



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**EVALUACIÓN SITUACIONAL DE LA ACCIDENTABILIDAD VEHICULAR EN LA
PROVINCIA DE IMBABURA, ANÁLISIS TEMPORAL Y ESPACIAL BASADO EN
LOS FACTORES DE INFLUENCIA EN EL ACCIDENTE**

AUTOR: GORDILLO IMBAQUINGO MARCOS SEBASTIÁN

DIRECTOR: ING. GARZÓN PÉREZ LUIS ANDRÉS, MSc

IBARRA, 2023

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

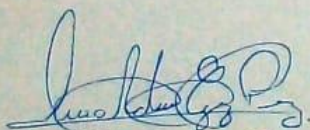
En calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "Evaluación situacional de la accidentabilidad vehicular en la provincia de Imbabura, análisis temporal y espacial basado en los factores de influencia en el accidente" presentado por: Marcos Sebastián Gordillo Imbaquingo con el número de cédula 100399061-9, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 3 días del mes de Julio del 2023

Atentamente



Ing. Luis Andrés Garzón Pérez MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100399061-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Gordillo Imbaquingo Marcos Sebastián		
DIRECCIÓN:	Andrade Marín, Cristóbal colón y peña herrera		
EMAIL:	msgordilloi@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0939303124
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	EVALUACIÓN SITUACIONAL DE LA ACCIDENTABILIDAD VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE IMBABURA, ANÁLISIS TEMPORAL Y ESPACIAL BASADO EN LOS FACTORES DE INFLUENCIA EN EL ACCIDENTE		
AUTOR(ES)	Gordillo Imbaquingo Marcos Sebastián		
FECHA:	3 de Julio del 2023		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/>	PREGRADO <input type="checkbox"/>	POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ		
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. Luis Andrés Garzón Pérez, MSc.		

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 3 días del mes de Julio del 2023

AUTOR:



Firma

Marcos Sebastián Gordillo Imbaquingo

Cédula: 100399061-9

DEDICATORIA

Dedicados a las personas que más amo en este mundo mi mami Elena Imbaquingo y mi papi Marco Gordillo, quienes supieron inculcar a ser siempre mejor. A mis hermanas Evelin y Alicia que siempre hemos estado juntos desde niños. A mi sobrina Maite Soasti. Gracias a su guía y palabras de aliento he llegado hasta donde estoy.

Sebastián Gordillo

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mi mami Elena Imbaquingo quien fue la persona que más creyó en mí, a mi papá Marco y a mis hermanas Evelin y Alicia que siempre me apoyaron a ser mejor día a día. Al sr. Julio Sanipatín por darme la oportunidad de complementar los estudios teóricos con la práctica. A mis amigos y toda la familia Tobar Flores, todos ellos me supieron dar una mano de apoyo en todo momento.

Sebastián Gordillo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Formulación del problema.....	4
1.4 Delimitación	4
1.4.1 Temporal.....	4
1.4.2 Espacial.....	4
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	5
1.6 Alcance	5
1.7 Justificación	5
CAPÍTULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Aspectos generales de los accidentes de tránsito.....	7
2.2 Análisis espacial y su relación con los accidentes de tránsito.....	12
2.3 Análisis estadístico y su relación con los accidentes de tránsito.....	14
CAPÍTULO III	16
3 METODOLOGÍA.....	16
3.1 Proceso metodológico	16
3.2 Base de datos	18
3.2.1 Conversión de la base de datos geográfica.....	19
3.2.2 Obtención de datos de la base geográfica a excel	20

3.2.3	Variables disponibles.....	20
3.3	Análisis estadístico de las variables	23
3.3.1	Software para el análisis estadístico de variables	23
3.3.2	Flujograma del análisis estadístico de variables.....	23
3.4	Análisis temporal y espacial de los mapas de accidentabilidad	24
3.5	Identificación de la zona de estudio	27
CAPÍTULO IV.....		29
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1	Mapeo de datos.....	29
4.2	Registros de accidentes por subcircuito de la zona urbana del cantón Ibarra	30
4.3	Mapa temático	32
4.4	Análisis temporal de los accidentes de tránsito.....	37
4.5	Análisis temporal de los subcircuitos que coinciden los 3 horarios	42
4.5.1	Subcircuito amazonas 1	43
4.5.2	Subcircuito mazonas 2.....	46
4.5.3	Subcircuito estadio 2	49
4.5.4	Subcircuito rieles 2.....	52
4.6	Discusión	55
CAPÍTULO V		57
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1	Conclusiones.....	57
5.2	Recomendaciones	58
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
7	ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
2.1	Tipología de los accidentes de tránsito.....	12
3.1	Variables de investigación.....	21
3.1	Variables de investigación (Continuación...).....	22
4.1	Número de accidentes por subcircuitos	31
4.2	Zonas más conflictivas	34
4.2	Zonas más conflictivas (Continuación...)	35
4.2	Zonas más conflictivas (Continuación...)	36
4.3	Salida de R, modelo 6.....	36
4.4	Subcircuitos por horarios de coincidencia.....	41
4.4	Subcircuitos por horarios de coincidencia (Continuación...).....	42
4.5	Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%)	44
4.6	Salida de R, Amazonas 1	45
4.7	Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%)	47
4.7	Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%) (Continuación...).....	48
4.8	Salida de R, Amazonas 2.....	48
4.8	Salida de R, Amazonas 2 (Continuación...).....	49
4.9	Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%)	50
4.10	Salida de R, Estadio 2.....	51
4.11	Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%)	53
4.11	Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%) (Continuación...).....	54
4.12	Salida de R, Rieles 2.....	54
4.12	Salida de R, Rieles 2 (Continuación...).....	55

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
2.1	Accidente de tránsito en la vía pública.....	8
2.2	Interacción de los factores principales que contribuyen a los accidentes de tránsito..	9
2.3	Fases de los accidentes de tránsito	11
2.4	Mapa temático	13
3.1	Diagrama de flujo del desarrollo del proyecto	17
3.2	Proceso metodológico del proyecto.....	18
3.3	Base geográfica.....	19
3.4	Hoja de datos	20
3.5	Flujograma del análisis estadístico	23
3.6	Herramienta Clip y ejemplo de recorte de entidades.....	25
3.7	Capas	26
3.8	Distribución del cantón Ibarra	28
4.1	Mapeo de los registros de accidentes de tránsito de Ibarra 2019-2021	30
4.2	Accidentes de tránsito en la zona urbana del cantón Ibarra. Periodo 2019-2021.....	33
4.3	Accidentes de tránsito en la zona urbana del cantón Ibarra. Mañana (6h00-8h00)...	38
4.4	Accidentes de tránsito en la zona urbana del cantón Ibarra. Medio día (11h00-13h00)	39
4.5	Accidentes de tránsito en la zona urbana del cantón Ibarra. Noche (18h00-21h00).	40
4.6	Comparación subcircuito Amazonas 1, en los diferentes intervalos de horas.....	43
4.7	Comparación subcircuito Amazonas 2, en los diferentes intervalos de horas.....	47
4.8	Comparación subcircuito Estadio 2, en los diferentes intervalos de horas	50
4.9	Comparación subcircuito Rieles 2, en los diferentes intervalos de horas	53

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Oficio Movidelnor-EP.....	65
2	Base de datos geográficos Movidelnor-EP.....	66
3	Mapas temáticos-ArcGIS.....	67
4	Script Software R.....	67

RESUMEN

El presente estudio de investigación titulado “Evaluación situacional de la accidentabilidad vehicular en la provincia de Imbabura, análisis temporal y espacial basado en los factores de influencia en el accidente” tiene como objetivo identificar las variables que más inciden en la ocurrencia de accidentes de tránsito, así como señalar las zonas con mayor concentración de accidentes en la ciudad de Ibarra. El desarrollo del tema de investigación se encuentra dividido en varios capítulos, el capítulo I se orienta en la problemática de la accidentabilidad vehicular y como se ha abordado en estudios anteriores. En el capítulo II se realiza una revisión bibliográfica basada en los aspectos generales, análisis espaciales y estadísticos de los accidentes de tránsito. El capítulo III se describe la metodología utilizada para cumplir con los objetivos planteados, los datos utilizados de los accidentes de tránsito fueron aquellos registrados por Movidelnor entre el periodo comprendido de los años 2019-2021. A estos datos se les aplicó el método de clasificación de datos en Arcgis permitiendo georreferenciar las zonas críticas de los accidentes de tránsito a través de la realización de los mapas temáticos y a su vez se realizó un análisis estadístico de regresión logística en el software R. El capítulo IV muestra los resultados y discusión, revelando que la zona urbana de la ciudad de Ibarra tiene la mayor concentración de accidentes de tránsito. El mercado Amazonas, mercado la Playita, Gran AKI, Terminal Terrestre, Redondel de la Madre, Redondel de Ajaví y Supermaxi son las zonas más críticas en tema de accidentabilidad vehicular ya que concentran una gran parte del porcentaje de los accidentes en los 3 horarios de análisis. Adicionalmente, se identificó que las principales arterias viales de la ciudad como son la Av. Jaime Rivadeneira y Av. Teodoro Gómez de la Torre presentan problemas de accidentabilidad, siendo el tipo de vehículos livianos y los choques las principales variables en la producción de los accidentes de tránsito. Finalmente, el capítulo V se determina las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego de finalizar el trabajo de investigación.

Palabras Clave: Accidentes de tránsito, Mapas temáticos, Regresión Logística, Zonas críticas

ABSTRACT

The present research study entitled "Situational evaluation of vehicular accidents in the province of Imbabura, temporal and spatial analysis based on the factors influencing the accident" aims to identify the variables that most affect the occurrence of traffic accidents, as well as to point out the areas with the highest concentration of accidents in the city of Ibarra. The development of the research topic is divided into several chapters. Chapter I is oriented to the problem of vehicular accidents and how it has been addressed in previous studies. Chapter II contains a bibliographic review based on general aspects, spatial and statistical analysis of traffic accidents. Chapter III describes the methodology used to meet the objectives set, the data used for traffic accidents were those recorded by Movidelnor between 2019-2021. The Arcgis data classification method was applied to these data, allowing georeferencing the critical areas of traffic accidents through the creation of thematic maps. In turn, a statistical analysis of logistic regression was performed in R software. Chapter IV shows the results and discussion, revealing that the urban area of the city of Ibarra has the highest concentration of traffic accidents. The Amazonas market, La Playita market, Gran AKI, Terminal Terrestre, Redondel de la Madre, Redondel de Ajaví and Supermaxi are the most critical areas in terms of vehicular accidents since they concentrate a large part of the percentage of accidents in the three hours of analysis. In addition, it was identified that the main arteries of the city, such as Jaime Rivadeneira and Teodoro Gómez de la Torre avenues, present accident problems, being the type of light vehicles and crashes the main variables in the production of traffic accidents. Finally, Chapter V determines the conclusions and recommendations obtained after completing the research work.

Key words: Traffic accidents, Thematic maps, Logistic regression, Critical zones.

INTRODUCCIÓN

Los accidentes de tránsito representan una problemática creciente a escala mundial que afectan de manera negativa a la sociedad. Produciéndose una tendencia ascendente de mortalidad, lesiones, discapacidades y altos costos económicos. Se estima que cada año mueren aproximadamente 1.25 millones de personas en el mundo a causa de los traumatismos causados por accidentes (Galarza et al., 2017).

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), Ecuador es el segundo país de Latinoamérica con mayor número de accidentes de tránsito y el séptimo en tasa de fallecidos. A pesar de los esfuerzos realizados por la agencia nacional de tránsito (ANT) a través de reformas y campañas, los accidentes de tránsito surgen a diario en las distintas ciudades del país (Ochoa, 2017).

En los diferentes estudios realizados se han aplicado diferentes metodologías y técnicas para mejorar la comprensión de la problemática de los accidentes de tránsito. Los análisis espaciales, temporales y estadísticos han permitido un estudio más profundo de las áreas propensa a los accidentes de tránsito, especialmente en áreas urbanas donde ocurren la mayor concentración de los accidentes de tránsito.

Al igual que las principales ciudades del país, la ciudad de Ibarra no es ajena a la problemática de los accidentes de tránsito. Por lo que en el presente estudio tiene como objetivo identificar las zonas críticas y las variables que influyen en los accidentes de tránsito mediante el uso de mapas temáticos y métodos estadísticos. Con la finalidad de mejorar procesos de evaluación control y tomar decisiones convenientes que permitan mitigar este problema.

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

El uso de los vehículos se ha convertido en una necesidad creciente a nivel global para transportar personas y mercancías. El rápido crecimiento poblacional ocasiona que exista una demanda creciente para el uso de este modo entre todos los disponibles del sistema de transporte. Este modo de transporte es cada vez más utilizado debido a su economía, rapidez, versatilidad y de fácil accesibilidad. No obstante, una de las externalidades es el alto índice de siniestrabilidad, resultante de un gran número de accidentes de tránsito.

Desde 1910, el vehículo ganó gran popularidad como un modo de transporte de mercancías y personas, convirtiéndose en un bien de consumo y símbolo de estatus social (Mayor & Cárdenas, 2018). Por otro lado, la incorporación del vehículo a la vida cotidiana de las personas tiene como externalidad, los altos índices de siniestralidad, debido a factores humanos, mecánicos y de la infraestructura (Marín & Queiroz, 2000).

Los factores y causas que provocan los accidentes de tránsito están relacionado a fallas mecánicas, infraestructura o el conductor. Además los accidentes de tránsito son de las causas principales de mortalidad e invalidez en las personas (Camacho, 2010). En todo accidente de tránsito se pueden distinguir tres elementos principales: el vehículo, la infraestructura y el factor humano, atribuyendo al factor humano como la principal causa de los accidentes de tránsito con el 87%, seguido por el factor vehículo con el 8% y al último el factor infraestructura con un 5% (Villa et al., 2019).

Diferentes estudios han analizado cada uno de estos factores que influyen en las causas para que se produzca un accidente, por medio de la interpretación de modelos estadísticos (Hernández & Fuentes, 2014) y otros de tipo espaciales (Castro, 2011), permitiendo ampliar el estudio de las causas de los accidentes de tránsito.

Al respecto del análisis de tipo espacial, durante los últimos años se ha intensificado el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) para la interpretación de la

distribución espacial de los accidentes de tránsito. Los resultados obtenidos muestran las ventajas visuales que se obtienen al momento de detectar y estudiar los puntos de riesgo geográficos conjuntamente con diferentes grupos de variables, tales como: sociodemográficas, desarrollo económico, densidad poblacional, etc.

El uso de las tecnologías de sistemas de información geográfica (SIG) tienen la finalidad de interpretar gráficamente la evolución de un asunto en particular. En el caso de los accidentes de tránsito permiten el mapeo de datos espaciales, proporcionando un nuevo contexto para la interpretación de la accidentabilidad. Ya que posibilita calcular y determinar patrones espaciales, que ayudan a determinar lugares problemáticos. Lo cual puede ser útil para plantear mejoras en las estrategias de seguridad vial y lograr reducir el número de accidentes de tránsito (Soto, 2014).

En el contexto ecuatoriano, la investigación desarrollada por Galarza et al. (2017) con el uso de la información de sistemas geográficos (SIG), demostraron que la representación gráfica de la distribución geoespacial de los accidentes de tránsito ayudó a identificar la densidad de lesionados y fallecidos dentro de una zona urbana. Los resultados obtenidos muestran que por cada 100 accidentes de tránsito se registran 98 personas lesionadas y 24 fallecidas. Sin embargo, la falta de información estadística limita en gran medida estudios más detallados de estos hechos.

La metodología del análisis empleado por Galarza et al. (2017) fue aplicada para los accidentes de tránsito suscitados en los cantones de la provincia de Pichincha. Esta metodología con el uso de mapas facilitó visualizar gráficamente la densidad de lesionados y fallecidos de los cantones. Pudiéndose evidenciar que Cayambe, San Miguel de los Bancos, Mejía Y Pedro Vicente Maldonado son aquellos que presentan mayor densidad de accidentes de tránsito. En estos cantones, se registran 56 víctimas con lesiones y 3 fallecidos por cada 100 habitantes (Algora et al., 2017).

En el cantón Ibarra no se ha realizado ningún tipo de investigación relacionada con un análisis de tipo espacio temporal. Por otro lado, el departamento de estadística y georreferenciación de la empresa pública de movilidad (MOVIDELNOR) únicamente ha emitido cifras de los accidentes registrados en el año 2019. En donde se identifican a los vehículos livianos como los principales involucrados en los accidentes de tránsito con el

55%, seguidos de las motocicletas con el 15%, y finalmente el resto de los vehículos privados y públicos (Dirección De Planificación Y Desarrollo Territorial, 2020).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los accidentes de tránsito son el resultado de una alteración en el equilibrio del sistema de transporte “usuario-vehículo-vía” que tiene como resultado daños materiales o personales. Generalmente, la mayoría de los accidentes de tránsito son atribuidos al factor humano y se señala al conductor o al peatón como principal causante (Usca & Jordan, 2010).

A través de los años, la siniestralidad causada por el factor humano tiene como consecuencias lesiones, incapacidades e inclusive la muerte de los involucrados, teniendo un alto impacto a nivel de la salud pública en la población. Entre las principales causas para que se produzca un accidente de tránsito están; el abuso del exceso de confianza, la falta de capacitación adecuada en los centros de aprendizaje, la combinación de factores mecánicos y de infraestructura.

Según lo anteriormente mencionado, en el cantón Ibarra, se describe en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial – PDOT, un análisis de los lugares que presentan mayores problemas de congestión vehicular. Permitiendo planificar medidas preventivas y correctivas como la semaforización o el control con agentes de tránsito. Por el contrario, en la problemática de accidentabilidad vehicular no se realiza un análisis semejante para determinar las zonas o lugares más problemáticos donde se producen los accidentes de tránsito.

Esta falta de información hace que las entidades gubernamentales involucradas en el manejo del tránsito a nivel cantonal carezcan de bases de datos técnicos para planificar estrategias adecuadas que ayuden a la disminución de la accidentabilidad vehicular.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el beneficio principal que se obtendrá con el análisis temporal y espacial de los accidentes de tránsito en el sector urbano de la ciudad de Ibarra?

1.4 DELIMITACIÓN

1.4.1 TEMPORAL

El presente trabajo de investigación se realizó desde el mes de abril del 2022 hasta el mes de junio del 2023.

1.4.2 ESPACIAL

La investigación fue desarrollada en la zona urbana del cantón Ibarra provincia de Imbabura.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar cuáles son las variables y las zonas con mayor concentración de accidentes de tránsito en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura, mediante un análisis temporal y espacial.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las variables que influyen en los accidentes de tránsito por medio de un modelo estadístico.

Caracterizar los accidentes de tránsito mediante un análisis geográfico (espacial) para determinar las zonas críticas donde se producen los accidentes de tránsito.

Analizar la temporalidad en la que se producen los accidentes de tránsito mediante el uso de datos geográficos en el software Arcgis para determinar horarios críticos.

1.6 ALCANCE

En la presente investigación, se realizará un análisis estadístico, temporal y espacial de los accidentes de tránsito de la zona urbana del cantón Ibarra de la provincia de Imbabura. Para la realización de este estudio se ha considerado dividir el cantón de Ibarra en circuitos y subcircuitos, en donde se determinarán las principales zonas geográficas de accidentabilidad vehicular, así como también las variables que intervienen en estos accidentes.

1.7 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación reside en la necesidad de la ciudadanía de conocer la importancia de la problemática que influye en los accidentes de tránsito, debido al aumento constante y al perjuicio de la población en general. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que los accidentes de tránsito constituyen un importante problema de salud pública, debido a la gran cantidad de personas fallecidas o lesionadas (Pérez & Bueno, 2012).

