedio de incremento		105,733	8.44%

Tabla 17: Elaboración Propia Fuente: DEI-Honduras



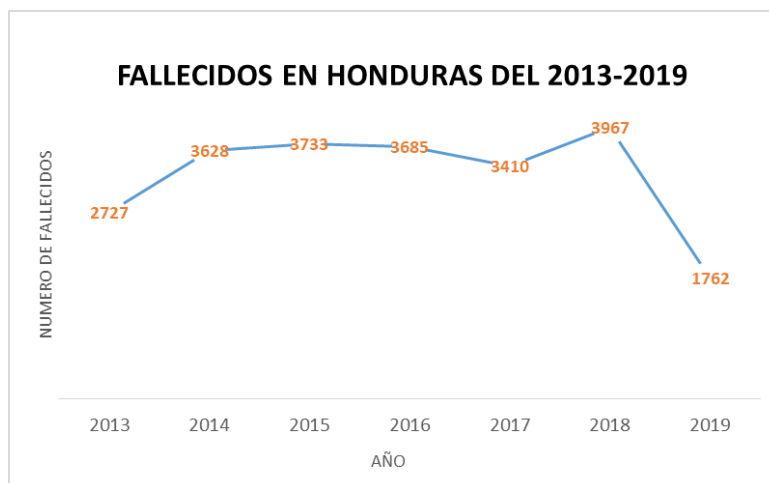
Gráfica 8 Elaboración Propia, Fuente: DEI-Honduras

Todo esto ha sido producto del crecimiento poblacional y también por el aspecto de la inseguridad en las calles y el transporte público. Muchas familias buscar tener su propio vehículo de transporte, para desplazarse a sus trabajos, estudios y otras tareas cotidianas que los ciudadanos realizan, para evitar ser acechados por la violencia. Aparte de esto se ahorran tiempo debido a que el transporte público es muy lento en sus recorridos, inseguros e ineficientes. [6]

Sin embargo, La repercusión que tiene el incremento de vehículos con el aumento del número de accidentes viales se analizan ampliamente para identificar las causas de la accidentalidad, destacándose las que son consecuencia de un mal diseño de las vías urbanas y las que se deben a una falta de criterios sobre seguridad vial para una mejor adaptación de sistemas de control vehicular, por lo que se analizan los datos de siniestralidad vial urbana para identificar dichas causas.[31]

Datos de siniestralidad vial urbana: Fallecidos

Los incrementos del parque vehicular trae consigo como consecuencia el aumento de la siniestralidad vial por causa de los accidentes de tránsito en las diferentes zonas urbanas e interurbanas del país. En los últimos años la DNTV registro al menos 22.912 muertes por accidentes de tránsito en la gráfica 9. Una epidemia en estricto sentido.



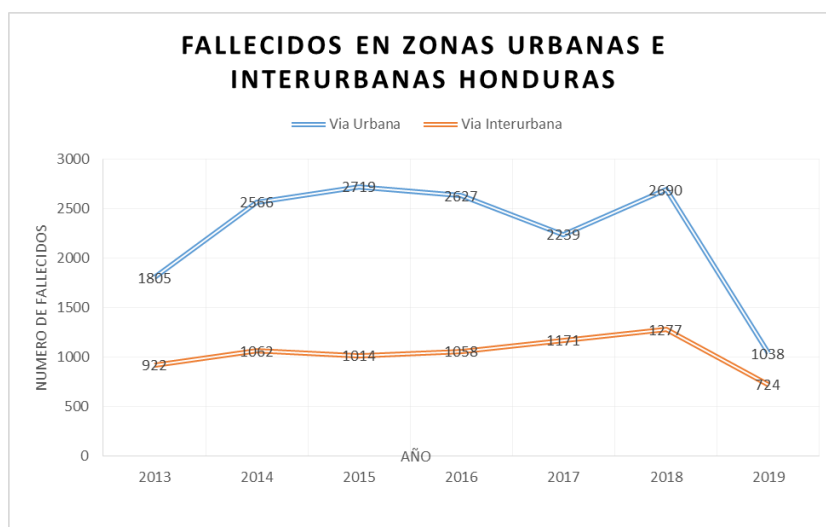
Gráfica 9: Elaboración Propia, Fuente: ONASEVIH-DNVT

Los entes Hondureños realizan esfuerzos para prevenir y disminuir los índices de fallecidos y heridos por accidentes de tránsito [3]; Por lo cual se tomaron medidas que pudieran ayudar a disminuir estos siniestros. Viendo en la tabla 18 que en el año 2019 se tuvo una importante disminución en los fallecidos en las carreteras tanto interurbanas como urbanas. Ese registro identifico que en zonas urbanas surgieron 1.038 fallecidos y en el área interurbana surgieron 724 fallecidos. Lo que en los datos absolutos del 2019 supuso un total de 1.762 fallecidos. Siendo en las zonas urbanas la mayor cantidad de fallecidos por esta causa.

Fallecidos en Vías Honduras 2013-2019			
Año	Vía Urbana	Vía Interurbana	Total
2,013	1,805	922	2,727
2,014	2,566	1,062	3,628
2,015	2,719	1,014	3,733
2,016	2,627	1,058	3,685
2,017	2,239	1,171	3,410
2,018	2,690	1,277	3,967
2,019	1,038	724	1,762
Total	15,684	7,228	22,912

Tabla 18: Elaboración Propia, Fuente: ONASEVIH-DNTV

En la siguiente grafica 10 podemos ver la evolución durante los años de los accidentes de tránsito tanto en zonas urbanas como interurbanas en el país. Pudiendo observar que el año con mayor número de accidentes fue el año 2018, teniendo luego una baja importante en el año 2019 como lo mencionábamos anteriormente.



Grafica 10: Elaboración propia, Fuente ONASEVIH-DNVT

Fallecidos por tipo de accidente:

En la tabla 19 se muestran los datos históricos de los fallecidos por tipo de accidente en la zona urbana de Honduras, pudiendo observar en el año 2019 que el tipo de accidente que causo más fallecidos fueron los atropellamientos teniendo como valor absoluto 407 personas; del total de fallecidos en ese año esto represento un 39.21%. Seguido de los atropellos la segunda causa de fallecidos fueron las colisiones con un total de 326 fallecidos esto representado el 31.40% de todos los accidentes sucedidos en ese año.

DATOS GENERALES HISTORICOS DE FALLECIDOS POR TIPO DE ACCIDENTE EN ZONA URBANA-HONDURAS									
TABLA GENERAL		AÑO							TOTAL
Nº	Tipo de Accidente	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
1	Aplastamiento	65	152	124	72	36	50	9	508
2	Atropellamiento	546	627	687	716	703	660	407	4,346
3	Colisión	797	1,290	1,389	1,305	1,110	1,357	326	7,574
4	Choque	123	222	174	149	148	183	86	1,085
5	Despiste	26	49	86	171	115	225	115	787
6	Volcamiento	209	151	183	159	83	173	48	1,006
7	Caida	27	30	47	35	25	17	24	205
8	Otros/Proceso de Investig	12	45	29	20	19	25	23	173
TOTAL		1,805	2,566	2,719	2,627	2,239	2,690	1,038	15,684

Tabla 19: Elaboración propia, Fuente ONASEVIH-DNVT

Siguiendo la línea de la tipología de accidentes podríamos decir que los usuarios vulnerables por este tipo de accidente pudieron ser los peatones y conductores de vehículos. Sin embargo analizaremos los fallecidos por tipo de usuarios para comprobar esta tasa.

Fallecidos por tipo de usuario:



En la tabla 20 se muestran los datos históricos de los fallecidos por tipo de usuario en las zonas urbanas de Honduras. Tomando como referencia el año 2019 se puede observar que en los conductores fueron los usuarios más afectados en este año con 427 fallecidos representado el 41.53% de todos los fallecidos en zonas urbanas. Seguido por los peatones que hubieron 406 fallecidos representando el 39.11% de todo el valor absoluto que fue 1038 fallecidos.

DATOS GENERALES HISTORICOS DE FALLECIDOS POR TIPO DE USUARIO ZONA URBANA-HONDURAS									
Tabla General		AÑO						TOTAL	
N°	Tipo de Usuario	2013	2014	2015	2016	2017	2018		2019
1	Ciclista	158	197	293	248	198	201	63	1358
2	Peatón	509	559	676	687	653	662	406	4152
3	Conductor	732	1164	1010	1104	939	1148	427	6524
4	Pasajero	406	646	740	588	449	679	142	3650
TOTAL		1805	2566	2719	2627	2239	2690	1038	15684

Tabla 20: Elaboración Propia, Fuente: ONASEVIH-DNVT

Pudiendo comprobar que de acuerdo a la tipología de accidentes presentados anteriormente los usuarios más afectados fueron los conductores y peatones respectivamente. Seguidos por los pasajeros. Así también en este análisis se quiso analizar el número de fallecidos por rango de edad, para poder determinar que usuarios y de qué edad han sido más afectados por este tipo de incidente.

Fallecidos por rango de edad:

En la tabla 21 se muestran los datos históricos de los fallecidos por tipo de rango de edad en las zonas urbanas de Honduras. Tomando como referencia el año 2019 se puede observar que el rango de edad con más fallecidos por accidentes de tránsito fueron los de la edad de entre 25-34 años con 238 fallecidos representado porcentualmente un 22.92%, sin embargo también los de edad de entre 15-24 fueron casi similares el número de fallecidos; siendo la cantidad de 227 fallecidos representando un 21.86%. Representando un total absoluto de 465 fallecidos.

Por lo que podemos concluir que las personas de estas edades están siendo afectadas más por los accidentes de tránsito en este país.

NUMERO DE FALLECIDOS POR RANGO DE EDAD ZONA URBANA-HONDURAS								
Rango de Edad	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL
0-14	-	-	235	203	157	152	48	795
15-24	-	-	660	732	581	750	227	2950
25-34	-	-	668	669	577	702	238	2854
35-44	-	-	399	355	301	489	159	1703
45-54	-	-	239	232	178	212	103	964
55-64	-	-	187	151	170	175	104	787
65-mas	-	-	180	190	188	197	149	904
S/D	1805	2566	151	95	87	13	10	4727
TOTAL	1805	2566	2719	2627	2239	2690	1038	15684

Tabla 21: Elaboración Propia, Fuente ONASEVIH-DNVT

Factores que inciden en la seguridad vial urbana en Honduras:

La Dirección Nacional de Vialidad y Transporte de Honduras (DNTV), en el informe iberoamericano de la seguridad vial 2015 menciona que los accidentes de tránsito que los factores que inciden en la seguridad vial son: [3]

- El Alcohol
- La velocidad
- El uso de los elementos distractores como ser el uso del móvil u otros aparatos.

Como consecuencia esto les genera cuatro consecuencias directas en la seguridad vial como ser:

- Aumento de muertes por accidentes de tránsito.

Dada la edad mínima (18 años) requerida para optar a una licencia para conducir, se da por asumido que todas estas muertes tienen un alto costo social y suponen un humano de inestimables daños a la salud emocional de los y las hondureñas. (Fuente: ONASEVIH-DNTV)

- Aumento de lesionados por accidentes de tránsito.

Las consecuencias del problema no terminan allí: la siniestralidad vial también deja una considerable cantidad de personas lesionadas que, en el último año 2019 alcanzó la tasa de 26.13 lesionados por accidentes de tránsito por cada 100,000 habitantes, lo que quiere decir 2,355 lesionados). Por lo que ello supone un alto costo en el funcionamiento de los sistemas de salud, trátase de si son públicos o si son privados. Aunque a la fecha no existan mediciones, esto impacta negativamente en la población económicamente activa (PEA), genera una carga de excedencia e indemnizaciones laborales y una irreparable pérdida en la productividad. No son menores las secuelas de las personas lesionadas que terminan como lisiadas, con problemas crónicos. (Fuente: ONASEVIH-DNTV)

- Severos daños materiales a la propiedad.

Igualmente, la siniestralidad vial provoca severos daños materiales a la propiedad automotor, depreciación y un alto costo en las reparaciones del parque automotriz, tanto más cuanto que Honduras no cuenta con una industria de autopartes o refacciones. (Fuente: ONASEVIH-DNTV)

- Descontento con la autoridad.

El problema tampoco no sólo genera descontento con la Autoridad específica de la Dirección Nacional de Vialidad y Transporte (DNVT), en la medida que ésta se ve rebasada, y que sus actos investigativos no satisfacen la necesidad de conocer la verdad o sus resoluciones legales no producen el sentido reparador de la justicia; sino que, tanto más grave, causa la pérdida de confianza de la ciudadanía en las Instituciones.

En un sentido más amplio, en la medida que los accidentes se convierten en conflictos irresueltos entre particulares, la siniestralidad vial refuerza la violencia y la conflictividad social; y produce demandas onerosas al sistema hospitalario, y al mecanismo económico de cobertura de seguros contra accidentes, muertes y lesiones a terceros. (Fuente: ONASEVIH-DNTV). En el anexo 12.3 se puede ver las acciones del estado de honduras en materia de seguridad vial.

Sanciones en Honduras por accidente de tráfico y positivo en alcoholemia.

