

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN SEGURIDAD VIAL DE LA CIUDAD DE TOLUCA SIGESEV-TC

J. M. Muñoz Rodríguez¹, R. Hinojosa. Reyes²
Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía
Toluca de Lerdo, Estado de México, Mex.

RESUMEN: Los sistemas de información geográfica (SIG) son una herramienta fundamental para la gestión de la seguridad vial, implementar un sistema que permita a las entidades planear estrategias de mejoramiento en este tema, hace que la problemática común, que sufren los sistemas de transporte, en cualquier ciudad del mundo, se logre solucionar, aplicando medidas correctivas, según el análisis de sus variables sociales, físicas, económicas y espaciales. Es así como en este artículo se presenta SIGESEV-TC: un portal estadístico, espacial y de consulta para la gestión de la seguridad vial de la capital del Estado de México, donde es posible, gestionar, almacenar y visualizar geográficamente los accidentes viales que ocurrieron y suceden en este núcleo urbano, con el uso pleno de software libre. Este proyecto se convierte en el primer SIG de gestión en seguridad vial para la ciudad de Toluca.

Palabras claves: *SIG, seguridad vial, accidentalidad de tránsito, gvSIG, software libre.*

1. Introducción

El sistema de transporte es un factor fundamental para el desarrollo económico y social, que multiplica los beneficios de diversos sectores económicos, ya sea de individuos o de grupos, al ponerlas en contacto; igualmente aporta las bases para la producción, al reducir costos, ya que facilita la obtención de mano de

obra, materia prima, recursos financieros y canales de distribución. Socialmente, se promueve la homogeneidad de las condiciones de vida de los grupos humanos, facilitando la integración de los pueblos, proporcionando movilidad y accesibilidad en mayor escala, aumentando así, las oportunidades de realización de los individuos³. A pesar de todas las ventajas y la facilidad de movilidad, el transporte también implica la existencia de problemas o externalidades negativas, como los accidentes de tráfico que pueden derivar en la muerte, lesiones, invalidez y daños socioemocionales de por vida, sin dejar atrás las distintas pérdidas económicas que generan. Esto hace que el estudio y análisis de los datos de siniestros de tránsito, sea de prioridad inmediata con el propósito de mitigarlos y prevenirlos, lo que por medio del uso de un SIG apoya al sistema de transporte para que este sea más seguro, brindando mejor calidad de vida para sus usuarios.

¹ **Jose Miguel Muñoz Rodriguez**

Ingeniero Topográfico
Esp. Diseño de Vías Urbanas, Tránsito y Transporte
Est. Esp. Cartografía Automatizada, Teledetección y SIG
Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía
Diagonal 54 B Sur No. 3F-10, 111841, Bogotá D.C., Col.
jmunozr007@alumno.uaemex.mx

² **Raquel Hinojosa Reyes**

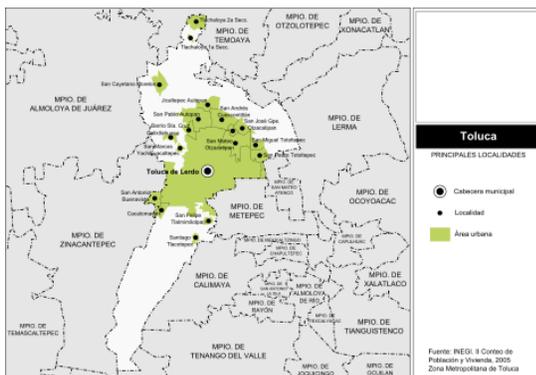
Licenciada en Geografía
Maestra en Ingeniería del Transporte
Doctora en Urbanismo
Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía
Paseo Universidad, 50110 Toluca de Lerdo, Mex.
rhinojosar@uaemex.mx

³ Zaragoza & Islas, 2017, p. 75.

2. Problemática

La Organización Mundial de la Salud reporta que cada año 1,4 millones de personas pierden la vida y 50 millones son lesionados a causa de siniestros de tránsito⁴. Según datos del Instituto Nacional de Salud Pública, México ocupa el séptimo lugar mundial en muertes en carreteras y el tercero en América Latina, con 22 muertes en jóvenes de 15 a 29 años al día y 24 mil defunciones en promedio al año, lo que según la Organización Panamericana de la Salud, se tiene que 40 mil personas quedan con discapacidad permanente y más de 750 mil gravemente lesionados⁵. Los accidentes de tráfico, en el país, son la principal causa de muerte entre niños y jóvenes de 5 a 29 años y la quinta en la población general⁶.

Según el IMPLAN TOLUCA y su estudio denominado “Siniestros de tránsito identificados en el polígono de estudio de la Zona Centro del Municipio de Toluca (Enero – diciembre 2020)”, demuestra que, en la capital del Estado de México, en el año 2020, el tipo de evento que más se presenta en la ciudad es el atropellamiento, con 94 atenciones, generando 68 lesiones y 10 defunciones, junto a las colisiones, con 2389 casos, 174 lesiones y 13 fallecimientos⁷.



Mapa 1. Zona Metropolitana de Toluca. Fuente: INEGI

Las medidas de prevención y mitigación de siniestros viales son una rama de estudio que cada entidad municipal debe considerar, para analizar y asimismo brindar a los habitantes de la ciudad, un mayor grado de estabilidad y seguridad en el transporte de los elementos más vulnerables que lo componen.