Por otro lado, el plan de creación de oportunidades 2021-2025, en su objetivo 9 plantea: “garantizar la seguridad ciudadana, orden público y gestión de riesgos” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021); en su política 9.2 establece: “fortalecer la seguridad de los sistemas de transporte terrestre y aéreo, promoviendo ambientes seguros” (Secretaría

Nacional de Planificación, 2021); y cuya meta 9.2.1 pretende: “disminuir la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito, in situ, de 12.62 a 11.96 por cada 100.000 habitantes” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021)

Por la tanto, este proyecto ha analizado los datos del índice de siniestralidad de tránsito de acuerdo con las variables que influyen en la producción de estos, obteniendo información técnica que servirá para el mejoramiento de los procesos de evaluación y control de los accidentes de tránsito del cantón, así como será una base teórica útil para futuros estudios de estos casos.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se fundamenta teóricamente la accidentabilidad vehicular así también los estudios sobre análisis estadísticos y espaciales realizados anteriormente que nos ayudan con nuestro estudio.

2.1 ASPECTOS GENERALES DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Los accidentes de tránsito son hechos que carecen de intencionalidad en donde se encuentran involucrados vehículos y personas al circular por una vía, produciéndose con ello pérdidas humanas y económicas significativas para el estado y los particulares (Maldonado & Neira, 2019). Así mismo, Toscano (2005) indica que estos sucesos ocasionan un impacto social grande, dadas a las condiciones o formas que se pueda suscitar el hecho.

Por otro lado, de acuerdo a lo establecido por el Reglamento A Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (RLOTTTSV), los accidentes de tránsito son *“todo suceso eventual o acción involuntaria, que como efecto de una o más causas y con independencia del grado de estas, ocurren en vías o lugares destinados al uso público o privado, ocasionando personas muertas, individuos con lesiones de diversa gravedad o naturaleza y daños materiales en vehículos, vías o infraestructura, con la participación de los usuarios de la vía, vehículo, vía y/o entorno”* (Salinas & Vele, 2014).

Sin embargo, es común escuchar el término siniestro de tránsito, esto puede causar confusión entre las personas al momento de escuchar los términos accidentes de tránsito o siniestro de tránsito. Así que, la Dirección De Planificación y Desarrollo Territorial (2020) define al siniestro de tránsito como un accidente de tránsito en donde se registran personas lesionadas, fallecidas o daños materiales de gran cuantía superior a dos salarios básicos unificados. En otras palabras, un siniestro de tránsito es resultado de un accidente.



Figura 2.1 Accidente de tránsito en la vía pública
Fuente: (Medina et al., 2017)

La ocurrencia de los accidentes de tránsito responde a una multicausalidad. Entendiéndose como causas a un comportamiento, condición, acto o negligencia. Esta red de circunstancias es proveniente de los factores: humano, vehículo e infraestructura (Medina et al., 2014).

El factor humano es la causa de mayor porcentaje en ocasionar los accidentes de tránsito, así mismo, es el que también permite evitar la mayor parte de estos. En este factor interactúa la percepción, la capacidad de procesar la información y la competencia para dar una respuesta por parte del conductor o peatón; proceso conocido como PIV (Percepción, Intelección, Volición). Los accidentes de tránsito son actos normalmente causados por la irresponsabilidad, imprudencia o negligencia de los conductores o peatones (Bustos, 2018).

Mientras que, respecto al factor vehículo se manifiesta: *“no es aconsejable manejar un vehículo que no cumpla o garantice la seguridad necesaria para circular en la vía”* (Maldonado & Neira, 2019). El vehículo debe de disponer de una serie de requisitos en seguridad activa y pasiva para garantizar unas condiciones óptimas para la circulación por las vías. Entendiéndose como seguridad activa al conjunto de dispositivos del vehículo donde el conductor actúa directamente ayudando a la estabilidad en marcha, esto con el fin de reducir los riesgos frente a una situación inesperada, contribuyendo directamente a evitar accidentes (Ruesta, 2016). Por otra parte, la seguridad pasiva se conoce al conjunto de dispositivos que minimizan el impacto y consecuencias de los posibles daños ocurridos en el accidente de tránsito. Para ello, se han creado una serie de objetos diseñados para que,

ocurrido el hecho, se proteja la vida y la integridad de las personas que viajan en el vehículo (Zuluaga, 2012).

Por último, el factor infraestructura se refiere a las “condiciones que puedan interrumpir la conducción normal del vehículo, estas pueden ser climáticas, mal estado de la vía, insuficiente señalización, deficiente iluminación” (Planzer, 2005). Además, el medio ambiente y la infraestructura están estrechamente vinculados pudiendo dar origen a un accidente de tránsito.

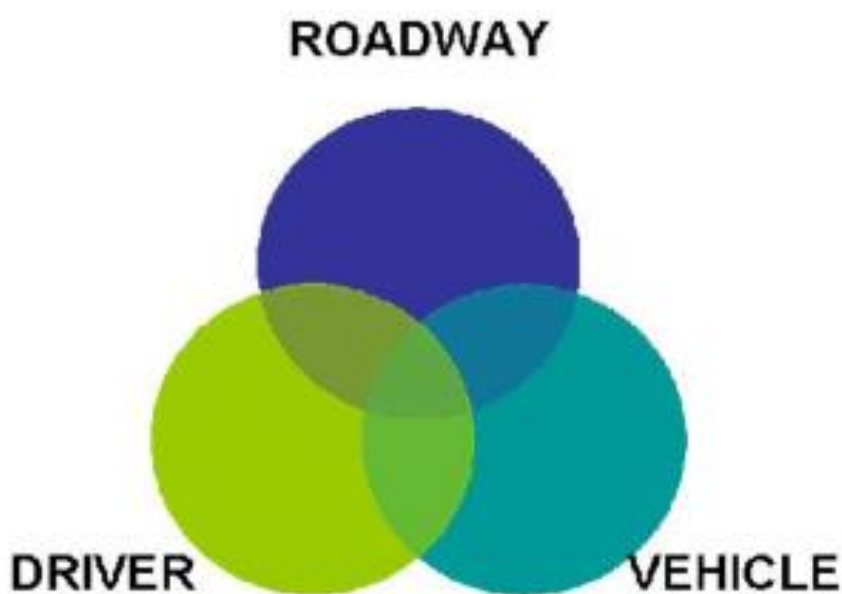


Figura 2.2 Interacción de los factores principales que contribuyen a los accidentes de tránsito

Fuente: (Arias & Cháves, 2017, pág.231)

Un accidente de tránsito no se produce de forma inmediata, sino el resultado de varias acciones que se desarrollan en un periodo de tiempo más o menos corto. El tiempo y el espacio son aspectos ligados al desarrollo del siniestro; el tiempo analiza los momentos previos al accidente, mientras que el espacio a aquellas zonas donde se acontecen los hechos. Se presentan en 3 fases (Matamoros, 2014).

La primera fase es la percepción, “*se inicia en el momento y lugar donde la situación que suscita el accidente pudo ser percibida por una persona normal atenta*” (Matamoros, 2014), en otras palabras, es cuando el usuario al transitar por algún lugar se percata de un

peligro inminente y siente la necesidad de tomar alguna acción evasiva, considerando la situación del momento y lugar. Esta primera fase se compone de 2 elementos:

Punto de percepción posible (PPP). - trata de aquel lugar o momento donde se aprecia físicamente posible el peligro.

Punto de percepción real (PPR). - indica los instantes donde el conductor en concreto se percata de una amenaza real.

Cuando el conductor tiene una percepción consciente o inconsciente del peligro se produce la fase de decisión. Durante esta segunda fase, el conductor debe determinar las medidas o acciones adecuadas a tomar para enfrentar la anomalía presentada y evitar al máximo el accidente. (Constante, 2017). En esta fase, es de gran importancia el tiempo y la distancia de reacción. Debido a la velocidad con la que se produce el accidente en ciertos acontecimientos la fase de decisión puede o no presentarse.

Finalmente, se encuentra la fase de conflicto; en esta fase se produce físicamente el accidente de tránsito, independientemente de haber realizado alguna maniobra de evasión rápida como frenar o girar, estas acciones pudieron disminuir la gravedad del accidente, pero no fueron suficientes, adecuadas u oportunas para evitarlos (Meléndrez, 2018). La fase de conflicto se compone de 3 elementos:

- Área de conflicto. - es la zona o área de ocurrencia donde se desarrolla el accidente, esta dependerá de las acciones de evasión que haya tomado el usuario respecto a la situación.
- Punto de conflicto. - es el lugar de contacto.
- Posición final. - son las ubicaciones finales de los vehículos cuando quedan paralizados luego del accidente, para su posterior investigación o análisis.

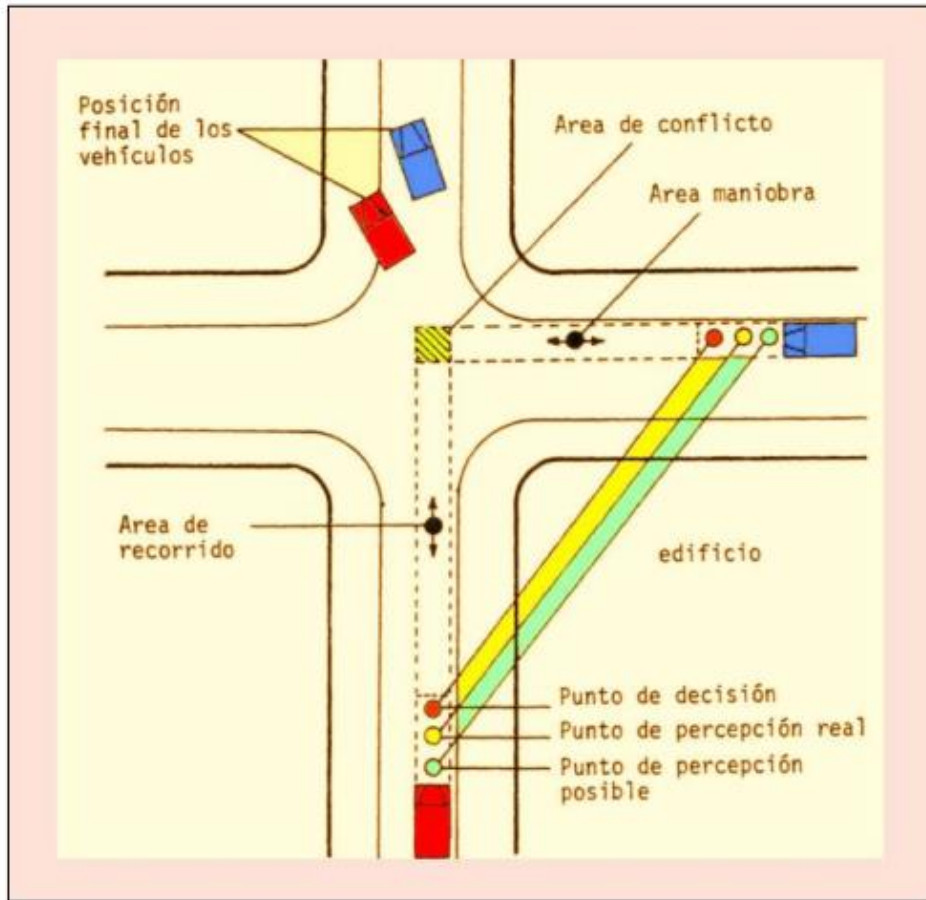


Figura 2.3 Fases de los accidentes de tránsito
 Fuente: (Quispe, 2020)

Se puede decir que los accidentes de tránsito tienen dos tipos de consecuencias: fatales y no fatales. Es decir, pueden producir víctimas mortales o solo personas con lesiones leves (ocasionan deficiencias o discapacidad parcial) o graves (que generan discapacidad permanente). Así mismo, los accidentes de tránsito pueden ocasionar pérdidas económicas por concepto de daños materiales, pagos de seguros, atención médica, entre otras (Quispe, 2020).

Luego de analizar los factores y fases involucradas en un accidente de tránsito, se puede decir que los accidentes de tránsito se clasifican debido a diferentes aspectos. Tales como la situación, es decir en qué lugar se llevó a cabo el imprevisto, pudiendo ser urbano o rural. Por otro lado, están los accidentes por resultados, de acuerdo con el tipo de daños o víctimas existentes; siendo mortales, con heridos o con daños materiales.

De acuerdo con lo reconocido por la ley en el Ecuador, los tipos de accidentes de tránsito se los clasifica en función: al factor humano y al factor vehículo.

Tabla 2.1 Tipología de los accidentes de tránsito

Factor	Tipo
Factor humano	Atropello
	Arrollamiento
	Caída de pasajeros
Factor vehículo	Choque
	Volcamiento
	Estrellamiento
	Rozamiento

Fuente: (Ecuador-vial, 2015)

2.2 ANÁLISIS ESPACIAL Y SU RELACIÓN CON LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

El análisis espacial es una herramienta que permite la manipulación de datos espaciales que ayudan a identificar patrones en un espacio determinado. Este análisis es ampliamente utilizado en distintas disciplinas, puede aplicarse con un enfoque temático que permiten evaluar escenarios geográficos de forma rápida y, en consecuencia, convertirse en apoyo para la toma de decisiones (Ojeda & Tovar, 2016).

Desde un enfoque temático, el análisis espacial respecto con los accidentes de tránsito contribuyen a la obtención de datos que ayuden a planificar estrategias para disminuir o controlar esta problemática. La obtención de estos datos se los puede alcanzar mediante diversas técnicas. Una de estas técnicas es el uso de información geoespacial que favorece la ubicación de las zonas de conflicto. Además, Cerquera (2013) sugiere el uso de mapas temáticos y software especializado en análisis de información geográfica (SIG).

La finalidad de realizar mapas temáticos es descubrir en su contenido características o fenómenos particulares de algún tema de interés. Un mapa temático consta de 2 elementos

fundamentales: una base geográfica (mapa base) y una capa de contenido temático. Con el uso de esta técnica se puede obtener información muy valiosa para la administración pública y de todas las instituciones involucradas con el tema de tránsito terrestre (Rodríguez, 2010).

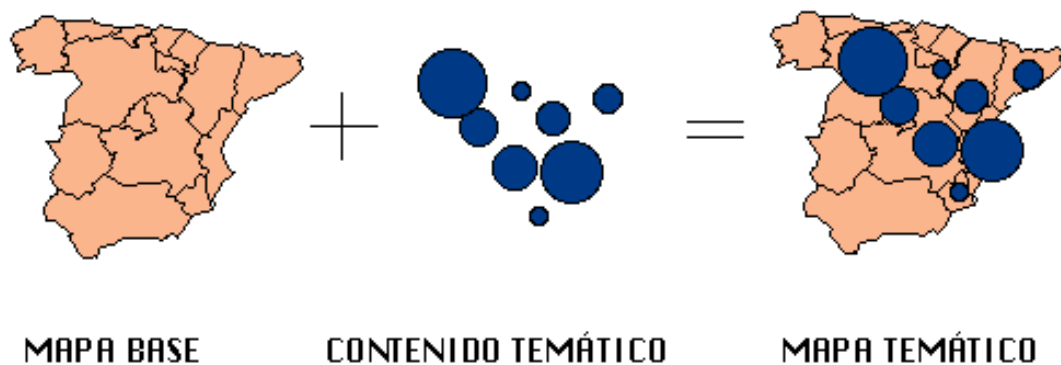


Figura 2.4 Mapa temático
Fuente: (García, 2020)

Las posibilidades que ofrece la técnica de mapas temáticos en la identificación de los accidentes de tránsito son diversas. Esta técnica en conjunto con las variables que se consideren permite alcanzar los objetivos planteados en los respectivos estudios propuestos. Por ejemplo, Cerquera (2013) considera las variables de movilidad, población, diseño y geometría de la vía para representar gráficamente el análisis espacial y temporal. Todo esto con la intención de descubrir patrones de distribución y de comportamiento de los accidentes dentro de una misma ubicación geográfica.

Además, es importante el análisis temporal en los horarios de mayor congestión es decir las horas pico, debido a que en estas se sucede una mayor accidentabilidad (Cerquera, 2013). El análisis según el horario ayuda a identificar la existencia de intervalos horarios con mayor o menor ocurrencia (Vera et al., 2015).

El análisis temporal y el uso del método de densidad kernel son utilizados para determinar áreas de riesgo de una zona puntual sobre accidentes de tránsito. Dicho eso, Viera et al, (2018) utiliza el método de densidad kernel contemplando variables demográficas, relacionados al accidente y víctimas, para realizar el análisis temporal. Logrando con esto determinar la magnitud y distribución de la variable dependiente. Concluyendo que los

hombres entre las edades de 20 a 39 años son los más afectados con esta problemática. Cabe señalar que recomienda un estudio más profundo de los accidentes en la noche, ya que en estos se presentan los accidentes más graves.

2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y SU RELACIÓN CON LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Cuando se trata de accidentes de tránsito, la estadística tiene un rol de suma importancia. Los datos que se obtienen por intermedio del análisis estadístico; ayudan a identificar aspectos importantes que desencadenan en estos sucesos desafortunados. Los resultados de los análisis estadísticos guían hacia la verdadera causa del problema considerando las variables más significativas y aplicando los procesos de investigación más conveniente según sea el caso (Salinas & Vele, 2014).

En referencia a la identificación de variables y factores que producen los accidentes de tránsito se han utilizado las técnicas del análisis estadístico multivariado para encontrar o reconocer patrones que no se pueden observar fácilmente en bases de datos y mapas temáticos, asociados a conjuntos de individuos u objetos (Pérez, 2021).

El modelo multinomial logit es un modelo estadístico que facilita la identificación de variables y factores relacionados con los accidentes de tránsito. La utilización de este modelo ayuda a determinar que variables como: calidad de vía, ebriedad, choques y accidentes en horas de la madrugada son causa para una mayor incidencia en los accidentes (Figueroa & Sarmiento, 2020).

No obstante, para la zona urbana los autores Gonzales y Ríos (2010) en su investigación destaca las variables socioeconómicas, como: sexo, ocupación, nivel académico, condición de la víctima, clase de accidentes y edad son las más representativas en dicha zona esto lo determina mediante el uso de un modelo estadístico de regresión logística.

En análisis estadísticos es común observar la utilización de modelos de regresión lineal o regresión exponencial para la interpretación de los datos. Como lo demuestran Depestre et al. (2012), utiliza estos tipos de modelos estadísticos en su estudio. Sin embargo,

el modelo de regresión exponencial da el mejor resultado con el objetivo de la investigación. El criterio de este modelo indica cuales son las causas de mayor accidentabilidad, siendo la primera causa el ser humano con 59% de influencia en los casos, seguido por condiciones de la carretera en un 31% y por último el vehículo con 20%.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

El presente estudio inicia a partir de la obtención de datos de los accidentes de tránsito proporcionados por Movidelnor. Los datos de accidentabilidad son analizados mediante la aplicación de modelos estadísticos y cartográficos.

Los mapas de accidentabilidad fueron realizados a través del método de clasificación de datos en Arcgis, posibilitando procesar la información disponible. Con el propósito de realizar los mapas temáticos personalizados permitiendo georreferenciar las zonas más críticas de los accidentes en 3 horarios diferentes (mañana, tarde y noche). Y a su vez se procedió a realizar un análisis estadístico de regresión logística en el software R que permitió determinar la relación de diferentes variables que son consideradas en los accidentes de tránsito.