La ley de Penalización de embriaguez habitual en Honduras indica en su artículo 1 y 3 que la tasa de alcoholemia, para conductores en general, no pueden superar los 0,07 miligramos por litro en sangre y que las sanciones en cuanto a las multas por alcoholemia, al infractor se le sancionará con [35]:

- Una multa de medio (1/2) salario mínimo aun (1) salario mínimo y suspensión de la licencia de conducir por seis (6) meses la primera vez que cometa este tipo de infracción. [35]
- Una multa de un (1) salario mínimo a tres (3) salarios mínimos y la cancelación de la licencia de conducir por un (1) año o definitivamente según sea el caso si es reincidente. [35]

Según el artículo 103 y 104 de la ley de tránsito el conductor de un vehículo, los pasajeros, los peatones y los terceros serán responsables civil y/o penalmente por los daños, perjuicios, lesiones y muertes que se causaren, si de conformidad a la ley se establece su culpabilidad al ocurrir un accidente de tránsito. Sin embargo el propietario de un vehículo responderá civil y solidariamente con el conductor, por los daños, y perjuicios causados a consecuencia de un accidente de tránsito, cuando éste fuere declarado culpable en el mismo. [36]

4.4. Seguridad vial urbana en la ciudad de Tegucigalpa

La ciudad de Tegucigalpa se encuentra en un altiplano a unos 990 metros sobre el nivel del mar, está rodeada de colinas entre las que destaca, al norte, el cerro El Picacho (1.240 msnm). Es la ciudad más poblada de la República de Honduras, y tiene una población de 1.3 millones de personas aproximadamente, lo cual representa el 13.75% de la población nacional, que es de aproximadamente 9, 160,000 habitantes. (Fuente: INE 2019-HONDURAS)

Esta ciudad ha experimentado un importante crecimiento motivado por la migración campo-ciudad generando un crecimiento desorganizado y la intensificación los problemas de movilidad. Como se presenta en la tabla 22, el Instituto Nacional de Estadística de Honduras (INE) para el 2019, el municipio contaba con una población total en la zona urbana de 1.143.373 y en la zona rural 116.273 por lo cual se puede ver que la mayor cantidad de personas viven en la zona urbana del municipio. (Fuente: INE 2019-HONDURAS)

En la siguiente tabla 21 se muestran datos genéricos de la población; tanto en la zona urbana como la zona rural de Tegucigalpa.

DATOS GENERALES DE POBLACION DE TEGUCIGALPA							
Ciudad	Depto.	Año	Zona	Zona	Total Población	% Población del Departamento	% Población del País
			Urbana	Rural			
Tegucigalpa	8	2019	1.143.373	116.273	1.259.646	76.33%	13.75%

Tabla 21: Elaboración Propia. Fuente: INE-Honduras

Un estudio de movilidad del año 2012 realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo y sus colaboradores mostraba los datos de movilidad del año 2012 que mostraban que la generación de viajes diarios era de casi 1,5 millones de los cuales 65% se realizan en modos motorizados, como ser el vehículo provocando la congestión vehicular producto de restricciones en la capacidad vial, una sobreoferta de servicios de transporte público urbano y un incremento del transporte individual motorizado. [5]

Por lo que el crecimiento del parque vehicular en la ciudad ha ido en incremento en los últimos años, lo cual es producto del crecimiento poblacional, pero también por el hecho de que para muchas personas son el medio de movilización para realizar actividades de trabajo y de la familia más rápidos y seguros, por lo mismo se opta por la compra individual de los mismos. Por ende también ha incrementado la cantidad de accidentes de tránsito, que han causado fallecidos y heridos en todos estos años. Por lo que se presenta la evolución del parque vehicular en la ciudad en los últimos años. [5]

Evolución del parque vehicular:

La evolución del parque vehicular en la ciudad de Tegucigalpa en los últimos años demuestra un crecimiento porcentual del 20.6%. Pudiendo observar en la tabla 22 que el incremento ha sido positivo en los últimos años. Siendo en el año 2018 con la mayor cantidad (525,600) de vehículos en la ciudad.

Parque de Vehiculos Tegucigalpa 2014-2018		
Tabla General		Tasa de crecimiento con respecto al año anterior%
Año	Parque	
2014	383,099	-
2015	406,336	18.65
2016	383,099	17.59
2017	480,356	22.05
2018	525,600	24.13
Total	2,178,490	
Promedio de crecimiento		20.6%

Tabla 22: Elaboración Propia, Fuente: DEI-Honduras

Por lo que vemos en la evolución podemos determinar que este incremento para los siguientes años seguirá siendo si no se proponen mejoras a la movilidad de los ciudadanos de Tegucigalpa. Por lo que procedemos a analizar los datos de siniestralidad vial urbana que han causado fallecidos.

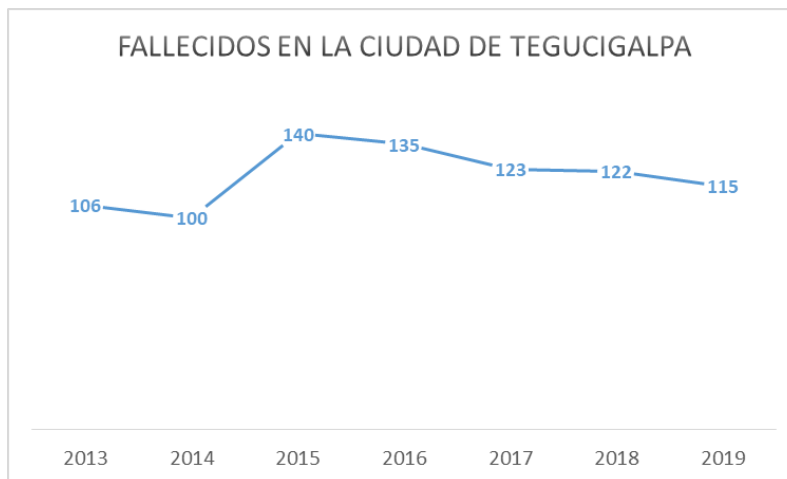
Datos de siniestralidad vial urbana: Fallecidos

Los incrementos del parque vehicular trae consigo como consecuencia el aumento de la siniestralidad vial por causa de los accidentes de tránsito en las diferentes zonas urbanas principalmente en las áreas de la ciudad donde hay más tráfico vehicular. Como se observa en la tabla 23, en los últimos años la DNVT registro al menos 841 fallecidos por accidentes de tránsito.

FALLECIDOS 2013-2019	
Tabla General	Zona Urbana
Año	Tegucigalpa
2013	106
2014	100
2015	140
2016	135
2017	123
2018	122
2019	115
Total	841

Tabla 23: Elaboración Propia, Fuente: ONASEVIH-DNVT

Al realizar un análisis más detallado se puede observar que del total de accidentes con fallecidos (841) que han surgido en los últimos años en la ciudad, en el año 2015 fue donde hubo más fallecidos por esta causa, esto representado porcentualmente un 16.64% del total de fallecidos por accidentes de tránsito en la ciudad en los últimos años.



Grafica 11: Elaboración Propia, Fuente: ONASEVIH-DNVT

Fallecidos por tipo de accidente:

Si vemos la tabla 24 podemos ver que el tipo de accidente más común que ha causado fallecidos en esta ciudad, han sido los atropellamientos, que sido la mayor causa de víctimas, con un total de 449 fallecidos, siendo el año 2016 con el número mayor victimas (72). En segundo lugar las colisiones con 193 fallecidos. Siendo el año 2016 con el número mayor de victimas (38). Por lo cual se podría ver que hay mucha vulnerabilidad para el peatón como usuario vulnerable y los conductores.

Numero de Fallecidos por Tipo de Accidente-Tegucigalpa									
Año	Aplastamiento	Atropello	Caida	Choque	Colision	Despiste	Volcamiento	Otros	Total
2013	1	65	3	4	23	1	9	1	107
2014	5	52	5	15	18	4	2	2	103
2015	5	69	4	18	36	4	2	2	140
2016	2	72	1	15	38	4	2	2	136
2017	3	68	3	12	28	10	5	2	131
2018	1	57	3	17	28	7	4	3	120
2019		66		8	22		4	4	104
Total	17	449	19	89	193	30	28	16	841

Tabla 24: Elaboracion Propia, Fuente: ONASEVIH-DNVT

Fallecidos por tipo de usuario:

Si analizamos en la tabla 25 cuales han sido más las victimas por tipo de usuario, podemos ver que los peatones han sido las mayores víctimas mortales con un total de



452 fallecidos. Siendo el año 2015 con mayor número de fallecidos (79). En segundo lugar los conductores con un total de 252 fallecidos, siendo el año 2016 con mayor número de fallecidos (72).

Numero de Fallecidos por Tipo de Usuario-Tegucigalpa					
Año	Ciclista	Peaton	Conductor	Pasajero	Total
2013	6	53	28	19	106
2014	3	52	29	16	100
2015	4	79	34	23	140
2016	5	71	47	12	135
2017	1	72	36	14	123
2018		62	40	20	122
2019		63	38	14	115
Total	19	452	252	118	841

Tabla 25: Elaboracion Propia, Fuente: ONASEVIH-DNVT

Por lo que se puede concluir que hay una gran incidencia en los peatones y conductores afectados por este tipo de accidentes de tránsito. Por lo que se analizara el rango de edad de los más afectados que murieron por esta causa.

Fallecidos por rango de edad:

En la tabla 26 se muestran los datos históricos de los fallecidos por tipo de rango de edad en la ciudad. Tomando como referencia el año 2019 se puede observar que el rango de edad con más fallecidos por accidentes de tránsito fueron los de la edad de entre 25-34 años con 238 fallecidos representado porcentualmente un 22.92%, sin embargo también los de edad de entre 15-24 fueron casi similares el número de fallecidos; siendo la cantidad de 227 fallecidos representando un 21.86%. Representando un total absoluto de 465 fallecidos. Por lo que podemos concluir que las personas de estas edades están siendo afectadas más por los accidentes de tránsito en este país.

Numero de Fallecidos por Rango de Edad-Tegucigalpa									
Año	0-14	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-mas	S/D	Total
2013	10	13	30	11	15	8	8	11	106
2014	5	23	16	15	10	11	12	8	100
2015	3	30	35	26	12	16	18	1	141
2016	2	26	31	22	17	15	21	4	138
2017	7	24	24	26	8	19	11	1	120
2018	2	35	29	14	14	7	20	1	122
2019	6	19	30	15	11	13	20		114
Total	35	170	195	129	87	89	110	26	841

Tabla 26: Elaboracion Propia, Fuente: ONASEVIH-DNVT

Fallecidos en Rotondas:

Se analizó la accidentalidad en las rotondas para la ciudad de Tegucigalpa, ya que de acuerdo a los datos brindados por la DNVT, los accidentes de tránsito han aumentado en estas zonas

debido al mal uso o percepción de las mismas. Muchas de estas rotondas se han visto en vueltas en varios accidentes de tráfico, causando el fallecimiento de algunos ciudadanos; por lo que se decidió tomar una rotonda como objeto de estudio para la implementación de micro medidas para la mejora de la seguridad vial.

A continuación se presenta una tabla 27 con el número de fallecidos causados en la ciudad de Tegucigalpa en este tipo de intersecciones y en la intersección del objeto de estudio, para poder observar la tasa de mortalidad de los fallecidos en las rotondas de acuerdo al total de fallecidos en la ciudad en estos últimos años fue un total de 25 fallecidos, siendo el año 2019 con mayor número de fallecidos en rotondas. Sin embargo en la rotonda sé que tomara por objeto de estudio para esta investigación fueron un total de 6 fallecidos. Siendo el año 2018 con la mayor cantidad de fallecidos.

DATOS DE FALLECIDOS EN ROTONDAS TEGUCIGALPA 2013-2019					
DESCRIPCION					
AÑO	Total Fallecidos en TGU	Fallecidos en Rotondas	Fallecidos en Rotonda de Estudio	Tasa de Mortalidad con respecto a los fallecidos en rotondas	Tasa de Mortalidad con respecto al total de fallecidos en TGU (%)
2013	106	1	N/A	N/A	N/A
2014	100	5	N/A	N/A	N/A
2015	140	1	N/A	N/A	N/A
2016	135	3	N/A	N/A	N/A
2017	123	2	2	1.00	1.63
2018	122	6	3	0.50	2.46
2019	115	7	1	0.14	0.87
TOTAL	841	25	6	1.64	4.95

Tabla 27: Elaboración Propia, Fuente: ONASEVIH-DNVT

Los entes encargados de la ciudad de Tegucigalpa están tomando cartas en el asunto para poder reducir estos datos de siniestralidad vial. Por lo que en el plan de seguridad vial del año 2015 propusieron varias medidas para implementar en los años subsecuentes. Sin embargo no se ha vuelto a trabajar por ahora en otro plan. Pero se están aplicando las medidas establecidas en este informa para mejorar la seguridad vial. A continuación se presentan algunas medidas implementadas.

4.4.1.1. Medidas de aplicación para la mejora de la seguridad vial en la ciudad de Tegucigalpa.

Medidas de urbanismo e infraestructura vial:

- Introducir medidas de bajo costo para intervenir la infraestructura vial de la ciudad de Tegucigalpa. Para lograr este objetivo se plantean en implementar medidas de bajo coste para la reducción de conductas de riesgo de conductores, esto se lograra mediante la implementación de: [37]
 - Colocar señalamientos para disminuir el promedio de velocidad en zonas aledañas a centros educativos, y hospitales que están cerca del uso del transporte publico

- Identificar los lugares críticos para disminuir el promedio de velocidad e instalar medidas de intervención de bajo costo en la infraestructura vial.
- Mejorar la iluminación de las calles, avenidas, y bulevares de la Ciudad de Tegucigalpa. Estas medidas se lograran mediante: [37]
 - Realización de un diagnóstico de situación y propuesta de mejora de iluminación para mejorar la visibilidad de los peatones y conductores, identificando intersecciones de baja iluminación.
 - Colocación de iluminación para disminuir el porcentaje de muertes y heridos ocurridos en intersecciones con baja iluminación

Medidas de tecnología:

- Introducir dispositivos tecnológicos e implementar campañas para controlar la velocidad y el consumo de alcohol en conductores, esto se lograra mediante la implementación de: [37]
 - Incorporar dispositivos tecnológicos de control de la velocidad en el 50% de puntos estratégicos de bulevares, calles y avenidas de la ciudad
 - Diseñar protocolos de estudio base de control de velocidad para el levantamiento, análisis y difusión.

Medidas de control y sanción

- Introducir dispositivos tecnológicos e implementar campañas para controlar la velocidad y el consumo de alcohol en conductores, esto se lograra mediante la implementación de:
[37]
 - Incorporar dispositivos tecnológicos de control de la velocidad en el 50% de puntos estratégicos de bulevares, calles y avenidas de la ciudad
 - Diseñar protocolos de estudio base de control de velocidad para el levantamiento, análisis y difusión.

Medidas de formación y educación:

- Crear e implementar campañas para promover el uso de puntos fijos de paradas de taxis, autobuses y otros, vehículos de transporte, el uso también de las pasarelas, pasos cebra, etc. teniendo como objetivo incrementar en 40% el uso de los puntos fijos para subir y bajar pasajeros. Esto se lograra mediante la implementación de:[37]
 - Campaña en los medios de comunicación implementada
 - Elaborar materiales didácticos para difundirse por los medios de comunicación
 - Realizar campañas del uso de bahías por los conductores de autobuses y taxis, y por los peatones para la prevención de riesgos y siniestros viales.
 - Monitorear, controlar y observar personas y unidades de transporte que hacen uso de puntos fijos y pasos cebra.