3.1 PROCESO METODOLÓGICO

A continuación, en la Figura 3.1 se describe el paso a paso que se efectuó para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

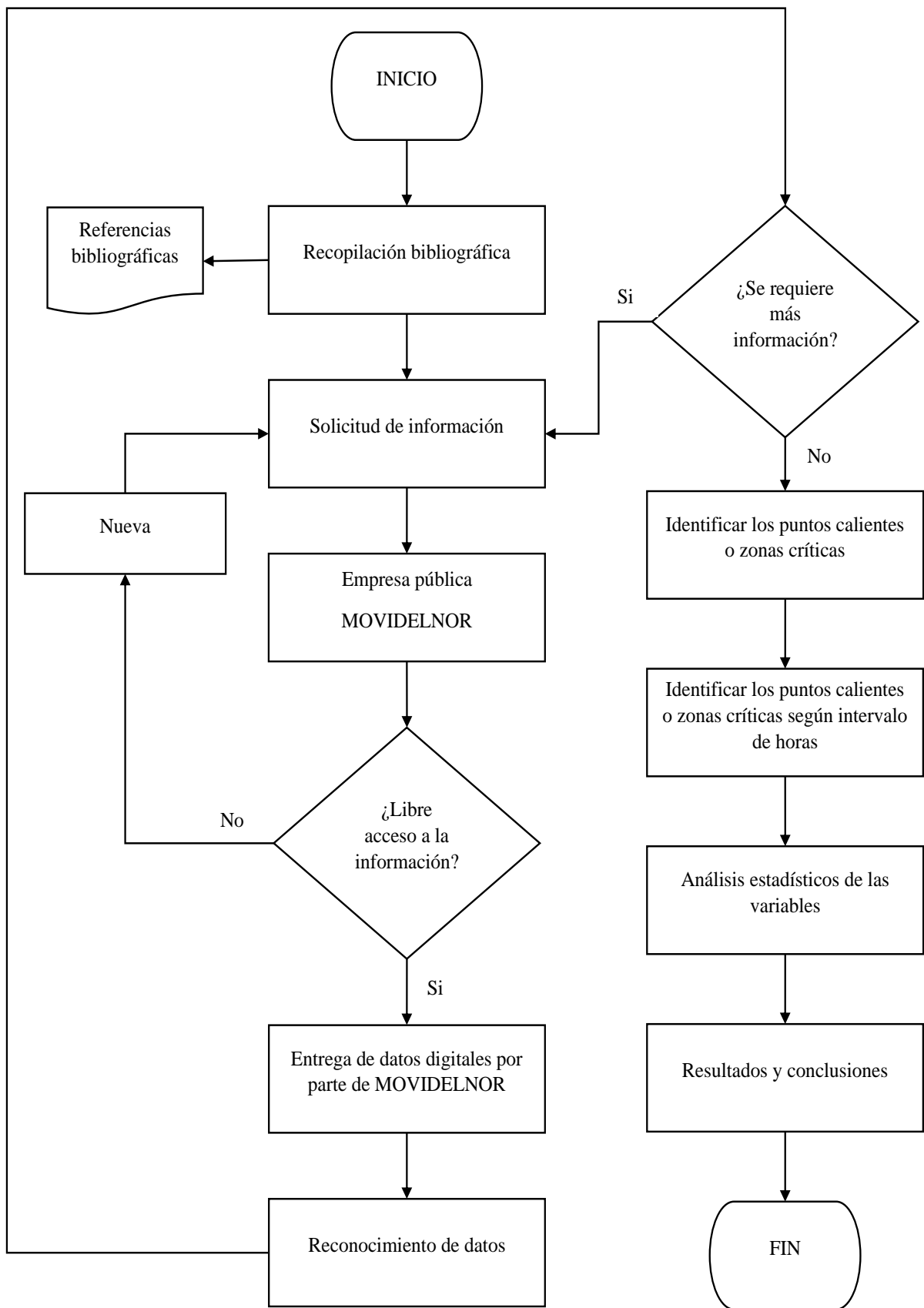


Figura 3.1 Diagrama de flujo del desarrollo del proyecto

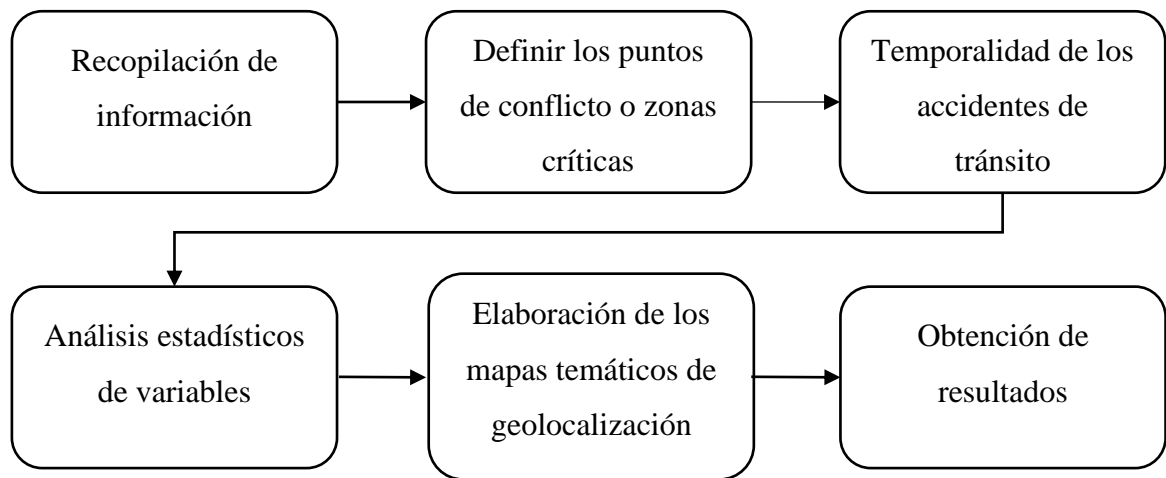


Figura 3.2 Proceso metodológico del proyecto

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se procedió a determinar las etapas de la metodología. Para el análisis temporal y espacial de los accidentes de tránsito de la ciudad de Ibarra, se inició con la recopilación de los datos de los accidentes de tránsito del cantón. El tratamiento de los datos permitió realizar las siguientes etapas para generar mapas temáticos y realizar el análisis estadístico correspondiente. Estos proporcionaron información clara y fácilmente comprensible de los resultados obtenidos.

En la Figura 3.2 se aprecia las etapas que se siguieron para el desarrollo del presente estudio de investigación.

3.2 BASE DE DATOS

La base de datos utilizada en el presente estudio corresponde a los registros de los accidentes de tránsito ocurridos en la ciudad de Ibarra en el periodo de los años 2019-2021, los mismos se obtuvieron de Movidelnor (Anexo II) en formato de archivos digitales. Esta información es registrada por los agentes civiles de tránsito (ACT) y archivada en la base geográfica de la entidad.

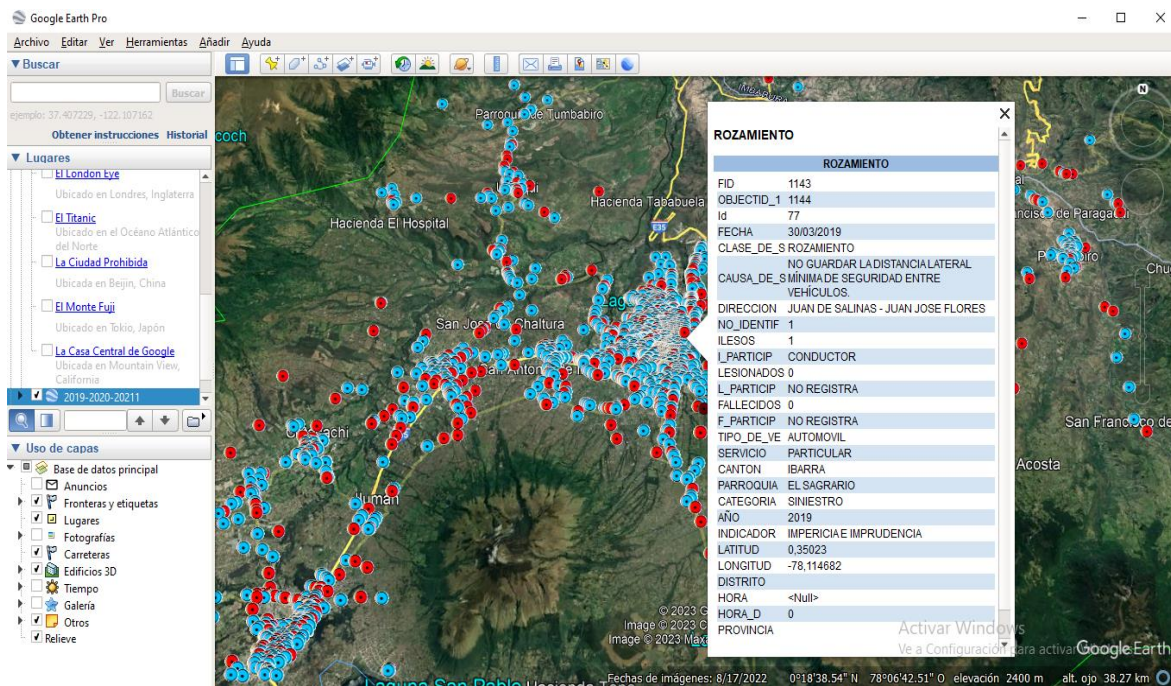


Figura 3.3 Base geográfica

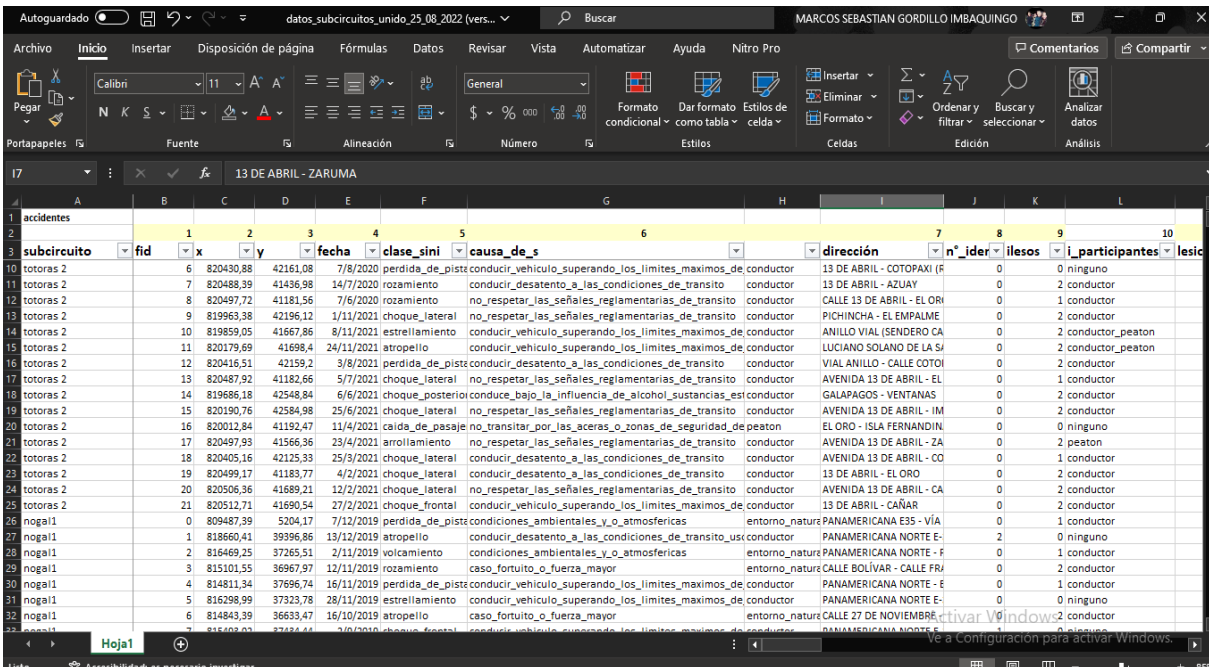
En la Figura 3.3 se puede apreciar la base geográfica de datos de accidentes que trabaja Movidelnor, en esta se puede observar diferentes variables como categoría, lesionados, fallecidos, indicador de causa, hora, fecha, entre otras. En el periodo comprendido en los años 2019 a 2021 de cantones de las provincias de Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Pichincha que conforman la mancomunidad.

3.2.1 CONVERSIÓN DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA

El documento digital proporcionado por el área de estadística de Movidelnor posee la singularidad de ser un archivo con extensión KMZ que contiene datos geográficos. Sin embargo, para el propósito del presente trabajo de titulación se procedió a realizar el respectivo tratamiento con la finalidad de transformarlo a un archivo compatible con los programas que se van a utilizar para el posterior análisis estadístico y espacial.

3.2.2 OBTENCIÓN DE DATOS DE LA BASE GEOGRÁFICA A EXCEL

La información de todos los accidentes registrados en la mancomunidad fue tratada, procesada y depurada, considerando únicamente los datos de los accidentes de tránsito registrados en la casco urbano del cantón Ibarra. A partir de los datos geográficos concedidos de Movidelnor se obtuvo una tabla en Excel, organizada por filas y columnas de las distintas variables (ver figura 3.4). El formato de la hoja de datos obtenidos en Excel es compatible con los software ArcGIS y Software R, herramientas utilizadas para los posteriores análisis espaciales y estadísticos.



accidentes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
subcircuito	fid	x	y	fecha	clase_sini	causa_de_s	dirección	n°_ider	ilesos	I_participantes	lesio
totoras 2	6	820430.88	42161.08	7/8/2020	perdida_de_pist	conducir_vehiculo_superando_los_limites_maximos_de	conductor	13 DE ABRIL - COTOPAXI (R	0	0	ninguno
totoras 2	7	820488.39	41436.98	14/7/2020	rozamiento	conducir_desatento_a_las_condiciones_de_transito	conductor	13 DE ABRIL - AZUAY	0	2	conductor
totoras 2	8	820497.72	41181.56	7/6/2020	rozamiento	no_respetar_los_señales_reglamentarias_de_transito	conductor	CALLE 13 DE ABRIL - EL ORO	0	1	conductor
totoras 2	9	819963.38	42196.12	1/11/2021	choque_lateral	no_respetar_los_señales_reglamentarias_de_transito	conductor	PICHINCHA - EL EMPALME	0	2	conductor
totoras 2	10	819859.05	41667.86	8/11/2021	estrellamiento	conducir_vehiculo_superando_los_limites_maximos_de	conductor	ANILLO VIAL (SENDERO CA	0	2	conductor_peaton
totoras 2	11	820179.69	41698.4	24/11/2021	atropello	conducir_vehiculo_superando_los_limites_maximos_de	conductor	LUCIANO SOLANO DE LA SA	0	2	conductor_peaton
totoras 2	12	820416.51	42159.2	3/8/2021	perdida_de_pist	conducir_desatento_a_las_condiciones_de_transito	conductor	VIAL ANILLO - CALLE COTO	0	2	conductor
totoras 2	13	820487.92	41182.66	3/7/2021	choque_lateral	no_respetar_los_señales_reglamentarias_de_transito	conductor	AVENIDA 13 DE ABRIL - EL	0	1	conductor
totoras 2	14	819688.18	42548.84	6/6/2021	choque_posteriori	conduce_bajo_la_influencia_de_alcohol_sustancias_est	conductor	GALAPAGOS - VENTANAS	0	2	conductor
totoras 2	15	820190.76	42584.98	25/6/2021	choque_lateral	no_respetar_los_señales_reglamentarias_de_transito	conductor	AVENIDA 13 DE ABRIL - IM	0	2	conductor
totoras 2	16	820312.94	41192.47	11/4/2021	caida_de_pasaje	no_transitar_por_los_aceras_o_zonas_de_seguridad_de	peaton	EL ORO - ISLA FERNANDIN	0	0	ninguno
totoras 2	17	820497.93	41566.36	23/4/2021	amollamiento	no_respetar_los_señales_reglamentarias_de_transito	conductor	AVENIDA 13 DE ABRIL - ZA	0	2	peaton
totoras 2	18	820405.16	42125.33	25/3/2021	choque_lateral	conducir_desatento_a_las_condiciones_de_transito	conductor	AVENIDA 13 DE ABRIL - CO	0	1	conductor
totoras 2	19	820499.17	41183.77	4/2/2021	choque_lateral	conducir_desatento_a_las_condiciones_de_transito	conductor	13 DE ABRIL - EL ORO	0	2	conductor
totoras 2	20	820506.36	41689.21	12/2/2021	choque_lateral	no_respetar_los_señales_reglamentarias_de_transito	conductor	AVENIDA 13 DE ABRIL - CA	0	2	conductor
totoras 2	21	820512.71	41690.54	27/2/2021	choque_frontal	conducir_vehiculo_superando_los_limites_maximos_de	conductor	13 DE ABRIL - CAÑAR	0	2	conductor
noga11	0	809487.39	5204.17	7/12/2019	perdida_de_pist	condiciones_ambientales_y_o_atmosfericas	entorno_natur	PANAMERICANA E35 - VÍA	0	1	conductor
noga11	1	818660.41	39396.86	13/12/2019	atropello	conducir_desatento_a_las_condiciones_de_transito_usx	conductor	PANAMERICANA NORTE E-	2	0	ninguno
noga11	2	816469.25	37265.51	12/11/2019	voicamiento	condiciones_ambientales_y_o_atmosfericas	entorno_natur	PANAMERICANA NORTE - F	0	1	conductor
noga11	3	815101.55	36967.97	12/11/2019	rozamiento	caso_fortuito_o_fuerza_mayor	entorno_natur	CALLE BOLIVAR - CALLE FRJ	0	2	conductor
noga11	4	814111.34	37696.74	16/11/2019	perdida_de_pist	conducir_vehiculo_superando_los_limites_maximos_de	conductor	PANAMERICANA NORTE - É	0	1	conductor
noga11	5	816298.99	37333.78	28/11/2019	estrellamiento	conducir_vehiculo_superando_los_limites_maximos_de	conductor	PANAMERICANA NORTE E-	0	0	ninguno
noga11	6	814843.39	36633.47	16/10/2019	atropello	caso_fortuito_o_fuerza_mayor	entorno_natur	CALLE 27 DE NOVIEMBRE	2	2	conductor
noga11	7	815103.03	37333.44	3/10/2019	choque_frontal	conducir_vehiculo_superando_los_limites_maximos_de	conductor	PANAMERICANA NORTE E-	0	2	conductor

Figura 3.4 Hoja de datos

3.2.3 VARIABLES DISPONIBLES

Salinas & Vele (2014) menciona que las variables son las distintas características que se analizan y se estudian para los elementos que componen el objeto de nuestro estudio.

Dentro de nuestra base de datos tratada anteriormente se puede apreciar un conjunto de variables disponible para nuestros análisis:

Tabla 3.1 Variables de investigación

Grupo	Variable	Descripción
Fecha	1. Fecha	Es la fecha en la que se registró el accidente.
Clase de siniestro	2. Arrollamiento atropello	Muestra la tipología del accidente vehículo
	3. Caída de pasajero	
	4. Choque	
	5. Colisión	
	estrellamiento	
	6. Otros	
	7. Perdida de carril o pista	
	8. Rozamiento	
	9. Volcamiento	
Causa del siniestro	10. Condición infraestructura	Describe la causa más acertada por la que se ocasiono el accidente.
	11. Conductor	
	12. Entorno naturaleza	
	13. Fallas mecánicas	
	14. Peatón	
Dirección	15. Dirección	Dirección exacta de donde sucedió el accidente.
# ilesos	16. # ilesos	Número de personas que no sufrieron ningún daño en el accidente.
Ilesos participante	17. Conductor pasajero	Describe a la persona que no sufrió ningún daño en el accidente.
	18. Conductor peaton	
	19. Ninguno	
# lesionados	20. # lesionados	Número de personas que sufrieron alguna lesión durante el accidente.
Lesionados participantes	21. Conductor pasajero	Describe a la persona que sufrió algún tipo de lesión en el accidente.
	22. Conductor peaton	
	23. Ninguno	
# fallecidos	24. # fallecidos	Número de fallecidos que provocó el accidente.
Fallecidos participantes	25. Conductor pasajero	Describe a la persona que falleció en el accidente.
	26. Ninguno	
	27. Peatón	
Tipo de vehículo	28. Bicicleta	Se refiere a la clasificación vehicular.
	29. Liviano	
	30. Motocicleta	
	31. Pesado	

Tabla 3.1 Variables de investigación (Continuación...)

Servicio	32. Comercial cuenta propia particular 33. Especial estado 34. Público	Función que desempeña el vehículo.
Categoría	35. Incidente 36. Siniestro	Se refiere al tipo de accidente suscitado.
Año	37. Año	En qué año sucedió el accidente.
Indicador	38. factor humano 39. relativo a la vía 40. relativo al vehículo	Define el factor más acertado que ocasiono el accidente
Coordenadas	41. Latitud 42. Longitud	Ubicación geográfica del accidente.
Hora	43. Hora	Hora en la que sucedió el accidente.
Tipo vía	44. Primaria 45. Secundaria terciaria 46. Troncal	Hace referencia al tipo de vía del accidente.
Ancho vía	47. Ancho 48. Medio 49. Angosto	Hace referencia a las dimensiones de la vía.
Longitud via	50. Corto 51. Medio 52. Largo	Hace referencia a las dimensiones de la vía.
Velocidad via	53. Velocidad vía	Velocidad de circulación de la vía.
Sentido vía	54. Unidireccional 55. Bidireccional	Dirección de circulación de la vía.
Longitud via total	56. Longitud via total	Hace referencia a la dimensión de la vía
Densidad poblacional	57. Densidad poblacional	Hace referencia a la cantidad de personas que habitan en un área.
Población hombre	58. Población hombre	Cantidad de personas de sexo masculino.
Población mujer	59. Población mujer	Cantidad de personas de sexo femenino.
Accidentes	60. Lesionados fallecidos	Hace referencia a los accidentes donde hubo personas lesionadas o fallecidas.

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES

3.3.1 SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIABLES

El programa seleccionado para el desarrollo del análisis estadístico de la accidentabilidad vehicular es el software R, en su interfaz RStudio. Este software proporciona una amplia variedad de técnicas estadísticas como modelos de regresión logística. Sus capacidades lo convierten en una herramienta ideal para analizar una gran cantidad de datos relacionados con accidentes vehiculares.

3.3.2 FLUJOGRAMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIABLES

Con la finalidad de facilitar la comprensión del código de programación, se procedió a la realización de un diagrama de flujo, este ilustra el desarrollo del proceso del script desde el ingreso de los datos hasta la obtención de los resultados.

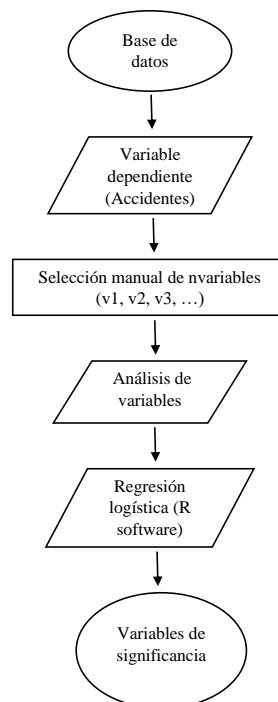


Figura 3.5 Flujograma del análisis estadístico

En la Figura 3.5 se muestra el proceso para la obtención de los modelos estadísticos en función de la variable dependiente (Accidentes) por intermedio de la técnica de regresión logística.

3.4 ANÁLISIS TEMPORAL Y ESPACIAL DE LOS MAPAS DE ACCIDENTABILIDAD

Arcgis es un sistema de información geográfica, está provista de algunas herramientas. En el presente trabajo de grado utilizaremos su aplicación central ArcMap, esta interfaz ayudó a generar los mapas temáticos.

Con la información tratada anteriormente de los accidentes de tránsito, se procedió a generar un nuevo archivo con extensión shp (shapefile) y con la colaboración de datos de vías, datos censales, parroquias y subcircuitos todos con el mismo formato (shp). Haciendo uso de la herramienta Add Data se sumó toda esta información en un solo documento generando las diferentes capas con toda la información disponible. Las capas son conjuntos lógicos de datos geográficos, es la forma en que estos se organizan y combinan para crear mapas y escenas, por lo que estos son la base del análisis geográfico (esri, 2020).

Cabe señalar que al sumarse todos los archivos en uno solo, se generó un documento demasiado amplio para su análisis, por lo que se decidió recortarlo, para realizar tal acción se procedió a utilizar la herramienta Clip.

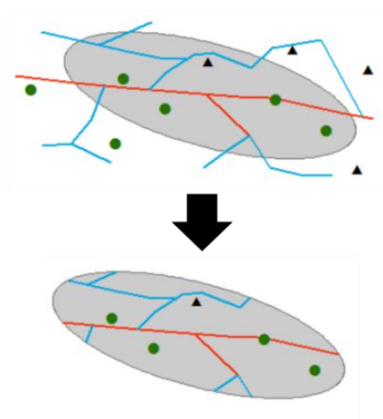
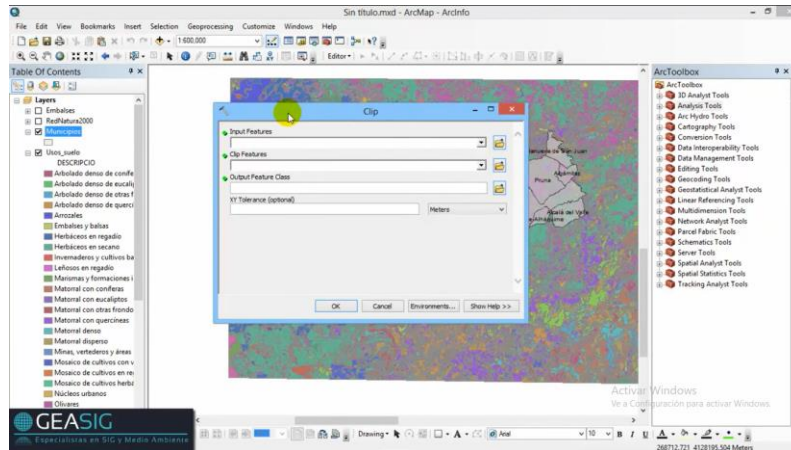


Figura 3.6 Herramienta Clip y ejemplo de recorte de entidades

La herramienta clip permite recortar una fracción de una capa con cualquier forma deseada, limitando la información a un área específica de interés y descartando información que no se necesite. En la figura 3.6 se observa el comando de acceso de la herramienta clip, junto con un ejemplo de su uso.

Para un óptimo análisis espacial se determinó que la mejor manera fue separando a la zona urbana de Ibarra cual es el objeto de estudio en subcircuitos, que a su vez se obtuvo un total de 22 elementos. Se generó una capa con esta información cual sirvió para poder clasificar el resto de información.

Las capas en la ventana principal de ArcMap se encuentran ubicadas en la parte izquierda en la tabla de contenidos. Aquí, se enumera todas las capas del mapa, mostrando que entidades están representadas en cada capa. Permitiendo activar o desactivar la información de cada una de ellas de manera rápida observándose directamente en el dibujo

del mapa. En la figura 3.7 muestra la tabla de contenidos, donde se encuentran todas las capas generadas para la realización del mapa temático.

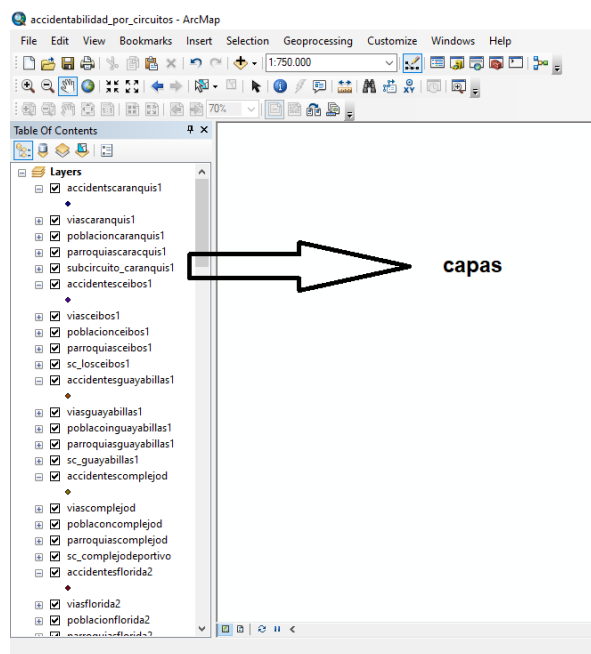


Figura 3.7 Capas

En total se generaron 5 capas, cabe señalar que estas 5 capas se generaron por cada subcircuito que integra la zona de estudio. Se obtuvo un conjunto de 110 capas en el documento de ArcGIS.

1. Capa accidentes

Contiene la información tratada anteriormente de los accidentes de tránsito dentro del periodo comprendido de los años 2019-2021.

2. Capa vías

Incluye información técnica de las vías del cantón, tales como: nombre de las calles, tipo de vía, características de la vía, entre otras.

3. Capa población

Abarca información referenciada sobre datos censales de las zonas donde hay asentamientos de diferentes números de personas.

4. Capa parroquia

Describe cada una de las parroquias que conforman el cantón Ibarra.

5. Capa subcircuito

Contiene la información de cada subcircuito. El cantón Ibarra de acuerdo con la secretaria técnica de planificación consta de 18 circuitos y estos a su vez se subdividen en 29 subcircuitos (Dirección De Planificación Y Desarrollo Territorial, 2020). Sin embargo, para fines del presente estudio se desprecian los subcircuitos pertenecientes a la zona rural. En total solo se toma en cuenta los datos de los siguientes subcircuitos.

- Amazonas 1
- Amazonas 2
- Arcángel 1
- Arcángel 2
- Azaya 1
- Caranquis 1
- Caranquis 2
- Ceibos 1
- Complejo deportivo
- Estadio 1
- Estadio 2
- Florida 1
- Florida 2
- Guayabillas 1
- Guayabillas 2
- Lomas 1
- Nogal 1
- Nogal 2
- Rieles 1
- Rieles 2
- Totoras 1
- Totoras 2

3.5 IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la Figura 3.8 se puede apreciar la distribución geográfica del cantón Ibarra de acuerdo con los subcircuitos establecidos por la secretaria técnica de planificación. Estos se encuentran dentro la zona urbana.

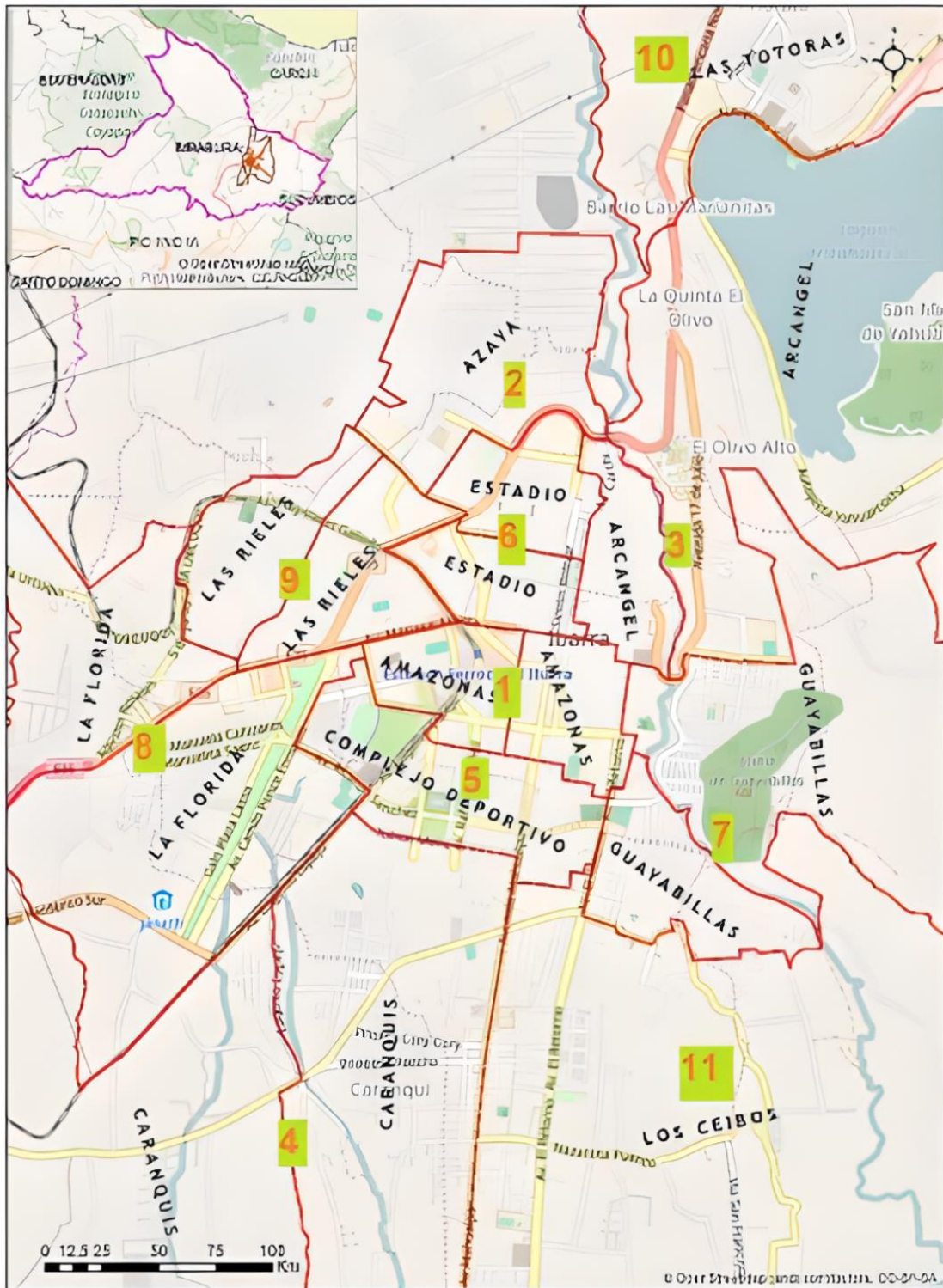


Figura 3.8 Distribución del cantón Ibarra
 Fuente: (López & López S, 2018)

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MAPEO DE DATOS

El mapeo de accidentes de tránsito se realizó utilizando un software geoespacial para procesar y analizar datos geográficos. Las coordenadas geográficas (latitud y longitud) se utilizaron para ubicar geográficamente a los accidentes. Adicionalmente, en este software se utilizó como base los archivos shapefile (shp) de datos censales, vías, parroquias y subcircuitos actuales del cantón Ibarra para generar mapas temáticos de los accidentes ocurridos en el periodo de estudio.

Como se mencionó en el capítulo anterior, varios registros de accidentes de tránsito fueron descartados porque se encontraron fuera de los límites del área de estudio de la base de datos principal y por lo tanto no fueron tomados en consideración.

A continuación, en la Figura 4.1 se presentan el mapeo de los registros de los accidentes de tránsito a nivel cantonal-urbano de la ciudad de Ibarra.

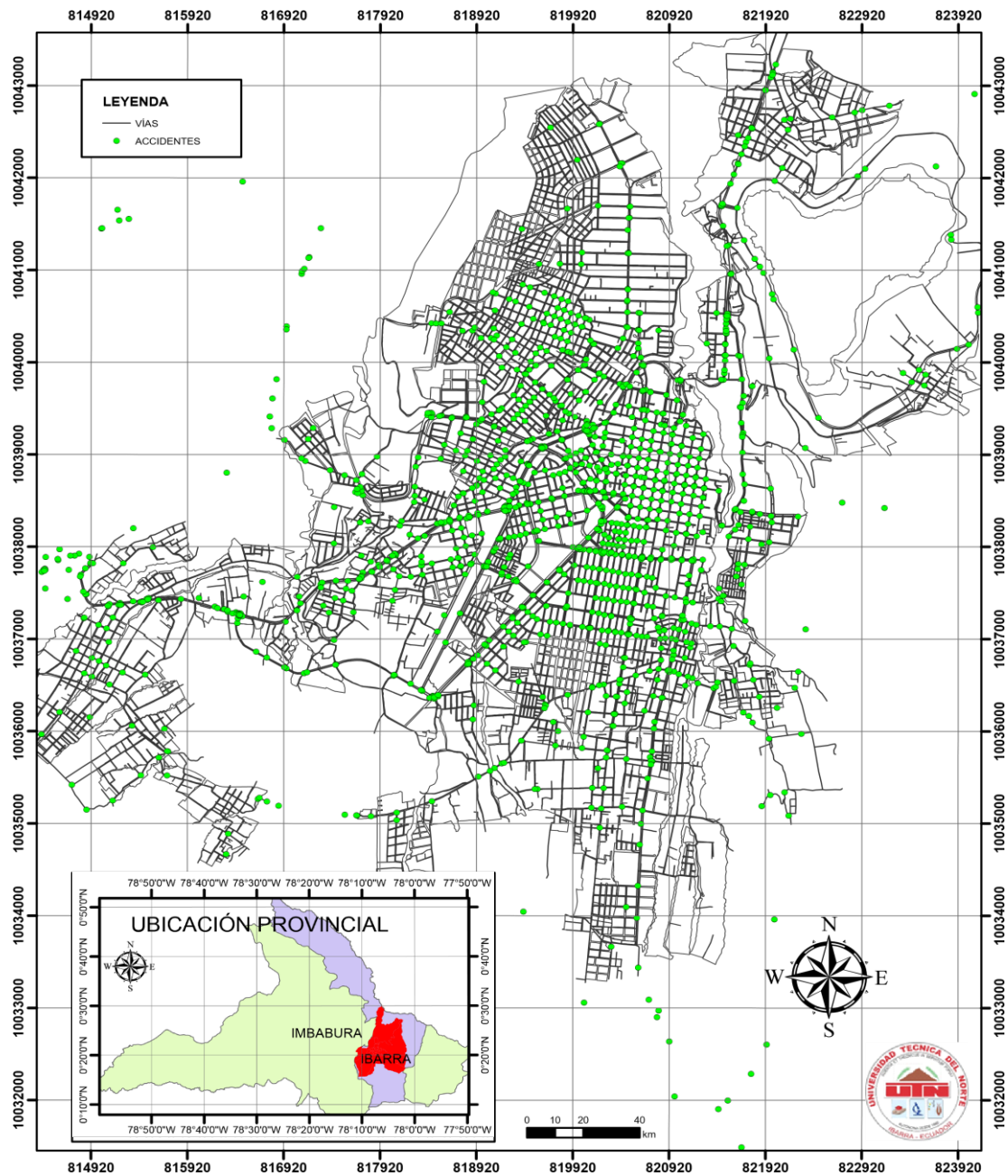


Figura 4.1 Mapeo de los registros de accidentes de tránsito de Ibarra 2019-2021

4.2 REGISTROS DE ACCIDENTES POR SUBCIRCUITO DE LA ZONA URBANA DEL CANTÓN IBARRA

Como se señaló en la sección 3.5, el cantón Ibarra comprende 18 circuitos, los cuales se dividen a su vez en 29 subcircuitos. Sin embargo, solo 22 de estos subcircuitos forman

parte del casco urbano de la ciudad. Por lo tanto, solo se tomaron en consideración los registros de accidentes de estos subcircuitos. Esta información se presenta en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Número de accidentes por subcircuitos

#	subcircuito	N° de accidentes (2019-2021)	% porcentaje
1	amazonas 1	195	8
2	amazonas 2	140	6
3	arcángel 1	66	3
4	arcángel 2	134	6
5	azaya 1	168	7
6	caranquis 1	25	1
7	caranquis 2	79	3
8	ceibos 1	88	4
9	complejo deportivo	214	9
10	estadio 1	118	5
11	estadio 2	182	8
12	florida 1	84	3
13	florida 2	168	7
14	guayabillas 1	28	1
15	guayabillas 2	64	3
16	lomas 1	73	3
17	nogal 1	142	6
18	nogal 2	20	1
19	rieles 1	74	3
20	rieles 2	232	10
21	totoras 1	88	4
22	totoras 2	22	1
Total		2 404	100

En la tabla 4.1, se presentan el número de accidentes de tránsito y el porcentaje de cada subcircuito. Se observa que los subcircuitos: rieles 2, complejo deportivo, amazonas 1 y estadio 2, son aquellos que presentan mayores problemas de accidentabilidad ya que cuentan con el 10%, 9% y 8% respectivamente de todos los accidentes suscitados dentro de la zona de estudio.