- Realizar programas educativos en educación y seguridad vial en los centros del sistema educativo en sus diferentes niveles para la prevención de siniestros viales. Esto se lograra mediante la implementación de: [37]
 - Realizar gestiones para que la Secretaría de educación emita un acuerdo de incorporación del tema de educación vial en el currículo educativo.
 - Formular propuesta de incorporación del tema de educación vial en el currículo.
 - Diseñar los programas de educación vial y material didáctico a ser utilizados en el currículo educativo.

- Realizar programas de capacitación vial para emisión de licencias de conducir. Esto tiene como objetivo crear una propuesta de programa de educación vial para los usuarios que solicitan la Licencia de Conducir. Esto se quiere lograr mediante la implementación de: [37]
 - Consultoría para diseño de contenidos técnicos y programa del nuevo modelo de educación vial para obtener la licencia de conducir.
 - Talleres de capacitación vial a gentes de seguridad, responsables de emisiones de licencias de conducir.
 - Realizar pruebas escritas de conocimiento de la Ley de Tránsito y pruebas de manejo en campo para obtener la licencia de conducir

4.4.2. Análisis de los resultados

Se realizara un resumen de análisis de los datos que se presentaron en el capítulo 4 de los países de España y Honduras. Y así también de las dos ciudades urbanas de estos países, Barcelona y Tegucigalpa, para poder ver sus diferencias en cuanto al número de Fallecidos por accidentes de tráfico.

En la siguiente tabla 28 se presenta la comparativa de los dos países para el año 2018:

COMPARATIVA DE DATOS POR PAISES AÑO 2018			
Descripcion	ESPAÑA	HONDURAS	DIFERENCIA
Poblacion Total	46,000,000	9,012,229	36,987,771
Parque Vehicular	35,189,690	1,840,927	33,348,763
Numero de Fallecidos en zona urbana	489	2,690	2,201
Tasa de Fallecidos por cada 100mil Habitantes	1.06	29.85	28.79
Tasa de Fallecidos por cada 10 mil vehiculos	0.14	14.61	14.47

Tabla 28: Comparativa de Países Elaboración: Propia

Aquí se presenta una gráfica 12 de esta comparativa de la tasa de fallecidos:



Grafica 12: Tasa de Fallecidos España y Honduras 2018

Si realizamos una comparación de los datos, tomamos como referencia la tasa de fallecidos por cada 100mil habitantes. Podemos ver que en España tienen una tasa de fallecidos del 1.06 por cada 100mil habitantes y Honduras tiene una tasa de fallecidos del 29.85 por cada 100mil habitantes, por lo que esto da una diferencia del 28.79 de fallecidos por cada 100mil habitantes. Esta diferencia puede ser debido a una insuficiencia en el mantenimiento de las carreteras, educación vial, etcétera.

Por otro lado se analizó la tasa de fallecidos por cada 10mil vehículos, pudiendo observar la misma tendencia anterior. Siendo en España un 0.14 tasa de fallecidos por cada 10 mil vehículos y en Honduras un 14.61 tasa de fallecidos por cada 10 mil vehículos. Después de ver estas cifras se puede que las posibilidades de fallecer en un accidente de tráfico en Honduras son mucho mayor que en España.

Por otro lado se presenta en la tabla 28 se puede ver un resumen de los datos del tipo de accidentalidad en los dos países. Podemos ver que el tipo de accidente más común en España son los atropellos y en Honduras la colisión. Siendo los usuarios más afectados los peatones y los conductores de vehículos respectivamente.

RESUMEN DE DATOS POR PAISES AÑO 2018		
Descripcion	ESPAÑA	HONDURAS
Tipologia de accidente más común en el país	Atropello	Colisión
# Fallecidos por tipo de accidente mas común	237	1,357
% de fallecidos por tipo de accidente mas común	48%	50%
Tipo de usuario mas fallecido	Peatón	Conductor
# Fallecidos por tipo de usuario	237	1,148
% de fallecidos por tipo de usuario	48%	43%
Proporcion de fallecidos mas comunes	100	84.6

Tabla 28: Resumen de datos de fallecidos por países, Elaboración: Propia

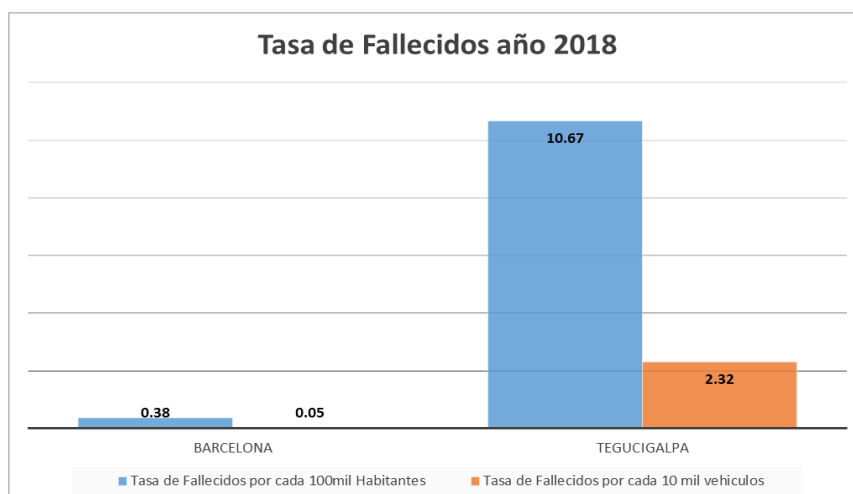
Comparativa de ciudades: aquí se presenta la comparativa de la ciudad de Barcelona versus la ciudad de Tegucigalpa, tomando como referencia los datos del 2018.

En la siguiente tabla 29 se presenta la comparativa de las dos ciudades para el año 2018:

COMPARATIVA DE DATOS POR CIUDADES AÑO 2018			
Descripcion	BARCELONA	TEGUCIGALPA	DIFERENCIA
Poblacion Total	5,515,000	1,143,373	4,371,627
Parque Vehicular	3,890,764	525,600	3,365,164
Numero de Fallecidos en zona urbana	21	122	101
Tasa de Fallecidos por cada 100mil Habitantes	0.38	10.67	10.29
Tasa de Fallecidos por cada 10 mil vehiculos	0.05	2.32	2.27

Tabla 29: Resumen de datos de fallecidos por países, Elaboración: Propia

Aquí se presenta una gráfica 13 de la tasa de fallecidos para cada una de la ciudades, se tomaron los valores de los fallecidos en las zonas urbana de cada ciudad y asimismo el número de vehículos en la ciudad para los cálculos.



Grafica 13: Tasa de fallecidos, Elaboración: Propia

Si realizamos una comparación de los datos, tomamos como referencia la tasa de fallecidos por cada 100mil habitantes. Podemos ver que en Barcelona tienen una tasa de fallecidos del 0.38 por cada 100mil habitantes y Tegucigalpa tiene una tasa de fallecidos del 10.69, por lo que esto da una diferencia del 10.29, Por otro lado se analizó la tasa de fallecidos por cada 10mil vehículos, pudiendo observar la misma tendencia anterior. Siendo en Barcelona un 0.05 y en Honduras un 2.32. Después de ver estas cifras se puede que las posibilidades de fallecer en un accidente de tráfico en la ciudad son mucho mayor que en la ciudad de Barcelona.

Por otro lado en la tabla 30 se presenta un resumen de los datos del tipo de accidentalidad en las dos ciudades. Podemos ver que el tipo de accidente más común en Barcelona son los atropellos y en Tegucigalpa el atropello. Siendo los usuarios más afectados los peatones.

RESUMEN DE DATOS POR CIUDADES AÑO 2018		
Descripcion	BARCELONA	TEGUCIGALPA
Tipología de accidente más común en la ciudad	Atropello	Atropello
# Fallecidos por tipo de accidente mas común	7	62
% de fallecidos por tipo de accidente mas común	33%	51%
Tipo de usuario mas fallecido	Peatón	Peatón
# Fallecidos por tipo de usuario	7	62
% de fallecidos por tipo de usuario	33%	51%
Proporcion de fallecidos mas comunes	100	100

Tabla 30: Datos por ciudades año 2018 Elaboración: Propia

5. Implementacion de Micro-Medidas en la infraestructura de las rotondas de la ciudad de Tegucigalpa para la mejora de la seguridad vial urbana:

La implementación exitosa de medidas en la seguridad vial genera un beneficio importante en el desarrollo de las ciudades y así también un mayor beneficio para la sociedad que se puede ver afectada por las causas directas o indirectas de esta problemática. Sin embargo la realidad de cada país y espacio urbano son diferentes por lo cual se deben acoplar las medidas a la problemática local y de allí partir para plantear soluciones de mejora. Es por eso que de acuerdo a lo desarrollado en los capítulos anteriores, se plantea una serie de micro-medidas para la mejora de la seguridad vial en una rotonda existente de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras. La guía en este capítulo se verá primero el planteamiento del problema, la propuesta de mejora y el análisis de coste beneficio que tendría esta implementación.

Planteamiento del problema

La aplicación de medidas para la seguridad vial urbana en el mundo tiene como factor clave la implementación de medidas innovadoras en las nuevas construcciones de infraestructura vial a nivel mundial para poder contribuir a la reducción de los siniestros y accidentes viales en las ciudades urbanas. Dentro de estas soluciones se han implementado en las ciudades las rotondas convencionales concéntricas como solución para el problema accidentes viales en las intersecciones. [18]

Como mencionamos anteriormente en el capítulo de la seguridad vial urbana de las rotondas, las misma parecen ser una buena solución al problema de las intersecciones en el tráfico rodado, ya que su estructura de funcionamiento hace que se reduzca el tiempo medio de espera por parte de los usuarios, si lo comparamos con lo que sucede en una intersección regulada por semáforos. Sin embargo muchos conductores encuentran dificultades para circular correctamente por ellas ya que existen dudas sobre qué carril usar, confusión sobre que vehículo tiene la prioridad a la hora de salir de la rotonda, originando con mucha frecuencia los accidentes viales en esa zona. [15]

En Honduras estos factores no han sido la excepción, desde hace más de 5 años se comenzó con la implementación de rotondas en la ciudad para mejorar el tráfico vehicular de las zonas con más congestión vial; sin embargo esto ha traído como consecuencia que los accidentes de tránsito se incrementen en esas zonas. Debido a diferentes factores comunes que tiene la mayoría de usuarios al circular por ellas. [37]

Debido a esta problemática es que se tomó una rotonda de la ciudad de Tegucigalpa que

tiene altos índices de accidentalidad para centralizar el estudio y así poder realizar la implementación de medidas de mejora de este proyecto y así poder contribuir a la reducción de los números de fallecidos y heridos por accidentes de tránsito en las rotondas de esa ciudad.

Por lo cual ante la carencia de leyes y normas que regulen estas vías por parte de las autoridades, (en el anexo 12.3 se puede ver el único artículo que habla acerca de las rotondas en Honduras), ante la poca educación vial de los usuarios y ante la ausencia de buena señalización y medidas de aplicación vial, en los últimos años, estas intersecciones se han convertido en inseguras, y de alto riesgo para accidentes de tránsito tanto para los conductores de vehículos como de los peatones y ciclistas.

5.1. Propuesta de Mejora

En este trabajo final de master se propone la implementación de micro medidas para la infraestructura como propuesta de diseño para aplicarla en una rotonda urbana de la ciudad de Tegucigalpa. Todo con el objetivo de corroborar si estas medidas de mejora en la infraestructura pueden contribuir a la reducción del número de accidentes de tránsito causados en esta zona.

5.1.1. Selección del área del estudio:

Ubicación: La rotonda está ubicada en la ciudad de Tegucigalpa, Honduras en la intersección del boulevard Republica de Francia, boulevard Centroamérica y colonia tres caminos (Plaza Miraflores).

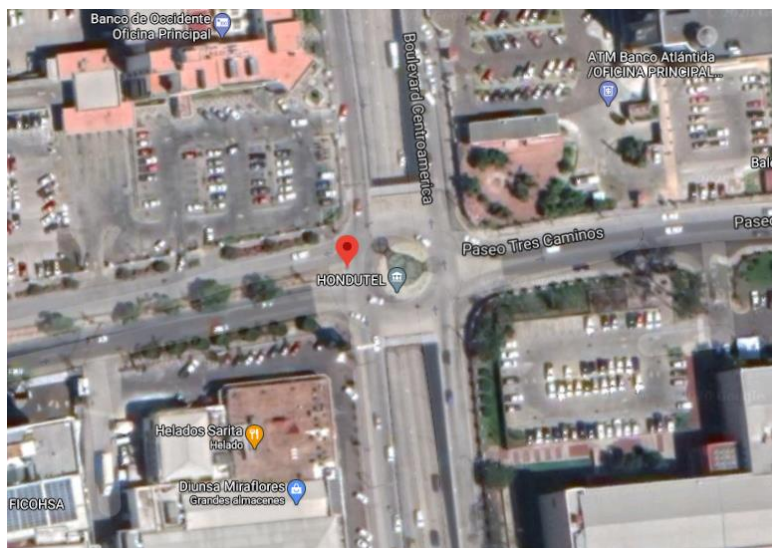


Figura 16: Rotonda de Estudio Fuente: Google Maps

Su funcionamiento principal es poder agilizar el tráfico vehicular que hay en la zona. Ya que es uno de los puntos y sitios con más tráfico vehicular de la ciudad. Sus elementos principales

son:

- Círculo central con estructura metálica donde se encuentra una asta de la bandera nacional.
- Tiene una geometría circular aproximada de 30 metros de diámetro exterior y 16 metros de diámetro interior. (Fuente: Google Earth)
- Cuenta con 2 Carriles interiores para su circulación.
- 7 carriles de entrada y salida de diferentes zonas.
- 7 pasos de peatones entre las diferentes intersecciones.

5.1.1.1. Estado Actual de la Rotonda Existente:

- La señalización horizontal: es casi inexistente en el pavimento; tanto para dentro como fuera de la rotonda y los pasos de cebra. Se puede ver en las siguientes imágenes actuales de la rotonda.



Figura 17: Rotonda Actual, Fuente: Propia



Figura 18: Cruces de Peatón casi inexistentes, Fuente: Propia

- Las señalizaciones verticales: con las que cuenta actualmente la mayoría es para dar a conocer que hay fluencia de peatones en la zona, sin embargo hay algunas que su visualización esta obstaculizadas por árboles. Así también hay señalización de no viraje en U, no parada de buses, no estacionar, por lo que se puede ver es que hay poca señalización para guiar al conductor por la rotonda.



Figura 19: Entradas hacia la rotonda

Fuente: Propia

- Los reductores de velocidad: con los que cuenta actualmente son tipo boyas Este elemento tipo boya ayuda para la reducción del tráfico sin embargo es tipo de puede ayudar a reducir la velocidad de los vehículos de cuatro ruedas, pero también puede ser un peligro para los usuarios de vehículos de dos ruedas, ya que les podría producir inestabilidad al momento de tener que sobrepasarlo. Los que actualmente cuenta la entrada de la rotonda se puede notar están desgastados y también sirven para delimitar los carriles. Estos reductores estos colocados a 1-3metros antes del cruce de peatones.



Figura 20: Boyas utilizadas para reducción de velocidad y separación de carriles

Fuente: Propia

- **Señalización vial:** Son dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad del usuario. [38]. A continuación como mejoras se propone lo siguiente:
 - **Señalización horizontal:** corresponde a la aplicación de marcas viales confirmadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, cordones y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas; con el objetivo de que los conductores y peatones respeten las normas de circulación. [30] Por lo que para la mejora de la señalización en la rotonda se implementara el uso de la señalización horizontal tipo:
 - a) **Flechas direccionales:** Estas son marcas en el pavimento con forma de flechas que indican los sentidos de circulación del tránsito y se utilizarán como señal de reglamentación para el conductor. [39] Se implementarán en la rotonda con el objetivo de que guíen al conductor desde su entrada hasta su salida de la rotonda.

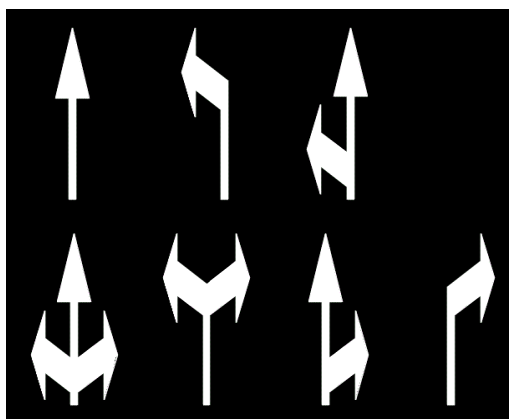


Figura 21: Tipo de flechas direccionales, Fuente: bibliocad.com

- b) **Líneas de centrales para carriles:** Se emplearán estas líneas de color amarillo, para indicar el eje de una calzada con tránsito bidireccional y de color blanco para separar carriles de tránsito, en el mismo sentido. [39] Estas líneas servirán para delimitar los carriles que conducen el tránsito en la misma dirección, serán líneas discontinuas. Estas se pintaran en las entradas, en eje circular y salidas de la rotonda.



Figura 22: Líneas discontinuas Blanca, Fuente: bibliocad.com



Figura 23: Dos Líneas continuas amarillas, Fuente: bibliocad.com

- c) Demarcación de pasos peatonales: Esta demarcación se empleará para indicar la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada de tránsito. Estas marcas serán de color blanco.



Figura 24: Líneas de pasos peatonales Fuente: bibliocad.com

- **Señalización vertical:** Abarca la provisión e instalación de señalización caminera del tipo vertical lateral, aérea (vertical sobre la calzada) y las señales de canalización y balizamiento, incluyendo los postes de sustentación de las primeras, y todos los elementos accesorios requeridos. [30]
 - a) Colocación de señales de aviso de velocidad máxima, de aviso de túbulo, de ceda el paso, de sentido de giro de la rotonda. Todo con el objetivo de orienten al conductor de lo que se le aproxima.



Figura 25: Señalización Vertical Fuente: Manual de la SIECA

- b) Colocación de bolardos flexibles en las aceras de peatones para proteger al peatón. Este permite soportar grandes impactos, volviendo a su forma original ya que posee unas elevadas propiedades de memoria en forma y resistencia; recuperando su total verticalidad y figura original [30]



Figura 26: Bolardos flexibles, Fuente: Fixer.es

- **Reductores de velocidad:** el objetivo principal de estos dispositivos es de disminuir la velocidad de los vehículos en la calzada. Por lo que recomienda utilizar estos dispositivos en accesos a intersecciones que presenten una alta tasa de accidentes, en sitios donde sea necesario proteger el flujo peatonal, y en vías donde es necesario disminuir las velocidades de los vehículos. La función principal de este dispositivo es de reducir la velocidad de los vehículos a 30km/h. [30]
- Colocación de reductores de velocidad tipo lomo de asno: se propone la implementación de este tipo de dispositivo porque es seguro tanto para vehículos de 4 ruedas como de dos ruedas.

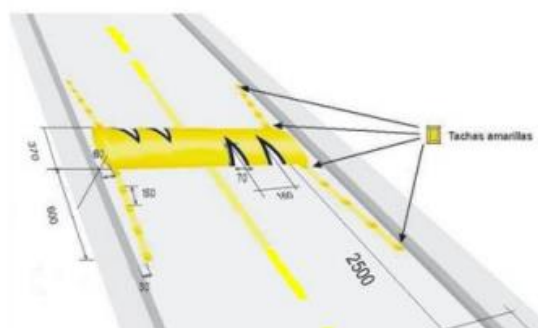
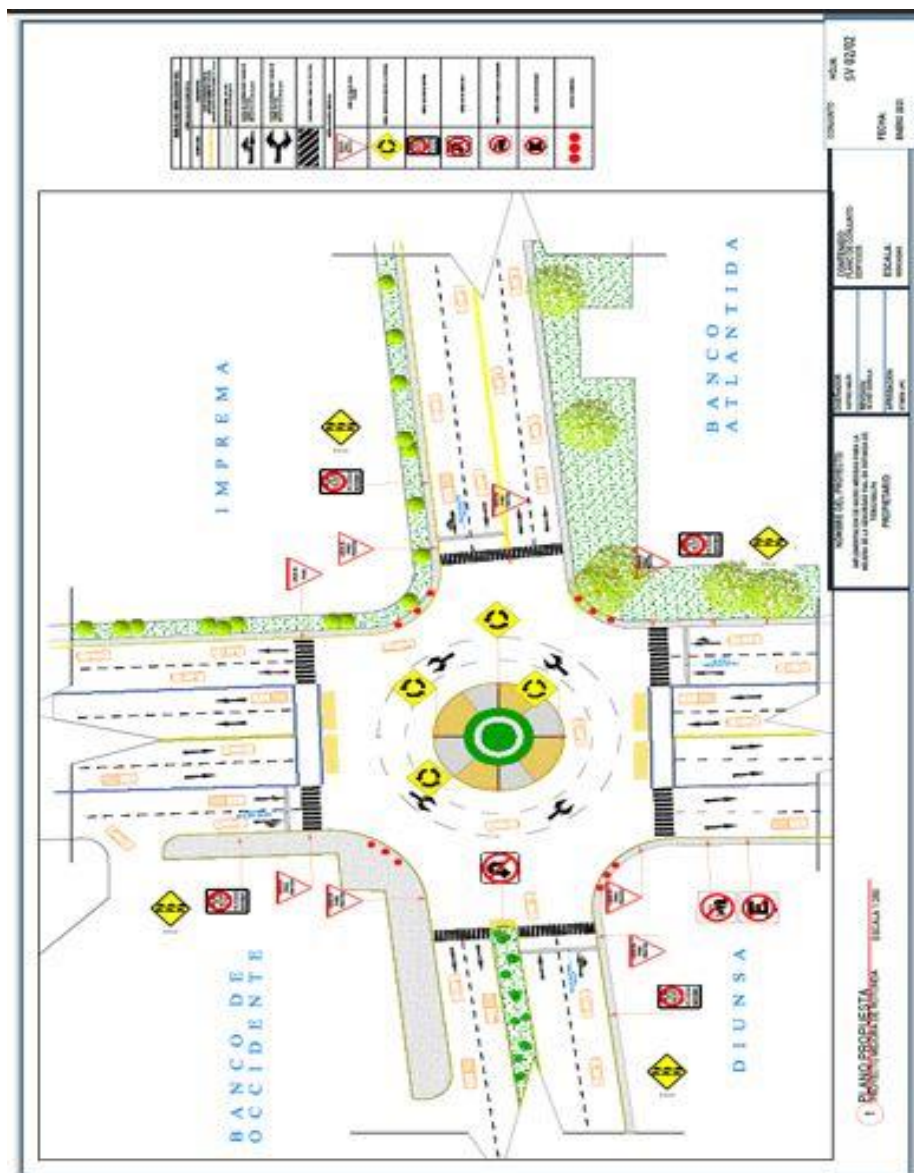


Figura 27: Reductor lomo de asno, Fuente: Manual de Carreteras de Paraguay

Plano de propuesta de implementación de micromedidas:



Plano 02-Propuesta de implementación, Elaboración Propia

Fuente: Google Earth

A continuación después proponer las micromedidas de implementación para la rotonda se presenta un análisis de coste beneficio para poder ver que también beneficioso resultaría la implementación.

5.2. Análisis de coste-beneficio en la implementación de micromedidas propuestas

Los elevados costes que producen los accidentes carreteros hace prioritario implementar medidas de seguridad que reduzcan de manera significativa la pérdida de vidas humanas, así como los gastos derivados de los recursos materiales dañados o perdidos en los accidentes. Existen una gran diversidad de medidas que ayudan a mejora de la seguridad vial, sin embargo no todas pueden ser aplicadas debido a los recursos limitados y también que dependen de la situación de cada uno de los lugares donde se quiera implementar. Por lo tanto se deben tomar decisiones de que medidas podrían beneficiar a la ciudadanía con su implementación en las zonas más peligrosas donde se causan los accidentes viales. Para ello es necesario justificar la selección a través de la evaluación de sus beneficios y costes, de tal forma que las medidas propuestas maximicen los beneficios en términos de la salud pública y minimicen los costes derivados de los accidentes de tráfico en las ciudades. [40]

Este análisis de coste beneficio tiene como objetivo principal determinar si el proyecto de implementación de las micro medidas es eficiente y efectivo; Se realizara mediante la comparación de los costes de inversión y mantenimiento versus los costes de beneficio social. Es importante señalar que la mejor medida de seguridad vial, no es necesariamente la que genera mayores beneficios, ni tampoco la requiere menores costes para su implementación, sino la medida que valorando y comparando de manera conjunta los beneficios y los costes, genere mayores beneficios o mayor efectividad por unidad de inversión. [40]

5.2.1. Análisis coste beneficio (ACB)

En la presente propuesta de implementación de medidas, se considera importante la realización de un análisis coste beneficio para ver si el proyecto es eficiente y efectivo, especialmente desde el punto de vista de bienestar social. Los datos utilizados son de la zona donde se están realizando las medidas y la moneda que se utilizara como referencia es el Lempira. Se toman como partida los datos de referencia que se muestran en la siguiente tabla.

Datos de Partida Honduras	
# de fallecidos en Tegucigalpa (TGU) Periodo 2013-2019	841
# de fallecidos en Rotondas de TGU Periodo 2013-2019	25
# de fallecidos en Rotonda de Obj. Estudio Periodo 2017-2019	6
Tasa de Mortalidad Respecto a total fallecidos en Rotondas (%)	1.64
Tasa de Mortalidad con respecto al total de fallecidos en TGU (%)	4.95
Esperanza de Vida Año 2019	75 años
Edad de Jubilacion Año 2019 (Fc)	65 años
PIB Per Capita en Moneda Nacional (Ci) Año 2019	L 63,700.00
Tasa de retorno (r) Año 2019	4

Tabla 31: Datos de Partida ACB, Fuente: Propia

Los costes de inversión y costes de mantenimiento asociados al proyecto de implementación.

Costes de Inversion				
Concepto	Unidades	Cantidad	Precio Unitario (L)	Total
*Preliminares	Global	1	L 30,000.00	L 30,000.00
Señalamiento Horizontal (Flechas)	UND	18	L 3,500.00	L 63,000.00
Señalización Horizontal (Lineas)	ML	200	L 1,200.00	L 240,000.00
Señalamiento Vertical (Rotúlos)	UND	15	L 8,000.00	L 120,000.00
Reductores de velocidad	UND	4	L 15,000.00	L 60,000.00
Bolardos Flexibles	UND	12	L 3,000.00	L 36,000.00
Total Coste de Inversion				L 549,000.00

Tabla 32: Coste de inversión del proyecto, Fuente: Propia

*La partida de preliminares incluye todos los trabajos previos que se deben realizar en la rotonda existente para la implementación de las nuevas medidas.

Coste de Mantenimiento		
Concepto	Unidades	Total
**Servicio de Mantenimiento	Global	L 35,000.00
***Gastos Varios	Global	L 12,250.00
Coste Total Mensual		L 47,250.00
Coste Total Anual		L 567,000.00

Tabla 33: Coste de Mantenimiento del proyecto, Fuente: Propia

** La partida de servicio de mantenimiento es una contratación externa que hará la Alcaldía de la ciudad para los cuidados que necesita mensualmente la rotonda.

*** La partida de gastos varios representa el 35%

Los costes sociales asociados al proyecto:

Respecto a los costes sociales, se realizaron en base al valor de la mortalidad por pérdidas humanas en el país de acuerdo a su edad. Las condiciones utilizadas para realizar este análisis de costes fueron:

- La Personas comienzan a ser productivas a partir de la edad de 18 años.
- Las personas dejan de ser productivas a la edad de 65 años (Edad de Jubilación en Honduras).
- Las personas tienen una esperanza de vida de 75 años.
- El perfil de los fallecidos es uniforme en toda la ciudad, por lo que la distribución no depende del sitio que haya pasado.
- Como referencia, se tomaron los datos de fallecidos en los últimos años en la ciudad de Tegucigalpa (841), los números de fallecidos en todas las rotondas (25) y número de fallecidos en la rotonda de estudio (6).
- No se tomaron en cuenta otros costes de los accidentes como ser los costes médicos, daños a la propiedad, costos administrativos, etcétera).