Por otro lado, los subcircuitos con menos incidencia de accidentes de tránsito son: arcángel 1, caranquis 2, florida 1, guayabillas 2, lomas 1, rieles 1, cada uno con el 3%. Por último, los subcircuitos: caranquis 1, guayabillas 1, nogal 2 y totoras 2 representan cada uno el 1% de los accidentes de tránsito.

4.3 MAPA TEMÁTICO

El mapa temático, también conocido como mapa de calor permitió visualizar como el fenómeno de los accidentes de tránsito se agrupa o varia en el espacio. Con esta herramienta se procesaron los datos correspondientes a los subcircuitos del área urbana de la ciudad y de los accidentes, obteniendo el mapa temático de accidentabilidad del cantón Ibarra, en el periodo 2019-2021 (ver Figura 4.2).

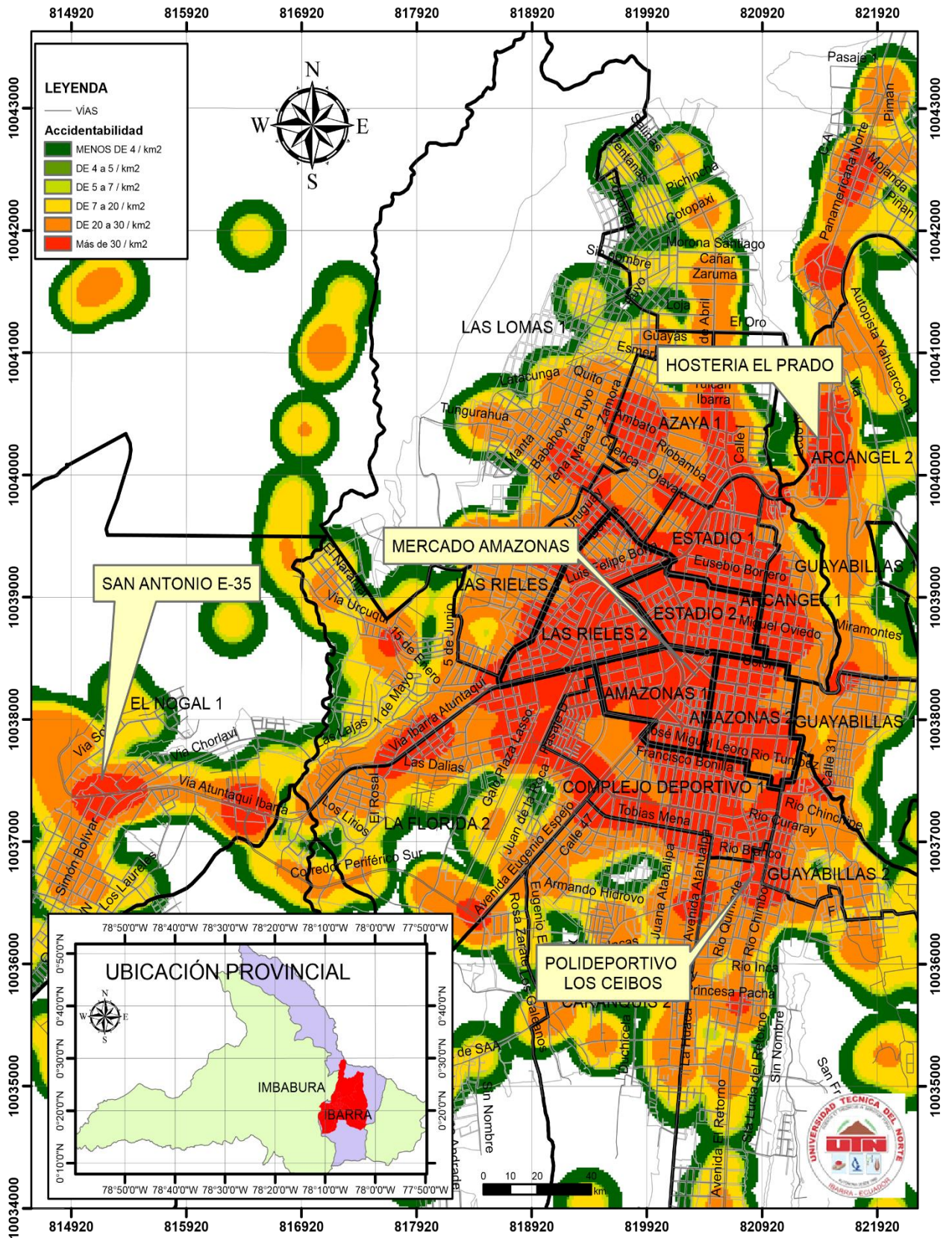


Figura 4.2 Accidentes de tránsito en la zona urbana del cantón Ibarra. Periodo 2019-2021

En la Figura 4.2 se señalan espacialmente las zonas de mayor incidencia de accidentes de tránsito en el cantón Ibarra. Esta representación se logra a través de una interpretación de gama de colores, donde la escala de color verde representa las áreas con menor incidencia de accidentes (menos de 4 accidentes/km²), mientras que la escala de color rojo representa las áreas más problemáticas con una mayor incidencia de accidentes (más de 30 accidentes/km²).

Los subcircuitos: amazonas 1, amazonas 2, rieles 2, estadio 2, estadio 1 y complejo deportivo son aquellos donde la gama de color rojo predomina, por ende, tienen el mayor índice de accidentabilidad. Por otro lado, los subcircuitos: nogal 1, florida 1, florida 2, rieles 1, arcángel 1, guayabillas 2, azaya 1, arcángel 2 y totoras 1 presentan una menor incidencia de accidentabilidad mediante la presencia de las distintas gamas de colores. Sin embargo, estos subcircuitos poseen pequeñas proporciones de sectores donde se encuentra presente la gama de color rojo. Por último, de manera descendente la gama de color amarillo (de 7 a 20 accidentes/ km²) hasta el color verde (menos de 4 accidentes/ km²) representan menor índice de accidentabilidad se tiene a los subcircuitos: nogal 2, caranquis 1, caranquis 2, ceibos 1, guayabillas 1, totoras 2 y lomas 1.

A continuación, en la tabla 4.2 se presentan las zonas más conflictivas de los subcircuitos que presentan mayor índice de accidentabilidad (subcircuitos donde la gama de color rojo predomina).

Tabla 4.2 Zonas más conflictivas

Subcircuito	Circuito	Dirección	Sector
Rieles 2	Rieles	Av. Mariano Acosta	Redondel de la Madre
		Av. Cristóbal de Troya y Av. Fray Vacas Galindo	Panadería de los Colombianos
		Av. Cristóbal de troya	Redondel de Ajaví
		Av. Mariano Acosta y Víctor Gómez Jurado	Supermaxi
		Av. Cristóbal de Troya y Piedad Gómez Jurado	Multisueldas

Tabla 4.2 Zonas más conflictivas (Continuación...)

		Av. Alfredo Pérez Guerrero y Calle Sánchez y Cifuentes	Mercado Amazonas
Amazonas 1	Amazonas	Av. Mariano Acosta y Av. Fray Vacas Galindo	Gran AKI
		Av. Teodoro Gómez de la Torre	Redondel del bombero
		Av. Teodoro Gómez de la torre y Av. Eugenio Espejo	Terminal Terrestre
Amazonas 2	Amazonas	Av. Teodoro Gómez de la Torre	Sector comprendido entre las calles Sánchez y Cifuentes y Av. Atahualpa
Azaya 1	Azaya	Av. Jaime Roldós y Av. Cristóbal de Troya	Mercado mayorista
		Av. 13 de abril	Policía judicial de Ibarra
Arcángel 2	Arcángel	Panamericana Norte	Hostería el Prado
Estadio 1	Estadio	Calles José Mejía Lequerica y Julio Zaldumbide	Piscina olímpica
Estadio 2	Estadio	Av. Jaime Rivadeneira	Coliseo Luis Leoro Franco
Florida 2	Florida	Av. Ponce Enríquez	Hyundai
		Av. Ricardo Sánchez y Galo Plaza	Tras el ECU 911
Complejo deportivo	Complejo deportivo	Calle Calisto Mirando y Tobías Mena	Consultorio médico “IMBAMED”
Nogal 1	Nogal	Corredor periférico sur	Chorlavi
		Vía Atuntaqui-Ibarra	Semáforo de San Antonio

Tabla 4.2 Zonas más conflictivas (Continuación...)

Florida 1	Florida	Av. Mariano Acosta	Comercial Hidrobo (Mazda, Nissan, Kia)
------------------	---------	--------------------	--

Las variables asociadas con la influencia de los accidentes de tránsito se evaluaron mediante diversos modelos de regresión logística para una variable dependiente. Se realizaron 14 modelos de regresión logística utilizando distintas combinaciones de variables de la base de datos, considerando accidentes como la variable dependiente. La combinación de las variables utilizadas en el modelo 6 fueron las más acertadas para los objetivos de estudio.

Tabla 4.3 Salida de R, modelo 6

Coefficients:				
	Estimate	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-2,487	-23,11	< 2e-16	***
clase_sini_caida_de_pasajero	-0,196	-3,00	0,002	**
clase_sini_choque	-0,972	-8,75	< 2e-16	***
clase_sini_colision_estrellamiento	-0,756	-6,72	1,80e-11	***
clase_sini_otros	-0,761	-3,98	6,84e-05	***
clase_sini_perdida_de_pista_o_carril	-0,385	-4,79	1,61e-06	***
clase_sini_rozamiento	-1,189	-6,78	1,14e-11	***
clase_sini_volcamiento	-0,088	-1,11	0,26600	
tipo_de_vehiculo_livianos	-0,785	-4,80	1,58e-06	***
tipo_de_vehiculo_motocicleta	-0,061	-0,45	0,652	
tipo_de_vehiculo_pesados	-0,287	-2,05	0,039	*
indicador_relativas_a_la_via	-0,106	-1,28	0,198	
indicador_relativas_al_vehiculo	-0,014	-0,15	0,880	
servicio_especial_estado	-0,051	-0,53	0,594	
servicio_publico	-0,013	-0,14	0,887	
sentido_via_BI	0,209	2,86	0,004	**
sentido_via_ft	0,072	0,83	0,408	

Signif. Codes: 0 ‘**’ 0,001 ‘***’ 0,01 ‘**’ 0,05 ‘.’ 0,1 ‘ ’ 1**

Las variables que resultan significativas se denotan por código de significancia “*”, que nos informa de los valores que son estadísticamente significativos de nuestro modelo. Entre las variables más importantes, marcadas con tres estrellas, se encuentran las comprendidas en el grupo de clase_sini estas son: choque, colisión_estrellamiento, pérdida de pista o carril, rozamiento y otros, de igual manera a tipo de vehículo liviano. Seguido con 2 estrellas se encuentran: caída de pasajero y sentido vía bidireccional. Por último, en menor medida con una estrella tipo de vehículo pesado.

4.4 ANÁLISIS TEMPORAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

El análisis temporal se realizó en 3 intervalos de horas:

- Mañana → 6h00-8h00
- Medio día → 11h00-13h00
- Noche → 18h00-21h00

Las Figuras 4.3, 4.4 y 4.5 representan gráficamente dichos intervalos de horas.

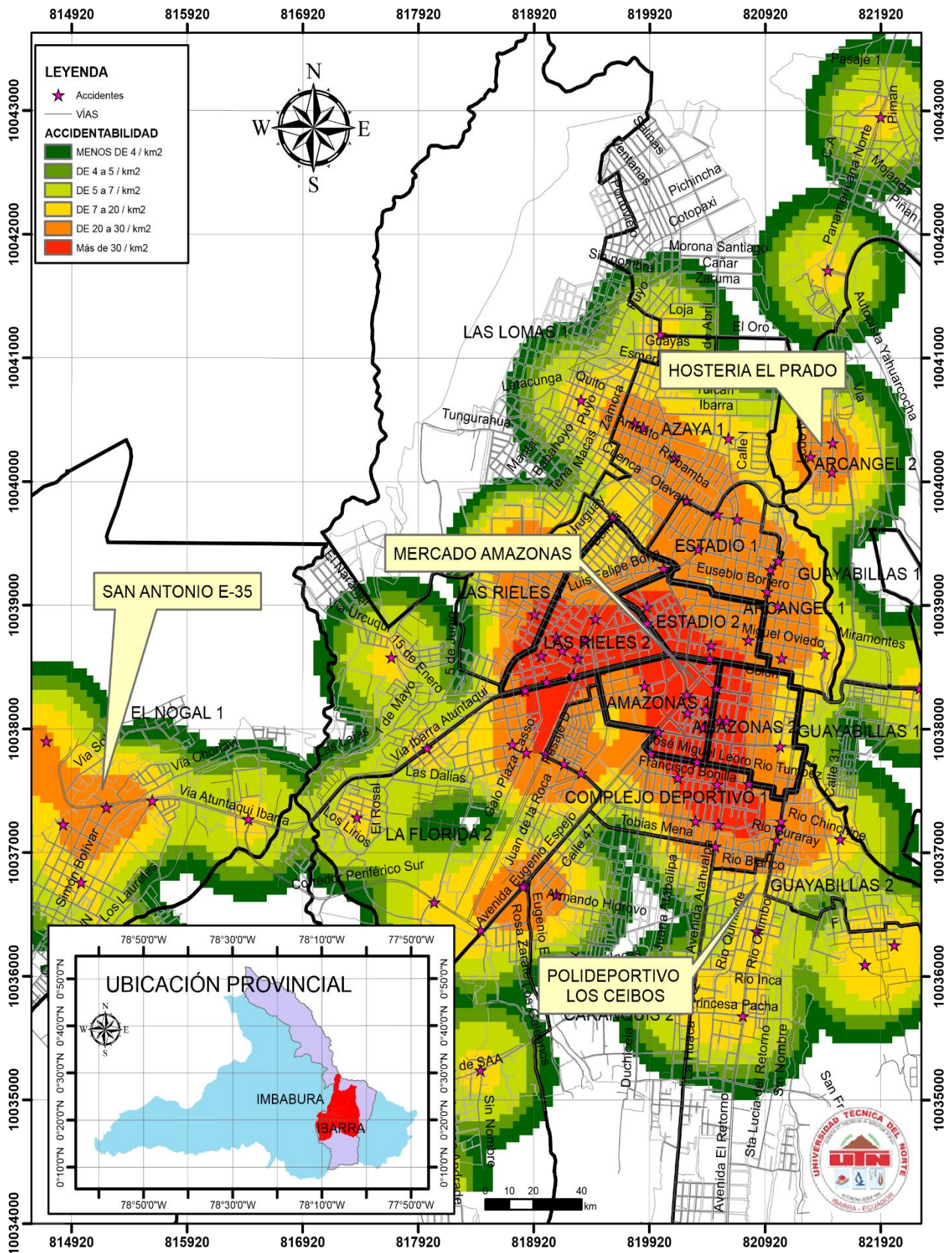


Figura 4.3 Accidentes de tránsito en la zona urbana del cantón Ibarra. Mañana (6h00-8h00)

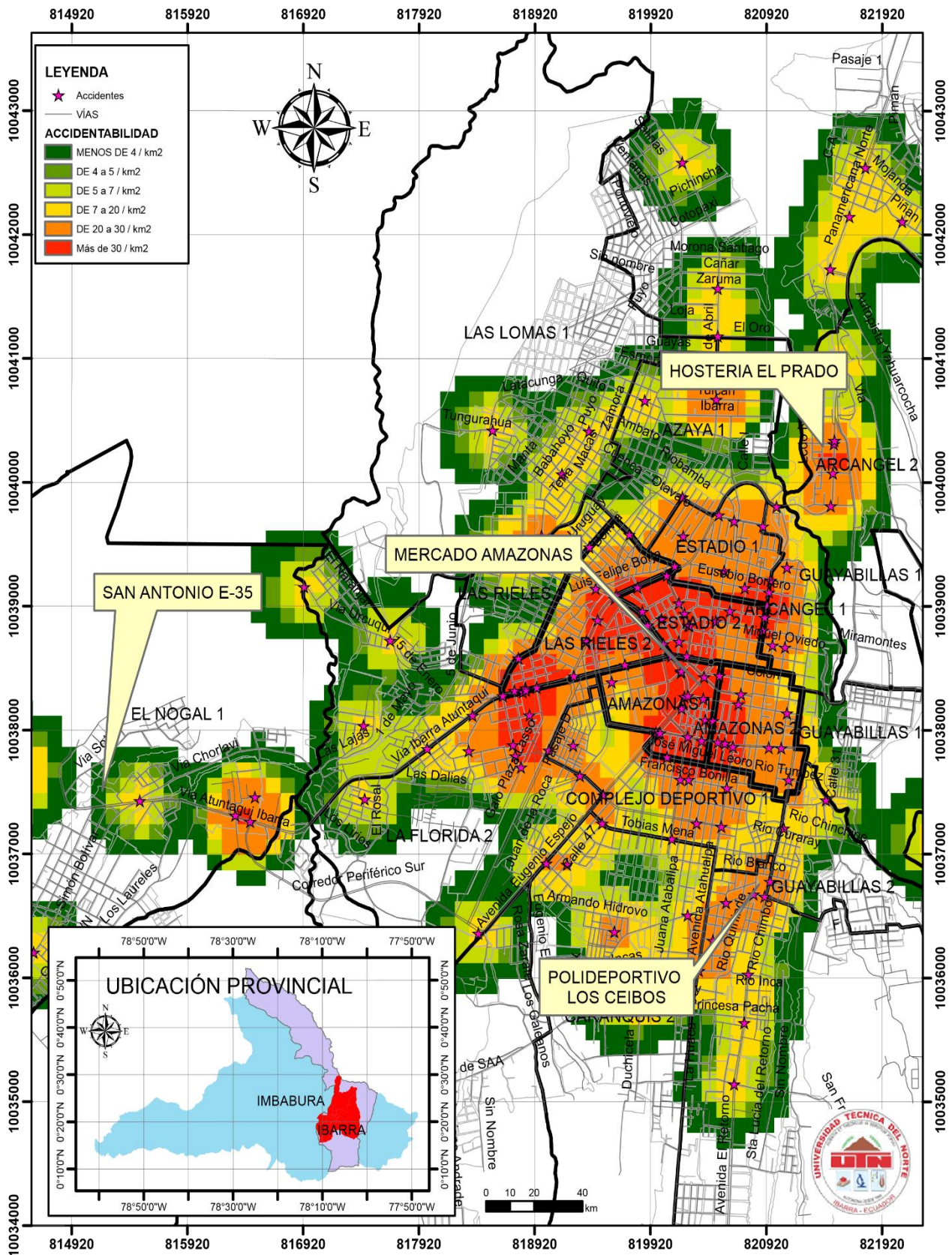


Figura 4.4 Accidentes de tránsito en la zona urbana del cantón Ibarra. Medio día (11h00-13h00)