Esta última condición se ha añadido por falta de información fiable por parte de las entidades hondureñas involucradas. Además esto generara una cota superior en el beneficio social; ya que los costes no se han podido incluir.

Situación Actual:

Primeramente se determinó la edad media y mediana de las personas fallecidas; con la tasa de mortalidad actual en la rotonda 4.98%, con respecto al número total de fallecidos (841) en la ciudad de Tegucigalpa.

Descripción	Simbología
Frecuencia	fi
Edad mediana de muerte	mi
Frecuencia acumulada	Fi
Tasa relativa	ni
Tasa relativa acumulada	Ni
Proporción de personas que pueden morir (Edad Media)	ni*mi

Tabla 34: Elaboración Propia

Para sacar la media y mediana se utilizaron las siguientes fórmulas:

Media aritmética: es el valor promedio de un conjunto de datos numéricos, calculado como la suma del conjunto de los valores dividida entre el número total de valores. [40] se determina con la siguiente formula¹⁰:

$$\text{Media aritmética} = \frac{\sum_1^N x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{N}$$

Mediana: es un estadístico de posición central que parte la distribución en dos, es decir, deja la misma cantidad de valores a un lado que a otro. Se determinó con la siguiente formula¹¹:

- Cuando el número de observaciones es par:

$$\text{Mediana} = (n+1) / 2 \rightarrow \text{Media de las observaciones}$$

- Cuando el número de observaciones es impar:

$$\text{Mediana} = (n+1) / 2 \rightarrow \text{Valor de la observación}$$

Los datos de la mortalidad actual por rango de edad para determinar la media y mediana se

¹⁰ Media Aritmética: <https://economipedia.com/definiciones/media-aritmetica.html>

¹¹ Mediana: <https://economipedia.com/definiciones/mediana.html>

presentan en la siguiente tabla 35 y se puede observar que la media fue de 39 años.

Mortalidad Actual x Rango de Edad en Rotonda de Estudio							
Rango de Edad	Total Fallecidos en TGU	fi	Fi	ni	Ni	mi	ni*mi
0-14	35	1	1.00	0.04	0.04	7.00	0.28
15-24	170	5	6.00	0.20	0.24	19.50	3.90
25-34	195	6	12.00	0.24	0.48	29.50	7.08
35-44	129	4	16.00	0.16	0.64	39.50	6.32
45-54	87	3	19.00	0.12	0.76	49.50	5.94
55-64	89	3	22.00	0.12	0.88	59.50	7.14
65-mas	110	3	25.00	0.12	1.00	69.50	8.34
TOTAL	815	25		1.00			39.00

Tabla 35: Mortalidad Actual x Rango de Edad Elaboración: Propia

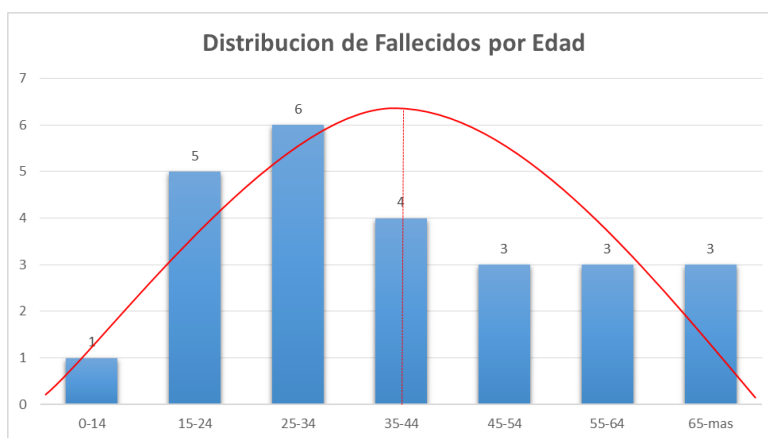
Para determinar la edad mediana se tomaron en cuenta estos valores:

- Li: 35 años , $N/2: 25/2=12.5$, $Fi-1=12$, $fi= 4$, $a= 44-35: 9$

Donde la Mediana se calculó de la siguiente manera:

$$=Li + ((N/2-Fi-1)/fi) * a = 35 + ((12.5-12)/4) * 9, \text{ siendo el valor de edad mediana } 36.10 \text{ años}$$

La distribución que presentaron estos resultados, se muestra en la gráfica xx:



Grafica 14 Distribución normal Elaboración: Propia

El beneficio social (BS) por persona es: $Ci * \sum_{i=0}^k 1 = Ci * k$ el PIB Per cápita (Ci) por persona que equivale a L. 63.700,00, la $k= Fc$ (Edad de Jubilación) – edad mediana +1 Por lo que $k= 65-36,1+1= 29.9$ años, la tasa de retorno $(r)^{12}= 4\%$, y $a=0.9615$

Beneficio social per cápita es de= 1.143.053.03 millones de lempiras.

¹² Tasa de retorno: Fuente: Banco Central de Honduras <https://www.bch.hn>



Beneficio social con las medidas de implementación:

Para poder determinar la eficiencia y factibilidad de acuerdo al bienestar social de este proyecto se plantearon tres tipos de escenarios para la tasa de reducción de accidentes, que se podrán tener con la implementación de estas medidas como en el peor (Bajo), neutro (Medio) y optimista (Alto).

Tasa de Reduccion de accidentes en Rotonda de Estudio	
BAJO	10%
MEDIO	40%
ALTO	70%

Tabla 36: Tasa de reducción de accidentes de probabilidad, Elaboración: Propia

Estos valores porcentuales de la reducción de tasa de accidente se tomaron de acuerdo a la realidad y situación del país con respecto a materia de seguridad vial y ante la carencia de educación vial que tienen los usuarios.

En la tabla 37 se presenta un resumen de los tres criterios para poder ver sus beneficios sociales totales con respecto al caso actual que se tiene en la rotonda de estudio:

Resultados en la Implementacion de Medidas				
Descripcion	Caso actual	Bajo	Medio	Alto
Tasa de Reduccion	0	0.1	0.4	0.7
Tasa de Accidentalidad en Rotonda	2.97	2.97	2.97	2.97
Numero de fallecidos probables	25	21	15	8
Numero de personas salvadas	0	4	10	17
Edad Media	39	38.0	39.3	39.5
Edad Mediana	36.1	33.5	37.3	35
PIB Per Capita (L)	L 63,700.00	L 63,700.00	L 63,700.00	L 63,700.00
Tasa de Retorno (%)	4	4	4	4
Beneficio per capita (L)	L 1,143,053.03	L 1,193,255.15	L 1,119,904.35	L 1,165,202.52
Beneficio total (L)	0	L 4,773,020.60	L 11,199,043.50	L 19,808,442.84

Tabla 37: Beneficios Implementación Medidas, Fuente: Propia

Una vez presentados los costes que el proyecto, se procedió a desarrollar una matriz con los resultados obtenidos mediante el análisis del coste beneficio. Tomando como referencia inicial el escenario optimista (70%) de reducción de accidentes, donde no existen variaciones significativas en el comportamiento de las cifras previamente expuestas, utilizando una tasa de retorno del 4%, el beneficio total tendrá un supuesto de que cada año tendrá un crecimiento anual de 1% en el número de salvados y definiendo un horizonte para una primera fase de implementación que comienza a finales del año 2021 y culmina en el año 2025, se pretende determinar la rentabilidad del proyecto mediante el indicador Valor Actual Neto.

El VAN será calculado de la siguiente manera:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

13

Donde:

- F_t , son los flujos de dinero en cada periodo t ,
- I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$),
- n es el número de periodos de tiempo
- k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

Ahora se presentaran las matrices de resultados, tomando inicialmente el escenario alto (optimista) como referencia.

Escenario (Alto)						
ACB: Rentabilidad Social	Matriz de Resultados (Lempiras)					
Duracion Fase Proyecto	2021 (1)	2022 (2)	2023 (3)	2024 (4)	2025 (5)	2026 (6)
Inversion	-L 549,000.00	-	-	-	-	-
Mantenimiento	-	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00
Valor de numero de personas salvadas	-	L 19,808,442.84	L 19,856,173.05	L 19,903,903.25	L 19,951,633.46	L 19,999,363.66
Flujos de caja	-L 549,000.00	L 19,241,442.84	L 19,289,173.05	L 19,336,903.25	L 19,384,633.46	L 19,432,363.66
Tasa de retorno	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Flujos de fondos descontados	-L 549,000.00	L 18,501,387.35	L 17,833,924.78	L 17,190,436.58	L 16,570,065.92	L 15,971,986.44
Beneficio	-L 549,000.00	L 17,952,387.35	L 35,786,312.13	L 52,976,748.71	L 69,546,814.63	L 85,518,801.07
	VAN L 85,518,801.07					

Tabla 38: Análisis de coste beneficio del escenario medio, Fuente: propia

Al ver la tabla 38 de resultados del escenario optimista se puede observar la obtención de un significativo beneficio desde el primer año de gestión y que al finalizar el horizonte del proyecto, asciende a **L. 85.518.801,07** Por tal motivo, se determina que el proyecto de la implementación de las micro medidas de mejora serian beneficiosas para la ciudad de Tegucigalpa.

Sin embargo, antes de proceder a su aceptación, se considera importante realizar el análisis de los otros dos escenarios para que se permita determinar qué tan susceptible a cambios es el proyecto planteado y si aún en un contexto variable, éste sigue siendo beneficioso. Por lo que se presentan los otros dos escenarios a continuación; para observar que aun siendo los menos optimistas el proyecto siempre sigue siendo beneficioso para la ciudad de Tegucigalpa.

¹³ Valor Actual Neto: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

El escenario medio:

Escenario (Medio)						
ACB: Rentabilidad Social	Matriz de Resultados (Lempiras)					
Duracion Fase Proyecto	2021 (1)	2022 (2)	2023 (3)	2024 (4)	2025 (5)	2026 (6)
Inversion	-L 549,000.00	-	-	-	-	-
Mantenimiento	-	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00
Valor de numero de personas salvadas	-	L 11,199,043.50	L 11,246,773.71	L 11,294,503.91	L 11,342,234.12	L 11,389,964.32
Flujos de caja	-L 549,000.00	L 10,632,043.50	L 10,679,773.71	L 10,727,503.91	L 10,775,234.12	L 10,822,964.32
Tasa de retorno	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Flujos de fondos descontados	-L 549,000.00	L 10,223,118.75	L 9,874,051.13	L 9,536,711.92	L 9,210,715.28	L 8,895,687.75
Beneficio	-L 549,000.00	L 9,674,118.75	L 19,548,169.88	L 29,084,881.80	L 38,295,597.08	L 47,191,284.84
VAN L 47,191,284.84						

Tabla 39: Análisis de coste beneficio del escenario medio, Fuente: propia

El escenario medio presenta un VAN de **L. 47, 191,128.84**. Por tal motivo, se determina que el proyecto de la implementación de las micromedidas de mejora seria beneficiosas para la ciudad de Tegucigalpa.

El escenario bajo:

Escenario (Bajo)						
ACB: Rentabilidad Social	Matriz de Resultados (Lempiras)					
Duracion Fase Proyecto	2021 (1)	2022 (2)	2023 (3)	2024 (4)	2025 (5)	2026 (6)
Inversion	-L 549,000.00	-	-	-	-	-
Mantenimiento	-	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00	-L 567,000.00
Valor de numero de personas salvadas	-	L 4,773,020.60	L 4,820,750.81	L 4,868,481.01	L 4,916,211.22	L 4,963,941.42
Flujos de caja	-L 549,000.00	L 4,206,020.60	L 4,253,750.81	L 4,301,481.01	L 4,349,211.22	L 4,396,941.42
Tasa de retorno	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Flujos de fondos descontados	-L 549,000.00	L 4,044,250.58	L 3,932,831.74	L 3,824,000.96	L 3,717,723.98	L 3,613,965.34
Beneficio	-L 549,000.00	L 3,495,250.58	L 7,428,082.31	L 11,252,083.27	L 14,969,807.25	L 18,583,772.59
VAN L 18,583,772.59						

Tabla 40: Análisis de coste beneficio del escenario medio, Fuente: propia

Se obtiene como resultado que, ante este último escenario (bajo) las características previamente determinadas, tal y como se muestra en la tabla 40, el VAN sería de L. 18.543.772.59, lo que significaría una disminución de beneficios equivalente a L. 66.935.028.48, es decir un 78% menos que en el primer escenario optimista. Sin embargo, se puede determinar que a pesar de que el proyecto es considerablemente sensible a cambios, éste sigue siendo rentable.

Al ver los valores máximos ideales de los tres escenarios se demuestra que se tiene un alto beneficio al momento de la implementación de estas medidas. Sin embargo como se mencionó anteriormente, esto sería en un caso ideal, ya que aquí no se están considerando los demás costes directos asociados a los accidentes en los que las personas pueden incurrir. Que sin duda harían que estos valores ideales redujeran. Por lo que este análisis sirve para dar una orientación al lector para ver lo beneficioso de la implementación de las medidas.

6. IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

Impacto ambiental

En la actualidad es importante considerar los impactos ambientales que podría traer consigo un proyecto; todo esto con el objetivo de mitigar las prácticas insostenibles. Por lo que para la implementación del proyecto de micromedidas en la rotonda de la ciudad de Tegucigalpa se hizo un análisis del impacto ambiental que estas puedan tener.

Primero, se hizo un análisis de los materiales que llevan cada una de las medidas propuestas, tomando principalmente los que tienen un mayor impacto a la contaminación del medio ambiente en cuanto a CO₂ emitido por kilogramo de material, como ser el acero¹⁴, el aluminio¹⁵ y el hormigón¹⁶. Por falta de información acerca de la huella de carbono de los demás materiales, no se tomaron en cuenta. Por lo que se procedió a realizar una tabla con la siguiente información.

Análisis de Impacto Ambiental de la Implementación de las Medidas				
Conjunto	MATERIALES	CO ₂ /kg	UNIDADES	TOTAL (kg por CO ₂)
Señalización horizontal				
Pintura	Pintura	Aprox 0	-	0.00
Subtotal				0.00
Señalización Vertical				
Postes de Acero	Acero	0.234	15	3.51
Placas de lamina	Aluminio	5.16	15	77.40
Hormigón	Varios	88.79	3.75	332.96
Subtotal				413.87
Reductores de Velocidad				
Hormigon	Varios	88.79	30	2,663.70
Pintura		Aprox 0	-	0.00
Subtotal				2,663.70
TOTAL kg por CO₂				3,077.57

Tabla 41: Análisis de Impacto ambiental, Elaboración Propia

¹⁴ Huella de carbono del acero: <https://www.newsteelconstruction.com/wp/the-carbon-footprint-of-steel/>

¹⁵ Huella de carbono del aluminio: <https://prod-drupal-files.storage.googleapis.com/documents/resource/public/The-Case-for-Low-Carbon-Primary-Aluminium-Labeling-report.pdf>

¹⁶ Huella de carbono del hormigón: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/332993>

Para la señalización horizontal no se tomó en cuenta el impacto de la pintura debido la cantidad empleada es pequeña en comparación al impacto de los demás elementos.

El mayor contaminante es el hormigón de este proyecto con un aporte de 2,996.66 kg de CO₂

El proyecto tendrá una huella total de **3,077.57 kg de CO₂**.

El impacto social

Como se presentó en el análisis coste beneficio, las medidas de implementación tendrán como beneficio social la reducción de víctimas por accidentes de tránsito en esa zona. Tomando como referencia la tasa de reducción de víctimas para los diferentes escenarios.

1. En el peor de los casos (bajo) de media se salvarían 4 personas, con un beneficio total de 3, 495,250.58 de lempiras.
2. En el caso neutro (medio) de media se salvarían 10 personas con un beneficio total de 9, 674,118.75 de lempiras
3. En el caso optimista (Alto) de media se salvarían 17 personas, con un beneficio total de 17, 952, 387.35 de lempiras

Por lo que se puede concluir que las medidas implementadas tendrían un impacto social positivo.

7. PLANIFICACIÓN

La planificación realizada para el informe de análisis de la seguridad vial urbana en Honduras y la implementación de los micros medidos de seguridad vial se dividió de la siguiente manera:

- Iniciación:

Fue completada al definir el tema a abordar en el proyecto, su origen, objetivos y alcance. Corresponde a 30 horas de dedicación, que representan el 3% del total del proyecto.

- Planificación

Se dedicó a la determinación de los plazos que se debían cumplir en el periodo de tiempo destinado para el proyecto (4 meses). Además, se establecieron los criterios a seguir para realizar la investigación bibliográfica y los tipos de documentos a consultar. El total de horas invertidas fue de 45 horas, que forman el 9% de la planificación total del proyecto.

- Elaboración

Aquí se plasmaron todos los aspectos más significativos para el desarrollo del proyecto. Comenzando con la búsqueda de los documentos que podrían encajar con los criterios propuestos, así también con el comienzo de entrega de documentación por parte de las autoridades locales Hondureñas para el análisis de los datos. Continuando con la realización de la investigación de artículos actualizados y noticias sobresalientes del país y del tema en referencia. Posteriormente, a eso se realizó un análisis de toda la literatura seleccionada y se definió la forma en la que se abordarían los temas, es decir la estructura general del contenido y se procedió con su redacción. El total de las horas invertidas para esta etapa fue de 405 horas, que representan el 79 % del proyecto.

- Culminación y deposito

Incluye la finalización del informe, reestructuración y modificaciones. Además, de la elaboración de la presentación final para la defensa oral de la memoria, dedicando un total de 60 horas, correspondientes al 12% del proyecto.

La duración total del proyecto comprende desde el 20 de septiembre del año 2020 hasta el 18 de enero del 2021, con un total de **510 horas** de trabajo.

8. PRESUPUESTO

Se procede a calcular el coste de la planificación del proyecto, de los dos recursos utilizados:

A. Recurso Humano:

- Coste total de las horas del autor Si consideramos un coste de 15€ /hora, durante 17 semanas, 5 días laborales por 6 horas por día, es de **7.650€**.
- Coste total de las horas del director Si consideramos un coste 100€/hora, con 5 sesiones de consultas con duración de 1 hora cada una, es de **500€**.

El coste total por gastos de recursos humanos asciende a **8.150 €**

B. Recurso Tecnológico:

- Amortización del ordenador portátil utilizado para la elaboración del proyecto, calculando que el precio de compra fue de 500€, con una vida útil esperada de 6 años y un uso del 70% en los 4.25 meses de la duración del proyecto, se obtiene que:

$$500€ * \frac{4.25 \text{ MESES}}{6 \text{ AÑOS} * 12 \text{ MESES}} * \frac{70\%}{100\%} = 21€$$

- Gastos por uso de internet, que se consideran que fue del 60%, con un pago mensual de 30 € durante 4.25 meses, se obtiene que:

$$\frac{30€}{\text{mes}} * 4.25 \text{ MESES} * \frac{70\%}{100\%} = 90€$$

- Gastos por uso de Software, que se consideran un 60%, paquete de Microsoft office de 140€, Adobe Acrobat Standard DC de suscripción mensual sin compromiso anual de 28€, y Autodesk-AutoCAD LT suscripción gratuita de estudiante

$$140€ * \frac{60\%}{100\%} + \frac{28€}{\text{mes}} * 4.25 \text{ MESES} * \frac{60\%}{100\%} = 104€$$

El coste total de los recursos tecnológicos asciende a **215 €**

C. Coste total:

El coste total neto del proyecto obtenido por la sumatoria de los conceptos descritos anteriormente es de **8. 365 €**. Sin embargo si a esto se le tienen que sumar el IVA actual del 21%, el coste total seria de **10. 122 €**.

9. CONCLUSIONES

El análisis de los factores que afectan la seguridad vial urbana en Honduras y el estudio de la implantación de las micromedidas en infraestructura en la rotonda existente la ciudad de Tegucigalpa, conllevan a las siguientes conclusiones:

Análisis de seguridad vial urbana: Después de analizar los datos brindados por las autoridades y la realización de una comparativa de países y ciudades, se puede concluir que:

- Los datos de accidentalidad que se encuentra en la página WEB del Servicio Estadístico Policial (SEPOL) en Honduras son muy genéricos; no sirven de mucho para el análisis la causa raíz de la accidentalidad o los factores de riesgo que ponen en peligro la seguridad vial en Honduras; por lo que se tuvo que incurrir a la DNVT para conseguir datos más detallados.
- Para poder analizar la causa los factores de riesgo que ponen en peligro la seguridad vial se debe mejorar la base de datos con la que cuentan actualmente para obtener información más detallada.
- En Honduras y Tegucigalpa, al analizar los datos en general de fallecidos se puede ver que la mayoría de los accidentes de tránsito ha sido a causa del factor humano; Por lo cual se deben tomar medidas más directas a los usuarios de las vías.
- En Honduras y en Tegucigalpa el mayor número de fallecidos por rango de edad han sido las personas de la de edad entre 15 y 34 años.
- Al realizar la comparativa por países se puede ver que Honduras tiene un mayor tasa de fallecidos (29.85) con respecto a España (1.06) por cada 100mil habitantes; por lo que se puede concluir que hay más altas probabilidades de fallecer por un accidente de tráfico en Honduras que en España.
- Al realizar la comparativa por ciudades se puede las tasa por cada 10 mil vehículos corresponde a (2.32) en Tegucigalpa y (0.05) por lo que se puede concluir que hay más altas probabilidades de fallecer en Tegucigalpa que en Barcelona.
- En Honduras y en la ciudad de Tegucigalpa se necesitan la creación de planes de seguridad vial para que se puedan implementar las medidas y objetivos que reduzcan la tasa de mortalidad por causa de los accidentes de tráfico.

Implementación de micromedidas:

- La señalización horizontal en la rotonda de estudio es casi inexistente. Por lo que falta de la misma puede ser un factor de incremento en la accidentabilidad. Por lo que es importante mantenerlas en buen estado.
- La señalización vertical actual no es suficientemente clara para informar correctamente y a tiempo a los usuarios.

- Los elementos tipo boyas utilizados actualmente pueden ser beneficiosos para la reducción de velocidad pero son un peligro para los vehículos de dos ruedas ya que estos les generan inestabilidad al momento de cruzarlos.
- El análisis de coste beneficio, concluye un beneficio positivo en los tres escenarios planteados. Sin embargo para poder tener una mejor estimación del beneficio social se deben revisar y mejorar las condiciones expuestas en el análisis; por ejemplo recomendar a las instituciones pertinentes a que registren los costes sociales asociados a los accidentes como ser gastos médicos, reparaciones, etcétera.
- El análisis coste beneficio nos demuestra que el beneficio social depende de la edad media del accidentado; en que si la edad media sube el beneficio social per cápita disminuye.
- En este estudio observando los escenarios se puede concluir que el beneficio social per cápita por el desplazamiento de la edad media es compensado por el número de vidas salvadas dando un beneficio creciente.
- Como posible trabajo futuro se podría completar este estudio de implementación analizando la rotonda en diferentes épocas del año e incorporar los datos inexistentes sobre los costes sociales asociados a los accidentes para dar una mejor propuesta.

10. AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero dar Gracias a Dios por darme salud, fortaleza y paciencia durante todo este proceso de trabajo.

Dar gracias a mi familia y a mi pareja por todo el apoyo incondicional y paciencia que me brindaron durante toda la etapa de este proyecto, desde el inicio hasta la culminación de este trabajo.

Dar gracias a mi director el PhD Alvar Garola Crespo por orientarme, guiarme y aconsejarme en todo este proceso de trabajo fin de master.

Dar gracias a la Dirección Nacionalidad de Transporte de Vialidad y Transporte de Honduras y al Observatorio Nacional de Seguridad Vial de Honduras en especial al Lic. Erick Durón por brindarme información necesaria para la elaboración de este proyecto.

Y por último pero no menos importante, quiero dar gracias a mis amigas pero en especial a mi amigo el MSc Josep Oltra por su tiempo, orientación y guía en este proceso.

11. BIBLIOGRAFÍA

11.1. Referencias Bibliográficas y fuentes de información

- [1] N. Unidas, “Mejoramiento de la seguridad vial en el mundo,” *Boletín la Soc. Geológica Mex.*, vol. 4, no. 1, 2019, doi: 10.18268/bsgm1908v4n1x1.
- [2] Organización Mundial de la Salud, “Informe Mundial Sobre Prevención De Los Traumatismos Causados Por El Tránsito,” *World Heal. Organ.*, pp. 52–53, 2004, doi: 10.1016/S1131-3587(07)75236-6.
- [3] Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial, “VII Informe Iberoamericano de Seguridad Vial,” p. 293, 2016.
- [4] National Geographic, *La Ciencia del Choque*. 2012.
- [5] A. Europaxis and L. Vote, “Estudio de Apoyo al Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) para el Distrito Central de Tegucigalpa y Comayagüela Informe Final,” p. 97, 2012, [Online]. Available: http://riocholoteca.org/wp-content/uploads/2015/07/res_ejecutivo_plan_movilidad.pdf.
- [6] E. Castellanos, J. Palma, R. Valladares, G. Cabrera, and E. García, “Estado del Arte de la Movilidad y Desarrollo Urbano Sostenible en Honduras,” p. 54, 2018.
- [7] D. G. de V. y Transporte, “Datos de Siniestralidad Vial-Honduras.”
- [8] A. Abertis Company, “Seguridad Vial, un siglo de evolucion,” 2018. .
- [9] G. Esguerra Pérez, “Manual de seguridad vial: el factor humano,” *Univ. Psychol.*, vol. 1, no. 2, pp. 87–88, 2002.
- [10] Direccion General de Trafico (DGT), “Educación Vial Factores y Valores de riesgo,” 2013, [Online]. Available: <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>.
- [11] E. Rodà Sau, “Los factores de riesgo relacionados con la seguridad vial durante la jornada laboral i su evaluación,” [Online]. Available: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Formacion/CNCT_Barcelona/Ficheros_relacionados_cursos_actividades/2013/E_Roda_Centre_Seg_y_Salut_Lab.pdf.
- [12] S. Márquez Pérez, “Metodología para la integración de la Seguridad Vial en la Empresa, para reducir el índice de accidentes laborales de Tráfico,” p. 228, 2016, [Online]. Available: <http://repositorio.ucam.edu/handle/10952/2057>.
- [13] Ministerio de la Presidencia, “Reglamento General de Circulación de España,” *Gob.*

España, pp. 1–172, 2015.