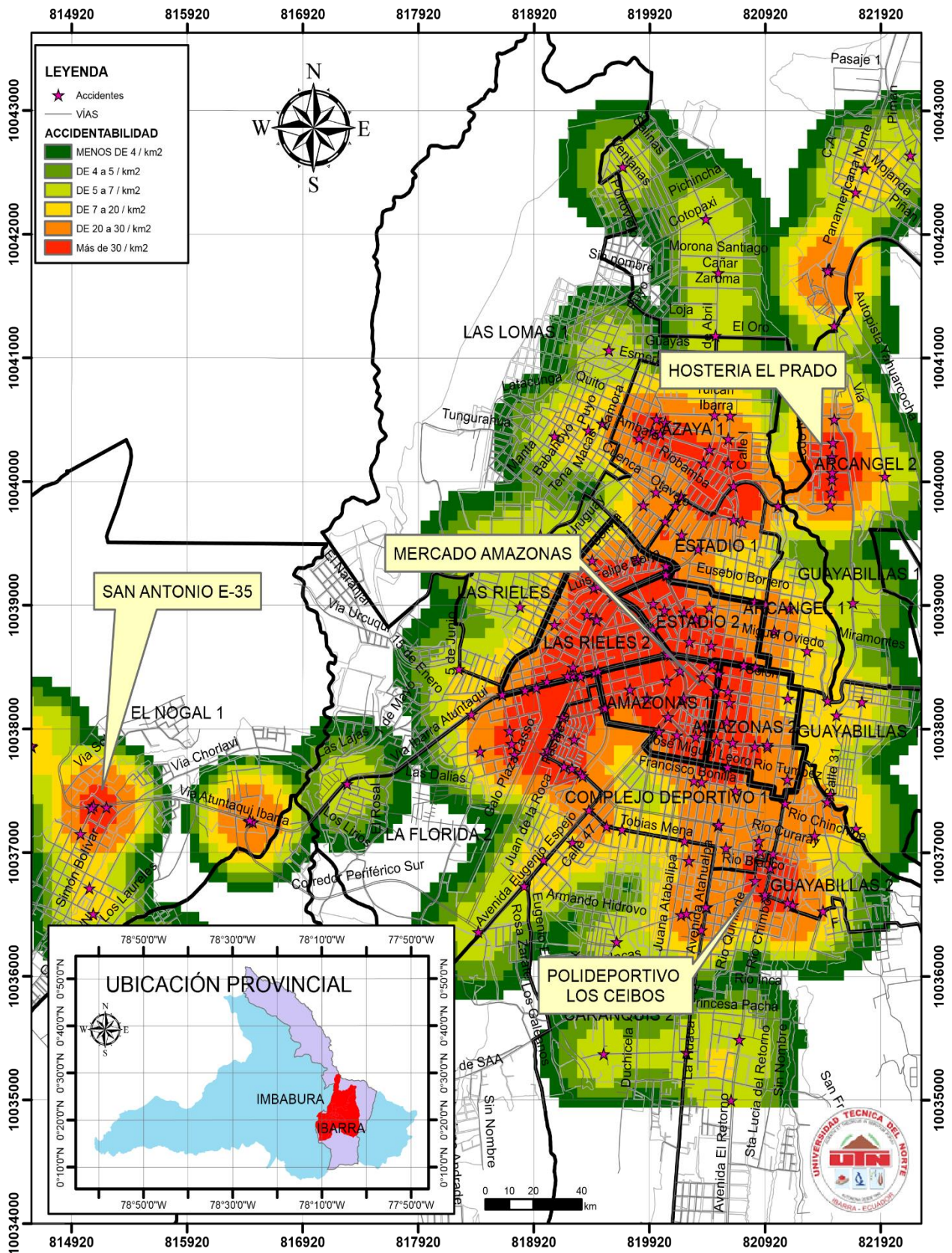


Figura 4.5 Accidentes de tránsito en la zona urbana del cantón Ibarra. Noche (18h00-21h00)

La distribución espacial de los accidentes de tránsito en horario de la mañana (ver Figura 4.3) de acuerdo con la gama de colores, denota que los subcircuitos: rieles 2, estadio 2, amazonas 1, amazonas 2 y complejo deportivo, experimentan una mayor frecuencia de accidentes durante este periodo de tiempo (gama de color rojo). No obstante, cabe señalar que sectores de los subcircuitos: nogal 1, rieles 1, florida 2, azaya 1, estadio 1, arcángel 1, arcángel 2 y guayabillas 2, tiene en menor medida índice de accidentabilidad (escala de color naranja de 20 a 30 accidentes/ km²) que hay que considerar. Mientras que el resto de los subcircuitos en el horario de la mañana no presentan mayores problemas en accidentes de tránsito.

En el horario del medio día (ver Figura 4.4) con respecto a la mañana la tendencia de los accidentes de tránsito se mantiene en los subcircuitos: rieles 2, estadio 2, amazonas 1, amazonas 2 (gama de color rojo). Además, pequeños sectores de los subcircuitos: nogal 1, florida 2 y arcángel 2 tienen proporciones de niveles de accidentabilidad comprendida en la gama de color rojo.

Por último, en el horario de la noche (ver Figura 4.5) es el periodo de tiempo donde más accidentes se produce. La propensión de estos se sostiene en los subcircuitos: rieles 2, estadio 2, amazonas 1, amazonas 2. Sin embargo, hay sectores de los subcircuitos: arcángel 2, azaya 1, estadio 1, florida 2, complejo deportivo, guayabillas 2 y nogal 1 que los niveles de accidentabilidad se mantienen (gama de color rojo).

En otras palabras, existen subcircuitos que poseen la problemática de los accidentes de tránsito en diversos horarios, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Subcircuitos por horarios de coincidencia

Horario	Subcircuito
Mañana, Medio Día y Noche	Rieles 2
	Amazonas 1
	Amazonas 2
	Estadio 2

Tabla 4.4 Subcircuitos por horarios de coincidencia (**Continuación...**)

Mañana y Noche	Complejo deportivo
	Nogal
	Florida 2
Medio Día y Noche	Estadio 1
	Arcángel 2
	Azaya 1
Solo Noche	Guayabillas 2

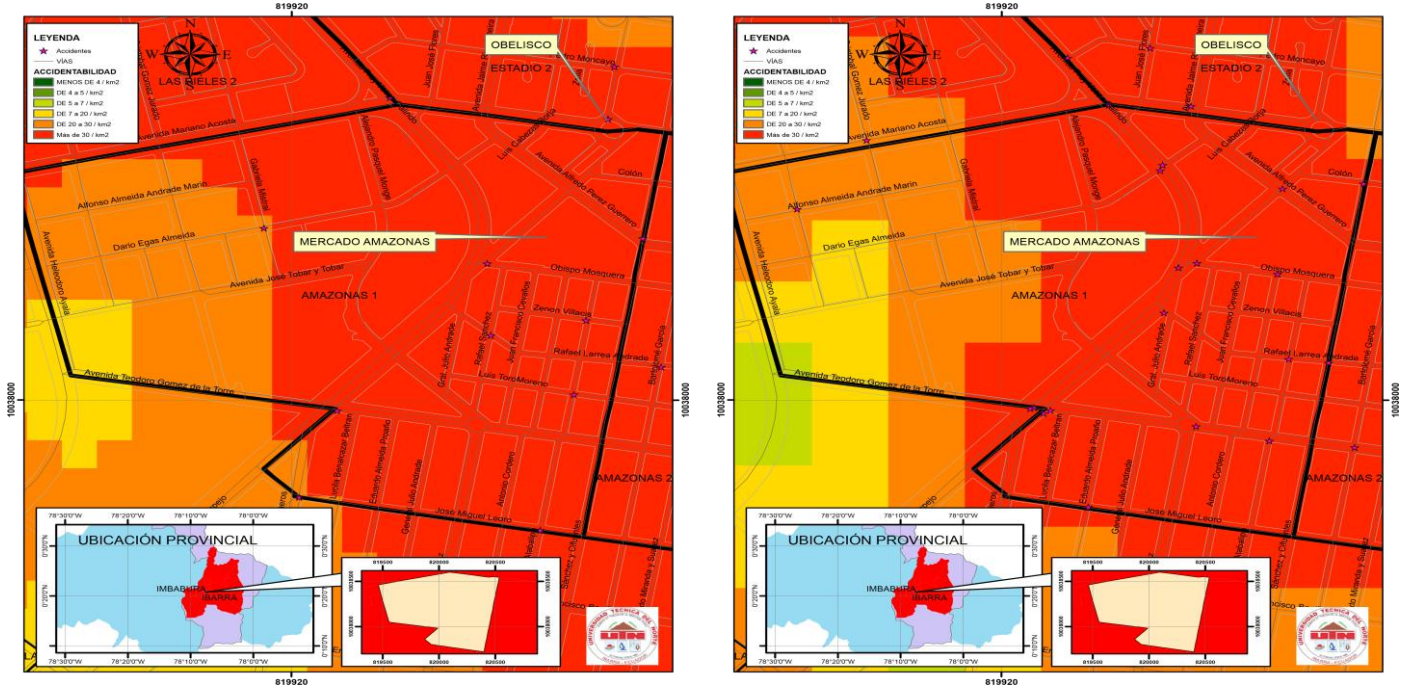
En resumen, de acuerdo con el análisis de los accidentes de tránsito con respecto a los distintos horarios. Se han identificado que existen diferentes subcircuitos que experimentan esta problemática, ya sea en 2 franjas horarias (Mañana-Noche, Medio día-Noche) o en una sola franja horaria (Noche). Sin embargo, se puede evidenciar que existen 4 subcircuitos que poseen la problemática de los accidentes de tránsito en los 3 intervalos de horarios. Estos son: rieles 2, amazonas 1, amazonas 2 y estadio 2.

4.5 ANÁLISIS TEMPORAL DE LOS SUBCIRCUITOS QUE COINCIDEN LOS 3 HORARIOS

4.5.1 SUBCIRCUITO AMAZONAS 1

Mañana

Medio día



Noche

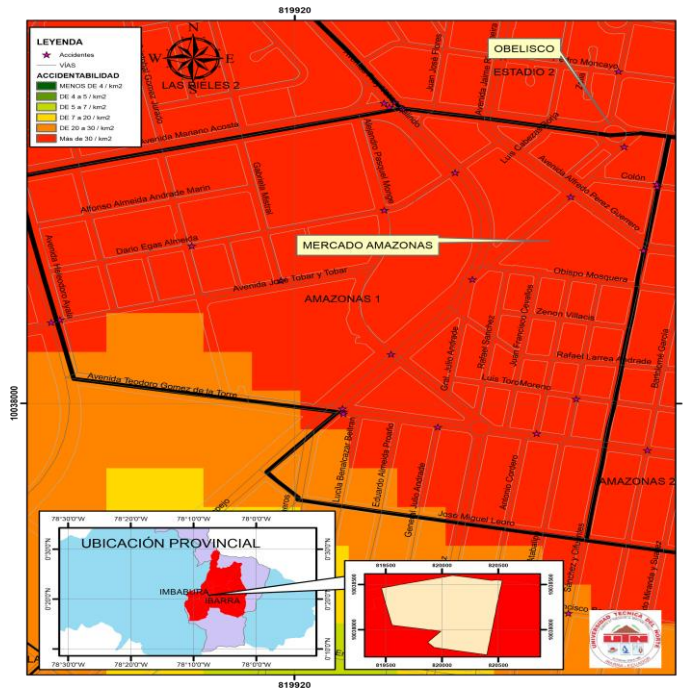


Figura 4.6 Comparación subcircuito Amazonas 1, en los diferentes intervalos de horas

Tabla 4.5 Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%)

Subcircuito Amazonas_1					
Sector (Dirección)	Horario	Mañana (%)	Medio Día (%)	Noche (%)	Total (%)
Terminal Terrestre (Av. Teodoro Gómez y Av. Eugenio Espejo)		2	7	5	14
Gran AKI (Av. Mariano Acosta y Av. Fray Vacas Galindo)		2	4	9	14
Mercado "La Playita" (Av. Eugenio Espejo y Obispo Mosquera)		2	4	2	7
Estacionamiento del Mercado "La Playita" (Av. Fray Vacas Galindo y Darío Egas)		0	4	2	5
Estación del Ferrocarril Ibarra (Av. Eugenio Espejo y Av. Alfredo Pérez Guerrero)		0	4	4	7
Mercado "Amazonas" (Av. Alfredo Pérez Guerrero y Sánchez y Cifuentes)		2	0	2	4
Unidad Educativa Fiscomisional Víctor Manuel Peñaherrera (Luis Toro Moreno y Juana Atabalipa)		2	0	2	4
Farmacia Cruz Azul (Colón y Sánchez y Cifuentes)		0	2	4	5
Otros		9	14	16	39

Referente al subcircuito Amazonas 1, la tabla 4.5 muestra la concentración de los accidentes ocurridos en los sectores más representativos de dicho subcircuito. Las áreas de “Terminal Terrestre” y “Gran AKI” son las zonas con mayor afectación de los accidentes de tránsito con el 14% cada uno, seguido del “Mercado La Playita” con el 7%. Es importante señalar que en estos sectores la problemática de accidentabilidad se encuentra presente en los 3 horarios de análisis. Mientras tanto, el resto de los sectores tienen la particularidad de tener este problema en 2 periodos de tiempos distintos.

Estos sectores representan el 61% de los accidentes del subcircuito amazonas 1, estando el 39% restante distribuido por diferentes sectores. Además, conviene señalar entre los 3 horarios de análisis; el horario de la noche es que predomina de los otros horarios con el 45% siendo este el más conflictivo en el subcircuito amazonas 1, seguido medio día con 38% y finalmente la mañana con 18%. Para reafirmar dicho manifiesto se puede observar en la Figura 4.6 una comparativa de los mapas de calor en los 3 intervalos de horas, donde la gama de color rojo predomina en la noche.

Tabla 4.6 Salida de R, Amazonas 1

Coefficients:				
	Estimate	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-12,465	-0,01	0,990	
clase_sini_caida_de_pasajero	-3,659	0,00	0,998	
clase_sini_choque	-1,478	-3,01	0,003	**
clase_sini_colision_estrellamiento	-0,783	-1,96	0,050	*
clase_sini_otros	-3,323	0,00	0,998	
clase_sini_perdida_de_pista_o_carril	-3,714	0,00	0,998	
clase_sini_rozamiento	-8,115	-0,01	0,995	
tipo_de_vehiculo_livianos	-0,409	-0,54	0,590	
tipo_de_vehiculo_motocicleta	0,499	0,83	0,409	
tipo_de_vehiculo_pesados	-6,061	-0,01	0,996	
indicador_relativas_a_la_via	-2,773	0,00	0,998	
servicio_especial_estado	-1,971	0,00	0,999	
servicio_publico	-5,871	-0,01	0,996	
sentido_via_ft	0,125	0,40	0,692	

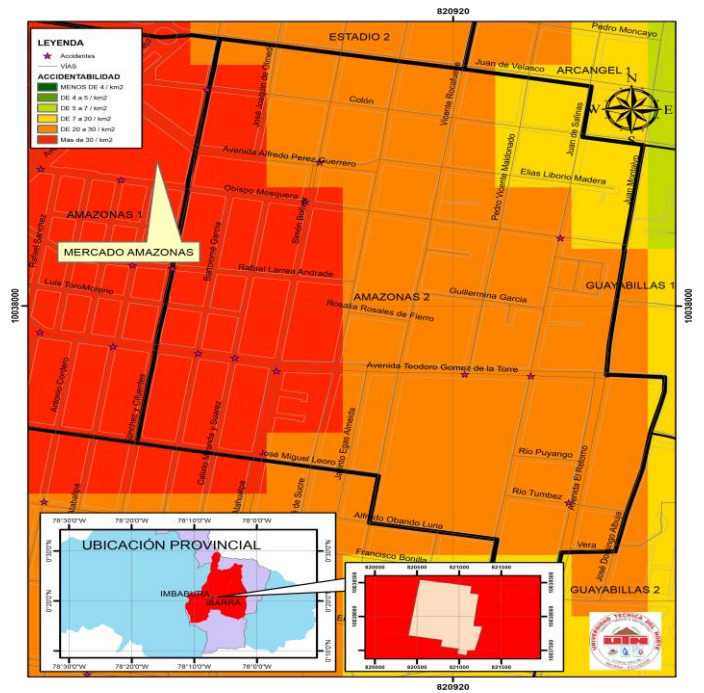
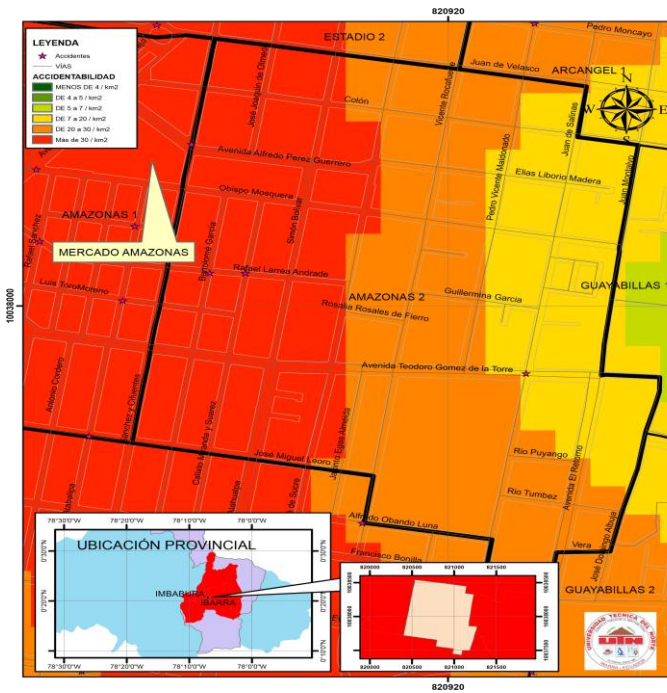
Signif. Codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

En la tabla 4.6 se observa las salidas de los p valor representados en la columna $Pr(>|z|)$ del modelo en R. Los p valor de la variable `clase_sini_choque` es 0.00253 con un código de significación de 2 estrellas tiene una relación estadísticamente significativa con la variable respuesta del modelo. En menor medida con una significancia de una estrella y con un p valor de 0.04999 la variable `clase_sini_colision_estrellamiento` es estadísticamente significativa.

4.5.2 SUBCIRCUITO AMAZONAS 2

Mañana

Medio día



Noche

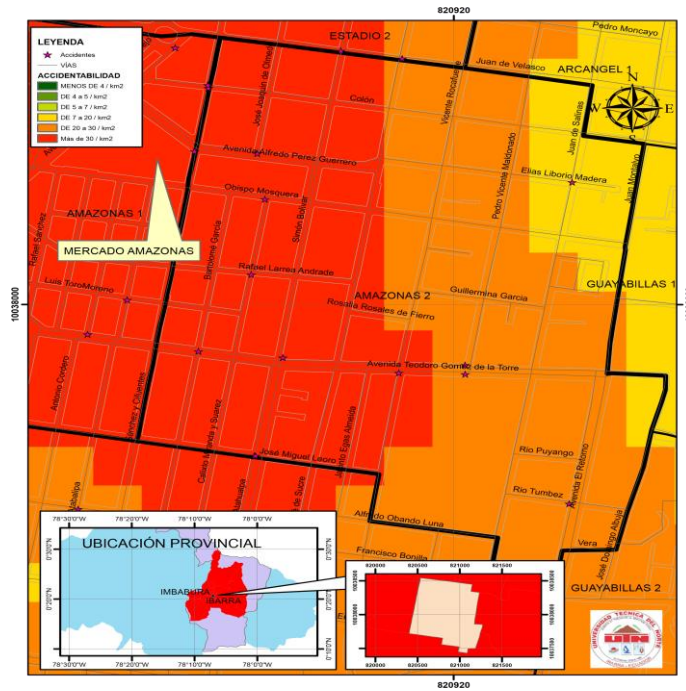


Figura 4.7 Comparación subcircuito Amazonas 2, en los diferentes intervalos de horas

Tabla 4.7 Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%)

Subcircuito Amazonas_2					
Sector (Dirección)	Horario	Mañana (%)	Medio Día (%)	Noche (%)	Total (%)
	INDUMEQ (Rafael Larrea y Calixto Miranda)		3	0	3
Almacenes "ferro eléctrico" (Av. Teodoro Gómez y Bartolomé García)		0	3	3	6
Farmacias Económicas (Av. Teodoro Gómez y Av. Atahualpa)		0	3	3	6
Unidad Educativa Experimental Teodoro Gómez de la Torre (Av. Teodoro Gómez y Pedro Vicente Maldonado)		0	3	6	9
Unidad Educativa Experimental Teodoro Gómez de la Torre (Av. Teodoro Gómez y Juan de Salinas)		3	3	0	6

Tabla 4.7 Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%) (Continuación...)

Restaurante "El Bully" (Av. El Retorno y Río Túmbez)	0	3	3	6
Otros	9	18	33	61

En el subcircuito Amazonas 2, de acuerdo con el análisis espacial (ver Figura 4.7) se toman en consideración los sectores descritos en la tabla 4.7. Estos sectores tienen la mayor concentración de accidentes en este subcircuito, siendo la intersección de las Av. Teodoro Gómez y la calle Pedro Vicente Maldonado (sector U.E.E. Teodoro Gómez de la Torre) la zona donde mayor foco de accidentes con un 9%. Mientras que el resto de los sectores cuentan con un 6% cada uno. Es importante señalar que la mayoría de los accidentes (61%) se encuentran dispersos dentro del área que comprende el subcircuito.