- [14] M. Sostenible, “Proyectos normativos : descripción y situación de estado,” 2019.
- [15] S. A. Grupo MGO, “Seguridad Vial,” pp. 1–52.
- [16] J. MONCLÚS, A. ARAGÓN, F. APARICIO, and Á. GÓMEZ, “Conocer los costes de los accidentes de tráfico para invertir más en su prevención,” *Fund. Inst. Tecnológico Para La Segur. Del Automóvil*, pp. 3–22, 2008.
- [17] Observatorio Nacional de Seguridad Vial, “Plan Tipo de Seguridad Vial Urbana.” p. 97, 2005, [Online]. Available: http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/politicas-viales/urbanos/doc/tipo_sv_urbana002.pdf.
- [18] Naciones Unidas, “Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible,” p. 64, 2017.
- [19] A. Blanco and F. Ruiz, “La movilidad segura de los colectivos más vulnerables,” vol. 1, p. 56, 2011, [Online]. Available: <http://www.dgt.es/Galerias/la-dgt/centro-de-documentacion/publicaciones/2011/doc/la-movilidad-segura-de-los-colectivos-mas-vulnerables.pdf>.
- [20] Instituto Mapfre de la seguridad, “Problemas de seguridad vial en travesías y propuesta de catálogo,” 2002.
- [21] Organización Mundial de la Salud, “Seguridad Peatonal: Manual De Seguridad Vial Para Instancias Decisorias Y Profesionales,” *Fia Found.*, p. 148, 2013, [Online]. Available: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/128043/1/9789243505350_spa.pdf.
- [22] I. Pérez Pérez and S. L. Fontán, “Análisis De La Accidentalidad En Las Intersecciones De La Red De Carreteras Del Estado En Galicia,” p. 10, 2000, [Online]. Available: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/20021/PerezPerez_Ignacio_2001_Analisis_accidentalidad_intersecciones.pdf?sequence=2.
- [23] Generalitat de Catalunya, “Pla local de seguretat viària MANUAL GUIA,” pp. 1–63, 2004, [Online]. Available: http://transit.gencat.cat/web/.content/documents/seguretat_viaria/plsv_pla_local_manual.pdf.
- [24] V. Darder Gallardo, “Funciones de las rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización,” 2005.
- [25] A. Olona, “Las ‘Turbo Rotondas’ y su repercusión en la seguridad vial,” *Cent. Zaragoza*, p. 2,6, 2014, [Online]. Available: http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R59_A12.pdf.
- [26] A. B. Silva, S. Santos, and M. Gaspar, “Turbo-roundabout use and design,” *CITTA 6th Annu. Conf. Plan. Res.*, pp. 1–14, 2010.
- [27] MOPU, “Recomendacion sobre Glorietas,” pp. 1–45, 1989.
- [28] P. W. and W. management Ministry of Transport and P. for Roads, “Roundabouts -

- Application and design A practical manual,” no. June, p. 104, 2009.
- [29] Ministerio de Fomento, “Norma 8.1-IC de Señalización Vertical de la Instrucción de Carreteras.” 2014, [Online]. Available: http://www.carreteros.org/normativa/s_vertical/8_1ic_2014/8_1ic2014vf.pdf.
- [30] N. para S. y S. Vial, “Manual de Carreteras de Paraguay - Normas para Señalización y Seguridad Vial - Tome 5 - Volumen II,” pp. 1–329, 2011, [Online]. Available: [http://www.mopc.gov.py/userfiles/files/Senalizacion Horizontal.pdf](http://www.mopc.gov.py/userfiles/files/Senalizacion%20Horizontal.pdf).
- [31] O. Nacional and D. S. Vial, “Tendencias de la movilidad y siniestralidad en vías urbanas,” 2020.
- [32] M. Sostenible, “Informe y balance de siniestralidad 2018,” 2019.
- [33] Observatorio Nacional de Seguridad Vial, “Principales cifras de la Siniestralidad Vial en España 2018,” *Dir. Gen. Trafico (DGT)i*, pp. 1–179, 2019, [Online]. Available: http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/principales-cifras-siniestralidad/Las-principales-cifras-2018-ampliado-Internet_v3.pdf.
- [34] Ayuntamiento de Barcelona/ IngenieraTrafico S.L, “Pla Local de Seguretat Viària 2019-2022,” p. 136, 2019.
- [35] C. N. de la R. de Honduras, “Ley de la penalización de la embriaguez habitual,” 2004.
- [36] C. N. de la R. de Honduras, “Ley de tránsito de Honduras,” 2005.
- [37] L. a Alcaldía Municipal del Distrito Central Periodo 2014-2018 and B. ID, “Plan de Accion - Tegucigalpa,” p. 339, [Online]. Available: <https://webimages.iadb.org/PDF/Plan+de+Accion+-+Tegucigalpa.pdf>.
- [38] Secretaría de Integración Económica Centroamericana, “Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras,” pp. 1–426, 2011.
- [39] SOPTRAVI, “Manual De Carreteras-Instrucciones de Diseño,” p. 328, 2014.
- [40] SECTRA and MDS, “Metodología Simplificada de Estimación de beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana,” p. 82, 2011, [Online]. Available: <http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/btca/txtcompleto/mideplan/metod.benef.so c-accidentab.vialurb.pdf>.
- [41] E. U. Polit, C. D. E. La, and A. D. E. Do, “Estudio de implantación de una turbo rotonda en zaragoza,” 2015.
- [42] World Health Organization, “Data Systems: a road safety manual for decision makers and practitioners,” *Road traffic Inj. are a major public Heal. Probl. a Lead. cause death Inj. around world.*, vol. 7, no. 3, pp. 1–146, 2010.

12. ANEXOS

En este apartado, se muestra la información que se considera complementaria para facilitar la comprensión del contexto de la memoria. Es decir, aspectos que, de cierto modo, contribuyeron al desarrollo del proyecto.

12.1.Elementos de la seguridad vial

Fue fundamental para la sociedad que se crearan cosas para que la seguridad vial evolucionara y siguiera avanzando. En 1923 Garrett Morgan patentó el primer semáforo que era un sistema manejado a mano, que servía para dirigir el tráfico que indicaba dos señales de “pare” y “gira” y estos giraban hacia la calle donde los vehículos debían parar o circular. Dos años más tarde (1925), General Electric compraba la patente y desarrollaba el semáforo tal y como lo conocemos hoy. [8]

También, la industria tuvo un papel relevante en todo este proceso, y fue conseguir que los vehículos fueran lo suficientemente seguros para sus ocupantes y sin duda que esto fue un gran avance para la seguridad vial. Por ejemplo, en 1927 Henry Ford implementaba los nuevos cristales de seguridad¹⁷ en todos los nuevos Ford A, de allí siendo aplicados en la mayoría de los vehículos. [4]

Asimismo, luego en 1930 salieron al mercado los primeros vehículos con frenos hidráulicos y marcos de acero. Y en 1959 Volvo empezaba a instalar uno de los recursos de seguridad pasiva más importantes: el cinturón de seguridad de tres puntos (se calcula que este recurso actualmente reduce en un 90% el riesgo de fallecer en caso de choque frontal y hasta la mitad en un alcance). [4]

En 1935, se elaboró el Manual sobre Sistemas Uniformes de Control de Tráfico, que fue el origen para las señales de tráfico en Estados Unidos de manera que se estandarizaban los distintos códigos de circulación que había en ese país. [8]

12.2.Rotondas

12.2.1. Factores de influencia y evolución de las rotondas

Este tipo de intersección apareció por primera vez a principios del siglo XX como solución a los problemas de congestión del tráfico (del que los automóviles tan solo eran una pequeña

¹⁷ Cristales de seguridad: un tipo de cristal que protege de que el vidrio se quiebre en su totalidad, (mejorar)

proporción) que se daban en las ciudades europeas¹⁸ más importantes. La geometría de estas rotondas permite que se puedan adaptar a multitud de situaciones y, gracias a su particular modo de funcionamiento, implican una reducción en el número de conflictos entre las trayectorias de los vehículos usuarios de la intersección, mejorando la capacidad y la seguridad de ésta en beneficio de una mayor fluidez en el tráfico. [24]

La historia plantea que las primeras intersecciones giratorias aun no llamadas por su nombre actual, fueron propuestas por el arquitecto francés Eugène Hénard¹⁹ (1849-1923) en Francia. Aduciendo que en este país había algunas ciudades que contaban con espacios que tenían un monumento central y que podrían cumplir con las condiciones para la circulación giratoria en un solo sentido. Por consiguiente en el año 1907 se instauraron las primeras circulaciones giratorias en un único sentido en la plaza de l'Étoile, hoy conocida como la plaza de Charles de Gaulle, que gira en torno al Arco del Triunfo y la Plaza de la Nación. [9]

Luego entre 1920 y 1930, en Gran Bretaña se generalizó este concepto, por lo cual se construyó la primera rotonda en Aldwych en 1925, en el centro de Londres siguiendo las ideas propuestas por Eugène Hénard. [9]

Por lo cual en noviembre de 1966 después de otra serie de pruebas realizadas sobre ochenta tres (83) rotondas en diferentes localidades, surgió a través del estudio brindado por "Road Research Laboratory" la prioridad del anillo (Offside Priority Rule). Que se instauraría oficialmente en Gran Bretaña en ese año. Durante el periodo entreguerras, las rotondas eran el único tipo de intersección en Gran Bretaña para el cual no existía ninguna norma que regulara la prioridad. En esa época tenían prioridad los vehículos que se circulaban fuera de la rotonda y no los de dentro, lo que generaba un caos en las horas pico. [9]

Posteriormente, Francia hizo lo propio en 1984, en Suiza en 1987 y en España las primeras rotondas se intentaron introducir en la red arterial metropolitana de Cataluña en 1974, las cuales no tuvieron éxito. Siendo la primer rotonda construida en Palma, Mallorca en 1976. Desde entonces la implementación de este tipo de intersecciones fue un éxito creciente en este país, siendo a partir de 1990 que se siguieron implementando con mayor frecuencia y que esta regla adoptaría el carácter de norma. [9]

Para mejorar el uso de las rotondas convencionales y mejorar su seguridad vial, en 1996 el profesor Lambertus G.H Fortuijn del Departamento de Transporte y Planeación de la Facultad de Ingeniería Civil y Geo ciencias de la Universidad de Tecnología de Delft. (Fortuijn, 2009a) creo un nuevo tipo de rotondas llamadas Turbo rotondas.

12.2.2. Turbo rotondas

Las turbo rotondas son un tipo rotonda con una isla central de forma no circular con carriles

¹⁸ Ciudades europeas: Londres, Paris, Berlín, Viena, Moscú y San Petersburgo



¹⁹ Eugène Hénard: Arquitecto francés



en forma de espiral, que reducen áreas de conflictos. También cuenta con unas direcciones prefijadas por lo que el conductor debe elegir la salida de la rotonda antes de entrar en ella. [28]

Este diseño, lo que hace es que elimina la preferencia del carril exterior, y todos los carriles pasan a tener utilidad; siendo el propio carril el que guía al conductor desde la entrada a la turbo rotonda hacia su salida previamente seleccionada. De este modo, se consigue eliminar la posibilidad de golpes laterales y por otro lado, el radio de curvatura obliga a reducir la velocidad, siendo más seguras y mejorando su funcionalidad. Eliminando así, puntos de conflicto más peligrosos de las rotondas convencionales, otorgando mayor capacidad debido a la baja velocidad, y brindando mayor seguridad tanto al conductor como a los pasajeros. [28]

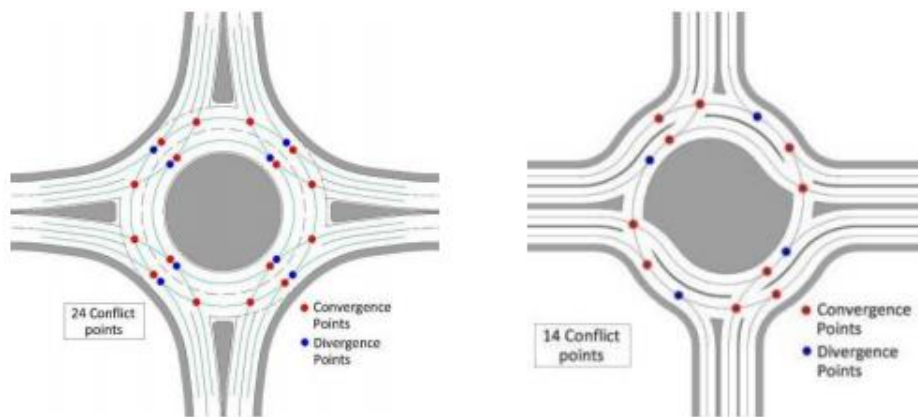


Figura 28: Puntos de conflicto en una rotonda convencional de doble carril y en una turbo-rotonda, Fuente: Turbo-roundabouts use and Design, 2013)

Existen diferentes tipos de turbo rotondas en función del número de ramales, carriles y su capacidad. Se muestran a continuación en la tabla xx los que fueron diseñados por el ingeniero Fortuijn. [28]

Tipo de Turbo Rotondas	
Tres o cuatro ramales	Sólo tres ramales
Turbo rotonda Ovoide	Turbo rotonda Rótula Alargada
Turbo rotonda Básica	Turbo rotonda Estrella
Turbo rotonda Espiral	Turbo rotonda Rotor
Turbo rotonda Rótula	

Tabla: 42, Tipos de Turbo Rotondas

Fuente: Turbo Roundabouts. Design principles and safety performance (2009a).

Las turbo rotondas ayudan a solventar tres problemas básicos que se encuentran en el uso de las rotondas convencionales y que permiten potenciar su uso. Las cuales son:

- Mayor seguridad al entrar a la rotonda: conductores solo tienen que ceder el paso.
- Menor riesgo de accidentes debido a los cambios de carril.
- Baja velocidad al conducir en la rotonda debido a los separadores de carriles.

Características esenciales de diseño de las turbo rotondas:

- La disposición en espiral de la turbo rotonda: El elemento tipo espiral es el elemento principal de las turbo rotondas ya que sirve para eliminar la necesidad de invadir el adyacente. A mayores radios de curva, obliga al conductor a reducir la velocidad, lo que redundaría en un tráfico más calmado y más seguro. También se evita que los conductores recorten el trazado por los carriles internos a una velocidad superior de la debida. El diámetro de la rotonda es de unos 50 metros.[25]
- El ancho de los carriles, al ir delimitados incluso por separadores físicos, plantea algunos problemas para los vehículos de gran tamaño; Por eso el uso de las turbo rotondas está más indicado para los centros urbanos, cuyo ancho de giro excede del ancho del carril. [25]
- Los pasos para peatones están ubicados fuera del anillo y, en función de la calzada, un poco distanciados, con el objeto de favorecer la visibilidad y seguridad de los peatones, al tener los vehículos su velocidad reducida de paso debido al propio diseño de la turbo rotonda. [25]
- Señalización Horizontal y Vertical: Las señalizaciones horizontales ayudan a guiar al conductor por su carril apropiado. Las señales verticales ayudan a indicar qué carril tomar por lo que deben ser claras para que los conductores tengan tiempo para leer la señal y elegir el carril por el que van a circular. Ya que una vez dentro de la turbo rotonda los vehículos permanecen en sus respectivos carriles hasta que salen de la rotonda. Los elementos de señalización principales:
 - Los separadores de carriles dentro del anillo.
 - Las balizas luminosas fijas, que bordean el interior de la turbo rotonda.
 - Las balizas luminosas.
 - Las marcas viales de señalización de la calzada. [25]

Características Operacionales

- Los conductores deben elegir su carril de giro (y, en última instancia, su destino) antes de entrar a la turbo rotonda.