Dentro de los límites de este subcircuito, no existe alguna zona en específico donde coincida la problemática de accidentabilidad vehicular en los 3 horarios. Sin embargo, es importante señalar que el problema de los accidentes de tránsito predomina durante el intervalo de la noche. Esto se debe a que el 52% de los accidentes ocurre durante ese tiempo, lo que refuerza lo observado en la Figura 4.7.

Tabla 4.8 Salida de R, Amazonas 2

Coefficients:			
	Estimate	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-12,66	-0,007	0,994
clase_sini_caida_de_pasajero	0,52	0	1,000
clase_sini_choque	-1,45	-2,599	0,009 **
clase_sini_colision_estrellamiento	-0,74	-1,588	0,112
clase_sini_otros	-3,16	-0,001	0,999
clase_sini_perdida_de_pista_o_carril	-3,11	-0,004	0,999
clase_sini_rozamiento	-12,96	-1,445	0,996
tipo_de_vehiculo_livianos	-1,02	0,246	0,148
tipo_de_vehiculo_motocicleta	0,13	-0,002	0,805
tipo_de_vehiculo_pesados	-5,25	-0,001	0,998
indicador_relativas_a_la_via	-2,49	0	0,999

Tabla 4.8 Salida de R, Amazonas 2 (Continuación...)

indicador_relativas_al_vehiculo	-3,68	-0,001	0,999
servicio_especial_estado	2,17	0,003	0,997
servicio_publico	-4,60	-0,002	0,998
sentido_via_ft	3,30	0,001	0,998

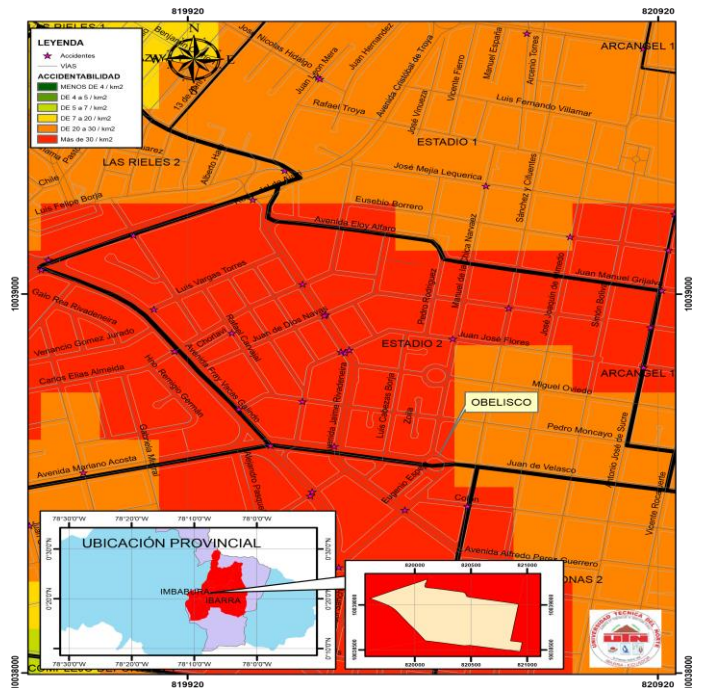
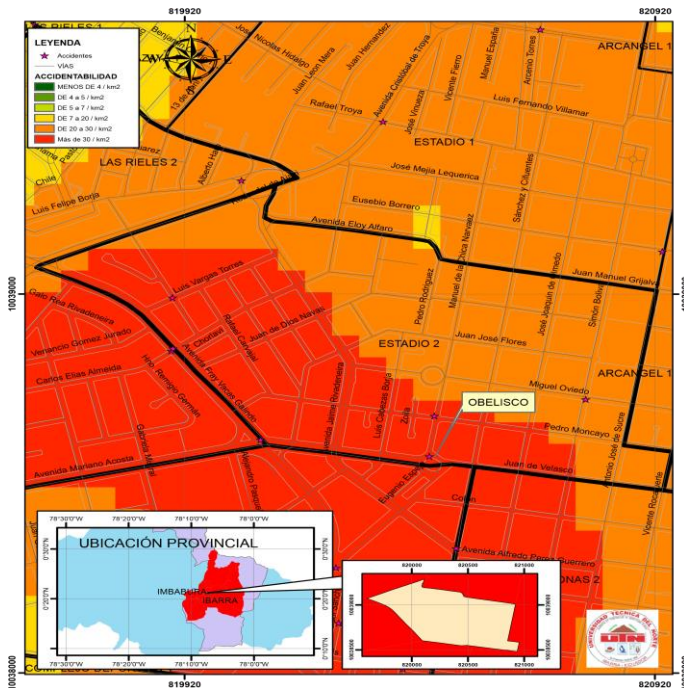
Signif. Codes: 0 '*' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1**

En la tabla 4.8 se mira los valores obtenidos del modelo estadístico para el subcircuito Amazonas 2, muestra que la variable clase_sini_ choque es la única variable estadísticamente significativa con un p valor de 0.00936, correspondiente a un código de significancia de 2 estrellas.

4.5.3 SUBCIRCUITO ESTADIO 2

Mañana

Medio día



Noche

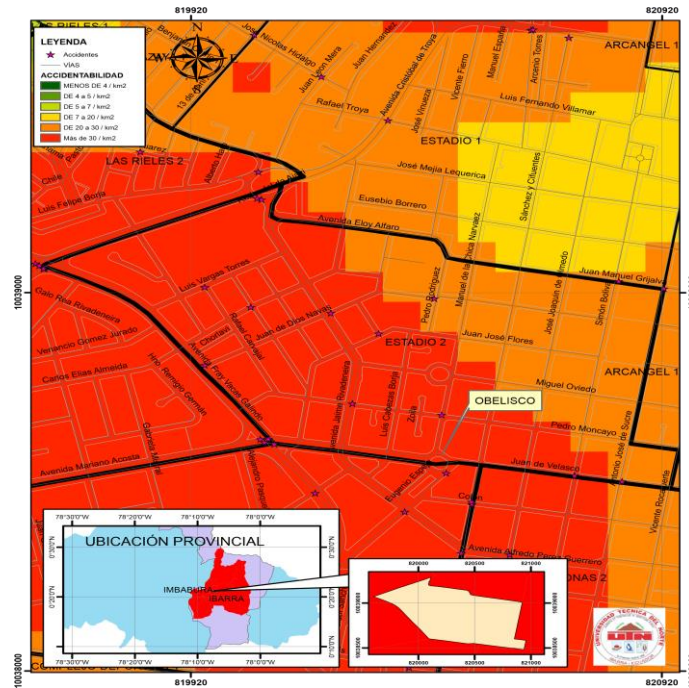


Figura 4.8 Comparación subcircuito Estadio 2, en los diferentes intervalos de horas

Tabla 4.9 Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%)

Subcircuito Estadio_2				
Horario Sector (Dirección)	Mañana (%)	Medio Día (%)	Noche (%)	Total (%)
Vidriería F.C. (Pedro Moncayo y Manuel de la Chica Narváez)	3	0	3	6
Reyca (Av. Jaime Rivadeneira y Juan José Flores)	0	9	0	9
Automotriz Flores (Av. Jaime Rivadeneira y Juan de Dios Navas)	0	6	3	9
Otros	9	34	34	77

Para el subcircuito estadio 2, espacialmente (ver Figura 4.8) se evidencia que, al igual que el subcircuito amazonas 2, los accidentes no se concentran en áreas específicas. Mas bien, la mayoría de los accidentes se distribuyen a lo largo de todo el subcircuito, lo que representa el 77% del total los accidentes de tránsito. Sin embargo, hay algunos puntos donde los accidentes están más concentrados, como se indica en la tabla 4.9.

Las intersecciones de la Av. Jaime Rivadeneira con las calles Juan José Flores (Reyca) y Juan de Dios Navas (Automotriz Flores) son las zonas más problemáticas de este subcircuito, con el 9% del total de accidentes. Cabe señalar, que en este subcircuito la concentración de los accidentes se da en el horario del medio día con el 49%, seguido por la noche con 40% y por último la mañana con el 11%, confirmando lo obtenido en el análisis espacial de la Figura 4.8.

Tabla 4.10 Salida de R, Estadio 2

Coefficients:				
	Estimate	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-11,957	-0,01	0,994	
clase_sini_caida_de_pasajero	-0,182	0,00	1,000	
clase_sini_choque	-1,449	-2,45	0,014	*
clase_sini_colision_estrellamiento	-5,823	0,00	0,998	
clase_sini_otros	-3,559	0,00	0,999	
clase_sini_perdida_de_pista_o_carril	1,307	0,00	1,000	
clase_sini_rozamiento	-0,760	-1,51	0,131	
tipo_de_vehiculo_livianos	7,726	0,00	0,999	
tipo_de_vehiculo_motocicleta	-0,248	0,00	1,000	
tipo_de_vehiculo_pesados	0,278	0,00	1,000	
indicador_relativas_a_la_via	-2,506	0,00	0,999	
indicador_relativas_al_vehiculo	-2,559	0,00	0,999	
servicio_especial_estado	-2,881	0,00	0,999	
servicio_publico	-4,611	0,00	0,998	
sentido_via_ft	-0,334	-0,64	0,519	

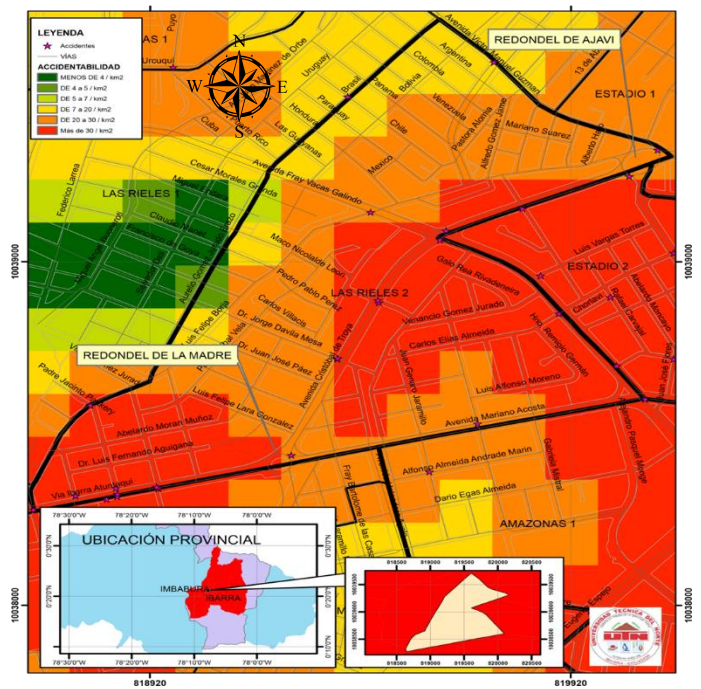
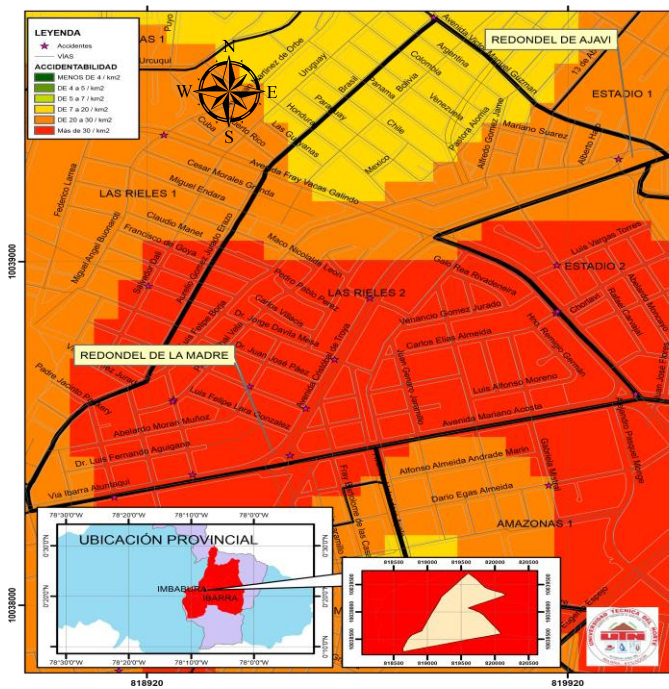
Signif. Codes: 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

En la tabla 4.10 se observa de acuerdo con el modelo estadístico que la variable clase_sini_choque con un código de significación de 1 estrella y con un p valor de 0.0142. Esto indica que es estadísticamente significativo para la variable respuesta en el subcircuito "estadio 2".

4.5.4 SUBCIRCUITO RIELES 2

Mañana

Medio día



Noche

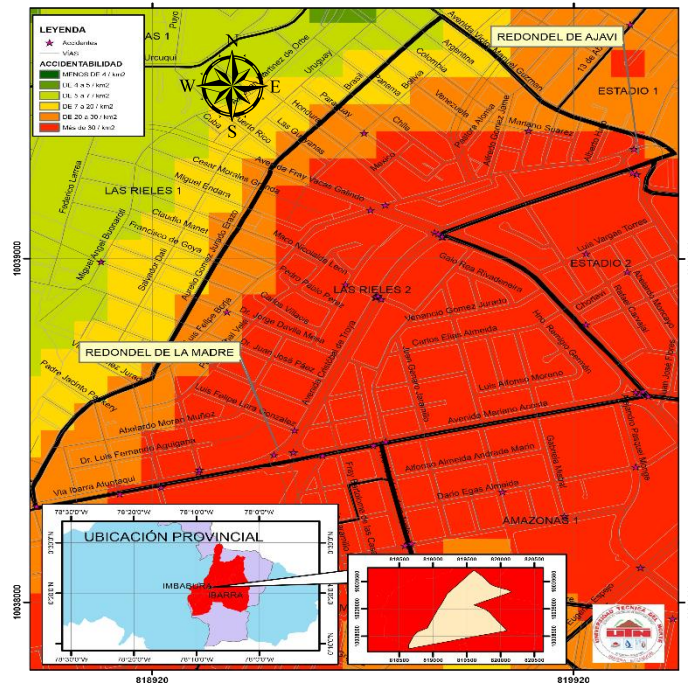


Figura 4.9 Comparación subcircuito Rieles 2, en los diferentes intervalos de horas

Tabla 4.11 Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%)

Subcircuito Rieles 2				
Horario	Mañana (%)	Medio Día (%)	Noche (%)	Total (%)
Sector (Dirección)				
Supermaxi (Av. Mariano Acosta y Padre Jacinto Pankery)	1	5	1	8
Redondel de la Madre (Av. Mariano Acosta)	1	3	4	8
Multisuealdas (Av. Cristóbal de Troya y Piedad Gómez Jurado)	1	3	5	9
Redondel de Ajaví (Av. Cristóbal de Troya)	1	3	4	8
"Jeep" Comercial Hidrobo (Av. Mariano Acosta y Luis Felipe Borja)	0	1	1	3
Banco Pichincha (Av. Mariano Acosta y Víctor Gómez Jurado)	0	3	1	4
"Toyota" Comercial Hidrobo (Av. Mariano Acosta y Lucio Tarquino Páez)	1	0	3	4

Tabla 4.11 Número de accidentes de tránsito en porcentaje (%) **(Continuación...)**

Almacenes Ferro Eléctrico S.A.				
(Av. Cristóbal de Troya y Dr. Jorge Dávila Mesa)	1	3	0	4
Panadería de los colombianos				
(Av. Cristóbal de Troya y Av. Fray Vacas Galindo)	0	3	6	9
"BioOzono" Centro de Terapias Médicas				
(Av. Fray Vacas Galindo y Carlos Elías Almeida)	4	3	0	6
Otros				
	8	10	23	40

Para el subcircuito rieles 2, en la tabla 4.11 se pudo observar las zonas con mayor densidad de accidentes de tránsito se da en los sectores de “Multisueldas” con el 9%, seguido por “Supermaxi”, “Redondel de la Madre” y “Redondel de Ajaví” con el 8% cada uno. Cabe mencionar, que estas zonas tienen la problemática de la accidentabilidad en los 3 intervalos de tiempo analizados. Sin embargo, debe señalarse que el sector de la “Panadería de los colombianos” tiene un porcentaje de concentración de accidentes alto (9%), pero sucede que este sector tiene la problemática sucede solo en 2 horarios, correspondiendo al horario de la noche el más conflictivo en dicho punto.

Las zonas mencionadas en la tabla 4.11 concentran el 60% de todos los accidentes de tránsito en el subcircuito “rieles 2”, mientras que el 40% restante se extienden por toda la superficie de este. Además, es importante señalar que el horario de la noche es el intervalo de tiempo con mayor concentración de accidentes con el 48%, seguido del medio día con el 34% y finalmente la mañana con el 19%, confirmando lo obtenido en el análisis espacial (ver Figura 4.9).

Tabla 4.12 Salida de R, Rieles 2

Coefficients:			
	Estimate	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-5,496	-0,02	0,988
clase_sini_caida_de_pasajero	1,385	0,00	0,999

Tabla 4.12 Salida de R, Rieles 2 (Continuación...)

clase_sini_choque	-1,485	-3,45	0,001	***
clase_sini_colision_estrellamiento	-1,050	-2,54	0,011	*
clase_sini_otros	-0,422	-1,50	0,132	
clase_sini_rozamiento	-7,387	-0,01	0,992	
clase_sini_volcamiento	-2,093	0,00	0,998	
tipo_de_vehiculo_livianos	-1,259	-2,08	0,037	*
tipo_de_vehiculo_motocicleta	-0,312	-0,67	0,500	
tipo_de_vehiculo_pesados	-0,715	-1,35	0,176	
indicador_relativas_a_la_via	-2,408	0,00	0,997	
servicio_especial_estado	-1,756	0,00	0,998	
servicio_publico	0,134	0,47	0,638	
sentido_via_ft	0,298	1,01	0,309	

Signif. Codes: 0 '*' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1**

En la tabla 4.12 se observan las variables estadísticamente significativas para el subcircuito “rieles 2”. La variable con mayor relevancia es clase_sini_choque con un p valor de 0.00055 indicando una significancia de 3 estrellas. Además, las variables clase_sini_colision_estrellamiento y tipo_de_vehiculo_liviano tienen una significancia de una estrella, con p valor de 0.01103 y 0.03696, respectivamente.

4.6 DISCUSIÓN

El análisis espacial permite identificar los accidentes como un fenómeno recurrente en el tiempo y el espacio. Pues bien, el análisis de los accidentes de tránsito no puede interpretarse sin la construcción de una base de datos geográficas donde se plasme espacialmente las ubicaciones de los accidentes de tránsito. Esto permite la identificación de puntos o zonas específicas con alta accidentabilidad de manera objetiva y sencilla, mediante

el uso de las SIG y la estadística que permiten ampliar la visión del fenómeno identificando variables del entorno asociados con el evento.

Sí identificaron las zonas con mayor cantidad de accidentes de tránsito en Ibarra, cuentan con características específicas relacionadas con actividades económicas de comercio y prestación de servicios, lo que es consistente con los hallazgos de los estudios realizados por: Hinojosa et al., (2019); Hernández (2006). Las zonas críticas de la ciudad de Ibarra se ubican dentro de los subcircuitos Amazonas 1, Amazonas 2, Rieles 2 y Estadio 2, que se caracterizan por su alta concentración de actividades comerciales. Es así como estos espacios se vuelven centros de atracción para grandes volúmenes de tránsito vehicular, densidad poblacional y de uso de la infraestructura. Asimismo, estas zonas están también vinculadas con los principales ejes viales de la ciudad como: Av. Mariano Acosta, Av. Teodoro Gómez, Av. Cristóbal de Troya y Av. Fray Vacas Galindo. Afianzando a las investigaciones hechas por Hinojosa et al., (2015) y Constante (2017) que mencionan que la concentración de los accidentes se da en las principales arterias viales de las ciudades.

En base a los resultados obtenidos del análisis de los horarios críticos Hinojosa et al., (2019) señala que las horas pico no son necesariamente las más problemáticas, debido a que los accidentes de tránsito pueden ocurrir en cualquier hora del día. Sin embargo, confirma que el horario de la noche es más propenso a la producción de los accidentes sobre los demás horarios corroborando a los resultados obtenidos en esta investigación realizadas en la ciudad de Ibarra y de las investigaciones hechas por Pulgarín (2014) y Hernández (2006).

Respecto al análisis estadístico los resultados obtenidos de acuerdo con el modelo seleccionado indica que la variable choque es más influyente a la producción de los accidentes de tránsito, consolidando con las investigaciones realizadas por Gavilanes (2022) en la ciudad de Cuenca y Rivas & Rodríguez (2019) en Guayaquil. El problema de los accidentes de tránsito en la ciudad de Ibarra es una realidad que no se encuentra tan alejada del resto de ciudades del país, dado a los resultados obtenidos anteriormente.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Las calles y avenidas de la zona urbana de la ciudad de Ibarra están afectadas considerablemente en la problemática de los accidentes de tránsito. Con la interpretación de los mapas temáticos de la accidentabilidad vehicular, se identificó que existe la mayor afectación (> 30 accidentes/km²) en la zona centro, en los subcircuitos Rieles 2, Amazonas 1, Amazonas 2 y Estadio 2.

Las zonas con mayor concentración de los accidentes de tránsito se dan en los subcircuitos Amazonas 1 (sectores Mercado Amazonas, Mercado la Playita, Gran AKI y Terminal Terrestre) y Rieles 2 (sectores redondel de la Madre, Redondel de Ajaví, Supermaxi y la panadería de los colombianos). Sin embargo, para los subcircuitos Amazonas 2 y Estadio 2 la concentración de los accidentes no se da en puntos específicos, si no, que se concentran en diferentes tramos a lo largo de las Av. Jaime Rivadeneira (Estadio 2) y Av. Teodoro Gómez de la Torre (Amazonas 2).

La afectación de los accidentes de tránsito en los horarios establecidos (6h00-8h00, 11h00-13h00, 18h00-21h00) se da en los sectores Terminal Terrestre, Gran AKI (Amazonas 1); Supermaxi, Redondel de la Madre, Redondel de Ajaví y Multisueldas (Rieles 2). Además, de los 3 horarios de análisis realizados se pueden determinar que el horario de la noche es el más problemático en tema de accidentabilidad.

Las variables más significativas para la ciudad de Ibarra, se obtiene que los vehículos livianos son aquellos con mayor influencia en la producción de accidentes de tránsito, ocasionando choques, pérdida de pista o carril, colisión o estrellamiento y rozamientos. Sin embargo, modelo indica que la variable choque es la más influyente en los 4 subcircuitos con mayor problema de accidentabilidad.

5.2 RECOMENDACIONES

Socializar los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación con las entidades encargadas de control de tránsito y seguridad vial, con el propósito de tomar acciones para la reducción de accidentes en las zonas con mayor concentración de accidentes de tránsito para beneficio de la población.

Para realizar el análisis de índices de accidentabilidad, Movidelnort recomienda utilizar datos de los últimos 3 años. Mas allá de este periodo de tiempo, los datos son considerados históricos y es posible que no tengan tanta relevancia para análisis actuales.

Se debe incorporar los mapas temáticos de accidentabilidad vehicular en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial – PDOT, con el propósito de que esta información esté al alcance de toda la población. Esto permitirá a las personas identificar las zonas críticas o puntos de concentración de accidentes, así como las variables que contribuyen a los accidentes de tránsito, lo que les permitirá sacar sus propias conclusiones.

Se recomienda realizar estudios sobre índices de morbilidad y mortalidad en la ciudad de Ibarra para complementar sobre el problema de los accidentes de tránsito, para tener un panorama más amplio del problema y plantear soluciones estratégicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Algora, A., Tapia, O., & Gómez, A. (2017). Análisis espacial de los accidentes de tránsito en los cantones de la provincia de Pichincha, 2016. *CienciAmérica*, 6.
- Arias, W., & Cháves, S. (2017). Análisis de las fatalidades por accidentes de tránsito en Colombia acontecidos en el periodo 2011-2015. *udistrital, especial*, 231.
- Bustos, V. (2018). *Seguridad vial un problema de salud pública*. Tesis de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Camacho, M. (2010). Caracterización espacio-temporal y determinación de los patrones territoriales de alta concentración de la accidentalidad en la vía Tunja-Moniquirá. *Perspectiva Geográfica*, 15, 225–238.
- Castro, F. (2011). Análisis espacial de los accidentes de tránsito en el cantón de Pococí. *Revista Geográfica de América Central*, 2, 1–43.
- Cerquera, F. (2013). Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. *Perspectiva Geográfica*, 18, 9–38.
- Constante, N. (2017). *Accidentes de tránsito producidos por imprudencia y negligencia de conductores y peatones en la Av. Simón Bolívar del DMQ, año 2016*. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Depestre, G., Martínez, D., & García, D. (2012). Seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles. Provincia de Villa Clara, Cuba. *Ingeniería*, 16, 21–32.
- Dirección De Planificación Y Desarrollo Territorial. (2020). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Ibarra*. Recuperado el 3 de noviembre de 2022, de https://www.ibarra.gob.ec/site/docs/estrategico/PDYOT_2020.pdf
- Ecuador-vial. (2015). *Ecuador con nueva tipología de accidentes de tránsito*. Recuperado el 24 de octubre de 2022, de <https://es.slideshare.net/Cristina1128/ecuador-connuevatipologadeaccidentesdetransito>

- Figuerola, A., & Sarmiento, C. (2020). *La influencia de la estructura poblacional en los accidentes de tránsito en el Ecuador 2015-2018*. Tesis de pregrado. Universidad Central Del Ecuador, Quito.
- Galarza, L., Merino, P., Algora, A., & Gómez, A. (2017). Estudio geoespacial de los accidentes de tránsito en la Región Amazónica Ecuatoriana. *CienciAmérica*, 6, 21–26.
- García, J. (2020). *Mapas temáticos*. Recuperado el 3 de noviembre de 2022, de <http://pdi.topografia.upm.es/mab/tematica/htmls/inicial.html>
- Gavilanes, H. (2022). *Análisis de la siniestralidad y metodología para la identificación de tramos de concentración de accidentes de tránsito en la ciudad de Cuenca*. Tesis de maestría. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Gonzales, J., & Ríos, S. (2010). *Caracterización de la accidentalidad en la zona urbana de la ciudad de Pereira*. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.
- Hernández, V. (2006). *La influencia de la estructura urbana en la incidencia de accidentes de tránsito en Tijuana B.C., (2003-2004)*. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana.
- Hernández, V., & Fuentes, C. (2014). *Estudio de los accidentes de tránsito usando modelos de regresión locales para la planificación de la seguridad en el transporte*. Guanajuato: ECORFAN.
- Hinojosa, R., Garrocho, C., Campos, J., & Campero, A. (2015). Pronóstico de accidentes viales en el espacio intrametropolitano de Toluca: un enfoque bayesiano. *Transportes*, 23, 43.
- Hinojosa, R., Varela, G., & Campos, J. (2019). Población en riesgo: Análisis espacio-temporal de accidentes viales mediante el uso de herramientas SIG en el municipio de Toluca, estado de México, 2000-2005. *GeoFocus*, 23, 49–69.
- López, D., & López, S. (2018). *Análisis de la contaminación acústica generada por el parque automotor en la zona urbana de la ciudad de Ibarra*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Maldonado, R., & Neira, E. (2019). *Análisis de los accidentes de tránsito provocados por fallas mecánicas en los vehículos de la categoría N1 y de la subcategoría M3 bus, en*



- el cantón Cuenca-Ecuador*. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca.
- Marín, L., & Queiroz, M. (2000). A atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral. *Saúde Pública*.
- Matamoros, G. (2014). Elementos que participan en la incidencia de accidentes de tránsito. *Ciencia Penales*, 2, 43–51.
- Mayor, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones*. México: Alfaomega.
- Medina, D., Medina, M., & Escobar, C. (2017). *Accidentes de tránsito. Rescate in situ*. Quito: Edimec.
- Medina, M., Borja, G., & Flores, M. (2014). *Manejo de emergencia a víctimas de accidentes de tránsito*. Quito: Edimec.
- Meléndrez, M. (2018). *Propuesta técnica para la reducción de accidentes de tránsito aplicando el método Haddon para la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo-caso circuito la estación*. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Ochoa, J. (2017). *Tránsito y seguridad en la autopista Cuenca-Azogues*. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Ojeda, L., & Tovar, L. (2016). *El análisis espacial como una herramienta para el estudio del transporte de carga urbano*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Pérez, G., & Bueno, S. (2012). Seguridad vial y salud pública: Costos de atención y rehabilitación de heridos en Chile, Colombia y Perú. *Cepal*.
- Pérez, L. (2021). Aporte de las estadísticas de accidentes de tránsito no laborales en la posible disminución de afectaciones empresariales en el departamento del Putumayo. *Los Libertadores*.
- Planzer, R. (2005). La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe: Situación actual y desafíos. En *recursos naturales e infraestructura*. Santiago de Chile: Cepal.

- Pulgarín, L. (2014). *Análisis de los accidentes de tránsito en la ciudad de Cuenca para los años 2010-2011-2012*. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Quispe, H. (2020). *Metodologías de determinación de puntos negros y sus efectos en la reducción de los accidentes de tránsito, en el distrito de Huancayo-2019*. Tesis de pregrado. Universidad Continental, Cusco.
- Rivas, J., & Rodríguez, D. (2019). *Factores de riesgo que inciden en los accidentes de tránsito en el Ecuador*. Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Rodríguez, A. (2010). *Servicio de mapas temáticos*. Tesis de maestría. Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.
- Ruesta, G. (2016). *Consideraciones del factor humano en el sistema vial para la reducción de accidentes de tránsito y su severidad*. Tesis de pregrado. Universidad de Piura, Piura.
- Salinas, M., & Vele, L. (2014). *Estudio científico de la accidentalidad de tránsito en el cantón Cuenca*. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca.
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de creación de oportunidades 2021-2025*. Recuperado el 3 de noviembre de 2022, de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- Soto, R. (2014). *Análisis espacio temporal de los siniestros de tránsito en el Gran Santiago*. Recuperado el 17 de julio de 2022, de <https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2016/08/analisis-espacio-temporal-evolucion-siniestros-GS-2009-2013.pdf>
- Toscano, S. (2005). *Qué es un accidente de tránsito - Derecho Ecuador*. Recuperado el 13 de julio de 2022, de <https://derechoecuador.com/queacute-es-un-accidente-de-traacutensito/>
- Usca, N., & Jordan, J. (2010). *Estudios de factibilidad para la creación de centros de asesoramiento para familiares de víctimas de accidentes de tránsito de la provincia de Santa Elena año 2010-2011*. Tesis de pregrado. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad.

- Vera, P., Rojas, C., Woywood, M., & Martínez, M. (2015). Distribución espacial de los accidentes de tránsito en el Gran Concepción. *ResearchGate*.
- Viera, C., Soares, A., Araújo, W., Alencar, C., & Alencar, B. (2018). Análisis de la distribución espacial de los accidentes de transporte terrestre atendidos por el Servicio Móvil de Urgencia (SAMU-192), en un municipio de la región nordeste de Brasil. *Salud Colectiva*, *14*, 65–75.
- Villa, C., Vargas, D., & Merino, E. (2019). Factores que inciden en la siniestralidad vial en el Ecuador. *mktDescubre*, *14*, 121–129.
- Zuluaga, J. (2012). *Seguridad activa y pasiva de un vehículo*. Recuperado el 15 de octubre de 2022, de <https://blog.segurossura.com.co/articulo/movilidad/seguridad-activa-pasiva-vehiculo>

ANEXOS

ANEXO I
OFICIO MOVIDELNOR-EP

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**
Universidad Acreditada Resolución Nro. 173-SE- CACES-2020
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Oficio 055-CIAUT-FICA-UTN
Ibarra, 28 abril 2022

Magister
Luis Fernando Ruiz
GERENTE GENERAL MOVIDELNOR EP
Presente.

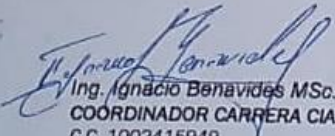
De mi consideración:


La Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, expresa un atento y cordial saludo, y el deseo sincero para que su gestión administrativa esté siempre orientada al servicio de la juventud estudiosa de la provincia y del País.

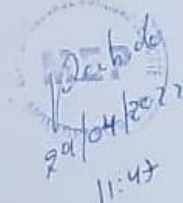
Como Coordinador de la Carrera de Ingeniería Automotriz, solicito de la manera más comedida, conceda la respectiva autorización para que el señor GORDILLO IMBAQUINGO MARCOS SEBASTIAN, portador de la cédula de ciudadanía N° 100399061-9 estudiante de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, tenga acceso a las Instalaciones de MOVIDELNOR S.A. desde el 03/05/2022 hasta el 06/05/2022, específicamente en el área de Estadística, con el objetivo de recopilar datos sobre: 1.- Índice de accidentabilidad en la provincia de Imbabura 2.- Base geográfica de accidentes de tránsito en la que incorporen las siguientes variables: categoría, lesionados, fallecidos, clase de indicador de causa y hora de incidencia, para que pueda continuar con el desarrollo del Plan de Trabajo de Grado titulado "EVALUACIÓN SITUACIONAL DE LA ACCIDENTABILIDAD VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE IMBABURA, ANÁLISIS TEMPORAL Y ESPACIAL BASADO EN LOS FACTORES DE INFLUENCIA EN EL ACCIDENTE".

Por la favorable atención que se digne conceder a mi pedido, le agradezco.

Atentamente,
CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO


Ing. Ignacio Benavides MSc.
COORDINADOR CARRERA CIAUT
C.C. 1002415949
Mail: ibbenavides@utn.edu.ec
Tef: 0997236253




11:47

Correos CA

Av. 17 de Julio s/21 y José María Córdova
Ciudadela Universitaria Barro 01 Ciudad
Teléfono: (01)2907800 Casilla 148
E-mail: ciencia@utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

Figura AI.1 Oficio entregado a Movidelnort-EP

ANEXO II

BASE DE DATOS GEOGRÁFICO MOVIDELNOR-EP

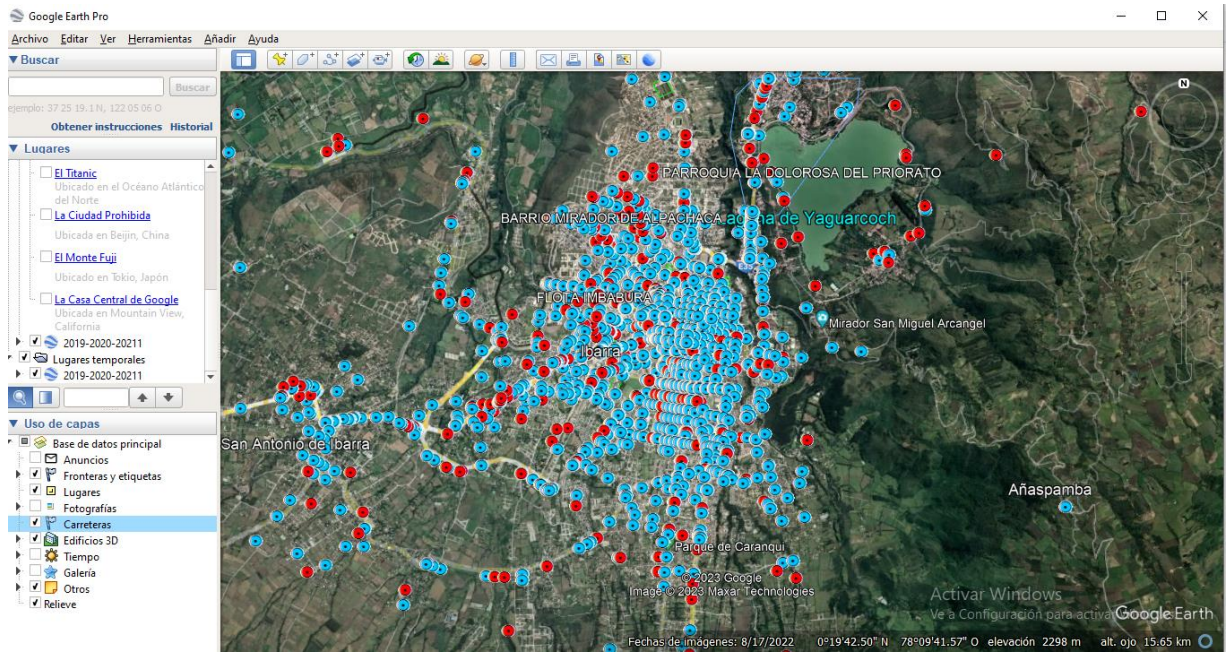


Figura AII.1 Base de datos geográficos de AT

[Categoría Accidentabilidad Siniestro e Incidentes 19 20 21.kmz](#)

ANEXO III

MAPAS TEMÁTICOS-ARCGIS

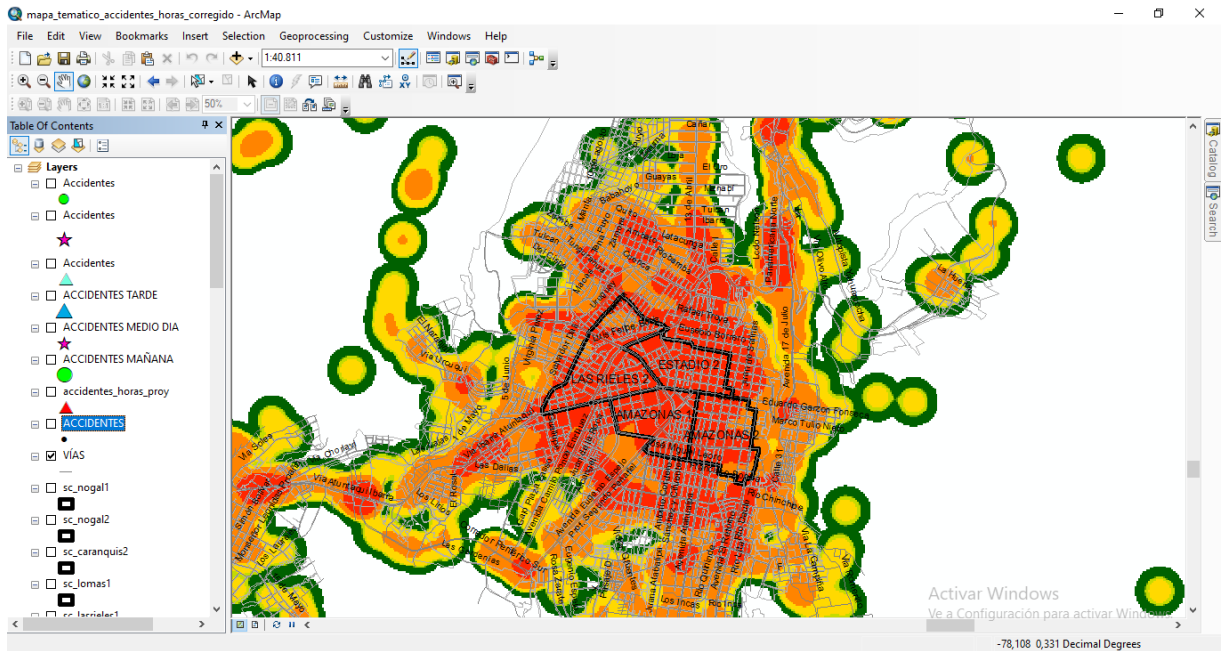


Figura AIII.1 Software ArcGIS

[ArcGIS-Mapas tematicos-Accidentabilidad en el cantón Ibarra](#)

ANEXO IV

Script Software R

[accidentes_modelos.R](#)