- Una vez dentro de la turbo rotonda, no hay posibilidad de invadir el carril adyacente, es decir, el conductor una vez ya ha elegido el carril de circulación no podrá cambiarse.
- Los vehículos salen de la turbo rotonda sin verse implicados en situaciones de riesgo de sufrir colisión frente-lateral por invadir el carril adyacente.
- No son posibles los entrecruzamientos ni la circulación hacia la izquierda. [25]

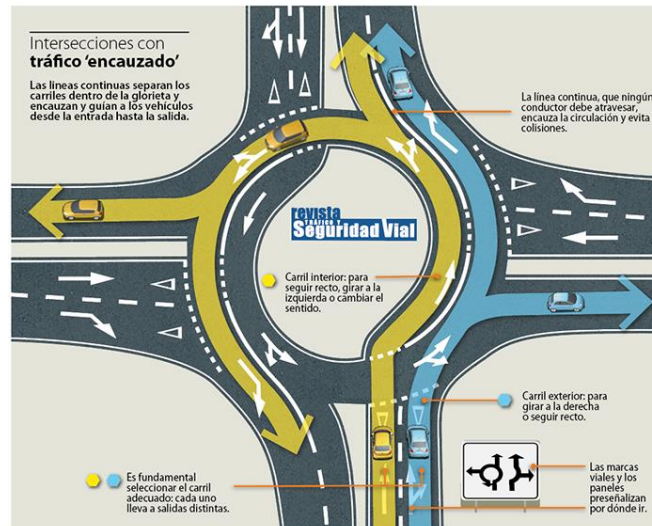


Figura 29: Como Circular en una Turbo Rotonda.

Fuente: Revista Tráfico y Seguridad Vial, (DGT), España

Análisis de Seguridad vial: Ventajas y desventajas de las turbo rotondas

Ventajas:

- El estudio más amplio y reciente mostró reducciones globales del 35 % en el total de accidentes y el 76 % en accidentes con lesiones. Graves, incapacitantes lesiones y muertes son raras, con un estudio de informes de reducción de 89 % en este tipo de accidentes y otra reducción de informes 100 % en las muertes. El punto de conflicto, golpe lateral del vehículo que va por carril interior y pretende salir con el que circula por el carril exterior y con prioridad, se elimina. [25]
- Reduce el número de puntos de conflicto de 16 a 10. Este es el principal resultado de eliminar los conflictos generados por la invasión del carril adyacente (reducción de 4 puntos de conflicto). [25]
- La capacidad es hasta un 35% mayor que la capacidad de una rotonda convencional de dos carriles, dependiendo del volumen de tráfico, del diseño de la rotonda y de factores de comportamiento del conductor. [25]

Desventajas:

- No están diseñadas para ser cruzadas por los peatones. Los pasos de peatones se sitúan fuera del anillo y, de hecho, muy lejos de éste, supuestamente con el objeto de favorecer la visibilidad y seguridad de los peatones. [41]

- Necesidad de mejor señalización específica, pues el conductor ha de tomar la decisión antes de entrar en la rotonda [41]

Antecedentes de su uso en diferentes países

Holanda

La primera turbo rotonda, fue construida en los Países Bajos en el 2000 y pronto se hizo tan popular que el Gobierno de los Países Bajos desarrollarlo el Manual de Rotondas- Aplicación y diseño, aplicado en dicho manual el diseño de las turbo rotondas. [28] Con el tiempo la experiencia holandesa ha venido confirmando los resultados esperados, principalmente en términos de seguridad. La reducción del número de puntos de conflicto y el control del nivel de deflexión justifican la reducción de accidentes en un 80% como muestra la literatura. [26] Por lo cual debido al pobre funcionamiento de las rotondas convencionales con respecto a su capacidad y seguridad, ya no se construyen en los Países Bajos más este tipo de rotondas y han sido substituidas por las turbo rotondas. Actualmente, hay cerca de 300 turbo rotondas en ese país.[28]

España

En España comenzó la implementación de las turbo rotondas en pueblo de Grado, a escasos 25 km de la capital asturiana. En 2008, el Ayuntamiento de Grado presentó su Reordenación de tráfico para la Villa de Grado, con la implantación de 3 turbo rotondas. Todas ellas eran intersecciones no semaforizadas, las cuales presentaban medias de velocidad en el rango V85 de 64-75km/h, lejos de los 50km/h señalizados. Los problemas de tráfico y la poca seguridad que había en ciertas zonas, hicieron a las turbo rotondas una solución exitosa. Actualmente se han construido otras turbo rotondas en Vigo, Oviedo, La Palma y Santander, pero apenas son una decena las que existen en toda España. [41]

Alemania

La primer turbo rotonda implementada fue situada en la ciudad de Baden-Baden, construida en el año 2006. Es muy extensa y tienen capacidad para 30.00veh/día, lo peculiar de esta rotonda es que no interactúa con peatones y ciclistas ya que estos transitan en un puente elevado. Actualmente Alemania cuenta con aproximadamente 11 turbo rotondas. [41]

12.3.Datos Generales de Honduras

Honduras está dividida administrativamente en 18 Departamentos: Atlántida, Choluteca, Colón, Comayagua, Copán, Cortés, El Paraíso, Francisco Morazán, Gracias a Dios, Intibucá, Isla de la Bahía, La Paz, Lempira, Ocotepeque, Olancho, Santa Bárbara, Valle, y Yoro. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística Honduras)

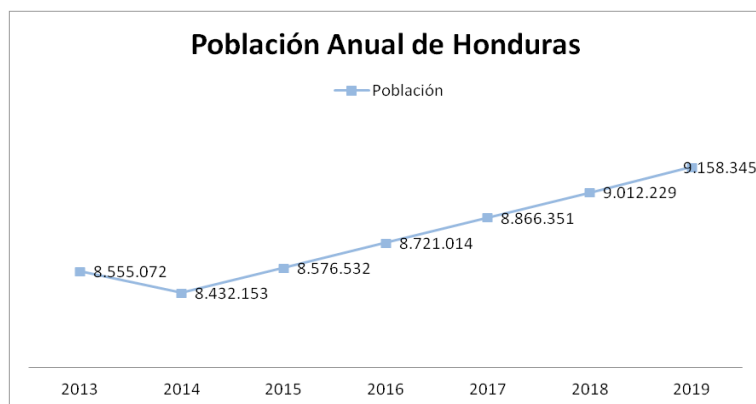
Su capital es la ciudad de Tegucigalpa, y junto a la antigua ciudad de Comayagüela, conforman el Municipio del Distrito Central, del departamento de Francisco Morazán. Está ubicada en el centro del país, y es la segunda ciudad más poblada del istmo centroamericano después de Ciudad de Guatemala. (Fuente: DEI-Honduras)

Tiene otras ciudades importantes como ser : San Pedro Sula (777.887 habitantes); Choloma (231.669); El Progreso (188.366); La Ceiba (197.267); Danlí (195.916); Choluteca (152.519); Villanueva (149.977); Juticalpa (124.828); Comayagua (144.785); y Puerto Cortés (122.426).

Población

La población actual es de aproximadamente 9.314.037 habitantes, situándose la tasa de crecimiento de población en torno al 1.7%. Para el 2019, Honduras contaba con una población de 9.158.345 millones de personas teniendo más del 50% viviendo en las zonas urbanas del país. (Fuente: INE) Se dice que un 60,9% de la población vive por debajo del umbral de pobreza y el 38,4% en condiciones de pobreza extrema. Siendo el 11,1% de la población analfabeta. (Fuente: INE)

En la siguiente grafica XX se muestra que la población ha ido en crecimiento en estos últimos años y también se presenta la tabla con la población para cada departamento de Honduras.



Gráfica 15: Elaboración Propia Fuente: INE Honduras

Los datos generales de población del año 2019 por departamento son los siguientes:

DATOS GENERALES DE POBLACION POR DEPARTAMENTOS					
N°	Departamento	Año	Zona Urbana	Zona Rural	Total Población
1	Atlántida	2019	319.864	159.012	478.876
2	Colón	2019	166.953	173.370	340.323
3	Comayagua	2019	273.259	278.578	551.837
4	Copán	2019	160.059	246.906	406.965
5	Cortés	2019	1.444.393	307.604	1.751.997
6	Choluteca	2019	181.110	288.738	469.848
7	El Paraíso	2019	152.731	335.388	488.119
8	Francisco Morazán	2019	1.277.278	372.967	1.650.245
9	Gracias a Dios	2019	37.623	64.658	102.281
10	Intibucá	2019	54.361	205.883	260.344
11	Islas de la Bahía	2019	39.110	34.002	73.112
12	La Paz	2019	61.967	158.925	220.892
13	Lempira	2019	35.983	321.800	357.783
14	Ocotepeque	2019	47.697	114.941	162.638
15	Olancho	2019	204.003	366.842	570.845
16	Santa Bárbara	2019	157.722	305.052	462.774
17	Valle	2019	72.284	115.176	187.460
18	Yoro	2019	331.290	290.716	622.006
TOTAL			5.017.687	4.140.658	9.158.345

Tabla: 43 Elaboración propia Fuente: Datos INE,

Acciones del Estado de Honduras en Materia de Legislación de Seguridad Vial

Honduras ha llevado acciones legislativas para proteger a los usuarios de las vías desde al menos desde el año 1956. Las siguientes legislaciones han permitido mejorar la seguridad vial en el país (fuente: informe de plan de seguridad vial de Honduras 2015):

1. Ley de Vías de Comunicación Terrestre – 1956. Establece entre otros los parámetros mínimos que deben cumplir las vías nacionales.
2. Ley de Transporte Terrestre – 1976 en la cual se establece el marco de regulación para la operación del transporte público de carga y pasajeros y le asigna funciones a la Dirección General de Transporte.
3. Decreto No 126-89 del 23 de noviembre de 1989, la Ley sobre uso indebido y tráfico Ilícito de Drogas y Sustancias Psicotrópicas.
4. Decreto No 35-90 el 16 de mayo de 1990 la Ley de Creación del Consejo Nacional contra el Narcotráfico.
5. Decreto No 84-90 del 10 de diciembre de 1990 la Convención de las Naciones Unidas, contra el Tráfico Ilícito de Estupefacientes y Sustancias Psicotrópicas.
6. Decreto 100-200 la Ley de la Penalización de la Embriaguez Habitual, publicada en el Diario Oficial La Gaceta No 29,307 del 21 de octubre del 2000.
7. Decreto 205-2005 la Ley de Tránsito, la cual fue publicada en el Diario Oficial La Gaceta No 30,892 el 3 de enero de 2006, sin embargo el Poder Ejecutivo no ha aprobado a la fecha el Reglamento de dicha Ley.

Acerca del Decreto 205-2005 la Ley de Tránsito:

La Secretaría de Estado en los Despachos de Seguridad a través de la Dirección Nacional de Vialidad y Transporte, promueve la reforma a ciertos artículos de la Ley de Tránsito aprobada mediante Decreto Legislativo Número 205-2005, de fecha 16 de agosto de 2005 publicada en el Diario Oficial La Gaceta el 03 de enero de 2006, en ese sentido los objetivos de la reforma son los siguientes (fuente: DNVT):

- A. Agrupar en un mismo instrumento jurídico nacional todo lo relativo a la seguridad vial.
- B. Actualizar la normativa a las necesidades actuales que impone el desarrollo del tránsito en el país y las nuevas tendencias sobre seguridad vial.
- C. Estandarizar las licencias de conducir y los procesos de certificación de conductores con los países suscriptores de la Convención Sobre Circulación Vial.
- D. Articular a diferentes actores claves de la sociedad, para promover políticas públicas que posibiliten un abordaje más integral a la problemática de seguridad vial.
- E. Ley de Rotondas: En el caso de Honduras en su Ley de tránsito (Decreto 205-2005) lo único que menciona en el artículo 65 ítem 5 acerca de la seguridad vial en las rotondas convencionales es que, los vehículos que circulen dentro de las rotondas en las vías públicas tienen derecho de preferencia de paso, y los demás conductores los que pretenden ingresar a la misma tienen la obligación de cederlo o de permitir la circulación.

La DNVT actualmente está trabajando en dicho reglamento de la Ley de Tránsito, el mismo está en su etapa de revisión por parte del departamento legal de la Secretaría de Estado en los Despachos de Seguridad.

Por otra parte, el Gobierno de la República se ha adherido a la Convención de Naciones Unidas Sobre Circulación Vial, decisión que fue ratificada por el Soberano Congreso Nacional mediante Decreto Legislativo No. 107-2019 de fecha 18 de septiembre de 2019; instrumento jurídico de carácter vinculante que recomienda la actualización de las legislaciones nacionales en lo relativo a la seguridad vial y especialmente a la estandarización en la emisión de los permisos o licencias de conducir, razón por la cual es necesario emitir un reglamento para su debida aplicación.

Objetivos de la Dirección Nacional de Vialidad y Transporte (DNVT):

La Dirección Nacional de Vialidad y Transporte (DNVT), actualmente trabaja en un Plan Estratégico Institucional de la Secretaría de Seguridad y de la Policía Nacional de Honduras con Enfoque en Resultados 2019-2030 y en el cual se aborda la problemática de la Seguridad Vial en Honduras. (Fuente: DNVT)

Paralelamente a esto se trabaja en el Plan Estratégico Institucional de la Dirección Nacional de Vialidad y Transporte, el cual está diseñado en actividades que dan cumplimiento a las estrategias propuestas, las cuales buscan entre otros aspectos, lograr lo siguiente:

- Garantizar la seguridad ciudadana
- Disminuir la accidentalidad vial y consecuentemente las muertes por accidentes de tránsito;
- Mejorar la capacidad de respuesta policial en incidentes en el transporte público urbano e inter urbano;
- Mejorar las condiciones de bienestar social del personal policial;
- Consolidar los procesos, dotación y mantenimiento de la tecnología y logística de las unidades que integran la DNVT;
- Realizar una retroalimentación que permita a la DNVT de una mejora continua.

Algunas medidas de aplicación generales que han realizado por parte de la Dirección Nacional de Vialidad y Transporte (DNVT) a través de la implementación han sido:

Medidas de aplicación general en Honduras:

- La ley de penalización de embriaguez,
- Plan de prevención y educación vial a la ciudadanía
- Despliegue de inspecciones vehiculares
- Regulación en emisión de licencias