3. Metodología

3.1 Zona de estudio

El municipio de Toluca es la capital del Estado de México. Ubicada a 40 km al oeste de la capital de la República Mexicana, con una superficie total de 420.14 kilómetros cuadrados. En función político-administrativo, el municipio cuenta con la siguiente división territorial: 85 circunscripciones territoriales divididas en 47 delegaciones, 38 subdelegaciones y 280 unidades territoriales básicas que se pueden visualizar en el mapa 1⁸. Esta ciudad forma parte de la quinta zona metropolitana más importante del país mexicano, y a su vez es parte de las 364 ciudades del Sistema Nacional Urbano.

3.2 Herramientas de desarrollo

Las ventajas de usar software libre para la elaboración de proyectos SIG abre nuevas posibilidades de interacción y análisis que necesita el usuario, lo que permite usar el programa de manera libre, estudiar su funcionamiento y redistribución del software.⁹ SIGESEV-TC tiene la característica primordial de usar los atributos mencionados, por lo que no es necesario que el Departamento de Movilidad de Toluca adquiera un software de pago, lo que genera que esta entidad tenga mayor acceso, facilidad y libertad de uso del sistema integro de información geográfica.

⁴ Organización Mundial de la Salud, 2017, pp.

⁵ Organización Panamericana de la Salud, 2011, pp.

⁶ Instituto Nacional de Salud Pública, 2021, pp.

⁷ IMPLAN TOLUCA, 2020, pp.

⁸ Sánchez, 2020, pp.

⁹ González Barahona, 2011, pp.

3.2.1 gvSIG

Para el presente proyecto, gvSIG es el software libre de preferencia para la elaboración y visualización de la información espacial, es un programa que está orientado al manejo de los SIG y que pertenece a la Asociación para la Promoción de la Geomática Libre.¹⁰

3.2.1.1 gvSIG Desktop

El análisis espacial que se realiza en el presente proyecto se ejecuta en el software de gvSIG Desktop, permite conocer la relación espacial que existe con los accidentes viales y los elementos del entorno. Este SIG es de fácil uso, interoperable y diseñado para capturar, almacenar, manejar, analizar e implementar formatos de tipo raster, vectorial, ficheros, bases de datos y servicios remotos. Los mapas temáticos, insumo principal del análisis para el presente proyecto, son elaborados en su totalidad en gvSIG Desktop.

3.2.1.2 gvSIG Online

SIGESEV-TC y su parte geográfica se divide en dos apartados de gran importancia, el primero contiene las capas geográficas que permiten relacionar los aspectos urbanos, socioeconómicos y demográficos con los accidentes viales ocurridos en la ciudad de Toluca, y el segundo contiene el análisis espacial de los siniestros de tránsito, donde se identifica mediante mapas de calor las incidencias que ocurren en la capital del Estado de México. Esta visualización es posible gracias a la aplicación de gvSIG Online, plataforma que permite la implantación de Infraestructura de Datos Espaciales junto con SIG corporativo.

3.2.1.3 gvSIG Mobile

Uno de los objetivos específicos del presente proyecto es lograr la integración, almacenamiento y actualización en tiempo real de los datos tomados en campo por las entidades encargadas. SIGESEV-TC es un sistema integro que no solamente permite la visualización de variables estadísticas y geográficas de los accidentes viales sino también una herramienta capaz de consolidar y registrar la información de un siniestro de tránsito, por lo que a través de gvSIG Mobile es posible el levantamiento de datos en campo para la respectiva actualización de mapas en gvSIG Online y gvSIG Desktop.

3.2.2 PostgreSQL

SIGESEV-TC cuenta con más de 20mil datos de siniestros viales que han ocurrido en los últimos veinte (20) años, almacenar, manipular y actualizar esta información requiere de un potente sistema de bases de datos relacional de código abierto. Es por esta razón que se dispone de PostgreSQL, un sistema de gestión de bases de datos relacional (RDBSM), que hace posible la manipulación de estos grandes volúmenes de datos.

Uno de los apartados de este proyecto es SIGESEV-TC: Consulta, por medio de esta base de datos es posible la integración, almacenamiento, gestión y manipulación de los datos suministrados de los accidentes ocurridos en los últimos años y a su vez, la actualización de la información de los nuevos accidentes que se generan en tiempo real en la ciudad.

3.2.3 Tableau Public

El análisis estadístico y multitemporal que se realiza en el mencionado proyecto se ejecuta por medio del software libre de visualización de datos denominado Tableau Public, donde es posible la creación de mapas, dashboards y gráficos interactivos en poco tiempo, el cual

¹⁰ González Díaz, 2012, p. 173.

acepta distintos tipos de formatos como Excel, CSV y SHP, para la publicación respectiva a todos los usuarios de Tableau.¹¹

3.3 Datos espaciales

La obtención de datos es la parte fundamental para el presente proyecto de investigación, donde la principal fuente de suministro de información es por parte del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de la República Mexicana. En esta institución es posible encontrar distintos datos abiertos como el apartado de la Infraestructura Urbana y las Unidades Territoriales del presente proyecto, los cuales son la base para el desarrollo de SIGESEV-TC. Es de resaltar que las capas geográficas y bases de datos son lo más actuales posibles, lo que sirve para identificar problemáticas que está sufriendo la ciudad de Toluca. Igualmente, al contar con la base de datos respectiva de los accidentes de tránsito de los últimos años se logra realizar un análisis multitemporal de la problemática, para que en la actualidad, se pueda resolver la seguridad vial en la capital de manera adecuada. Los datos de accidentes de tránsito se obtuvieron de la Dirección de Seguridad Vial y Tránsito del municipio de Toluca.

Según los datos recolectados, es necesario reconocer la proyección cartográfica que se va a usar para el desarrollo de SIGESEV-TC, se identifica que no todas las capas geográficas tienen sistema de referencia definido, por lo que es necesario re proyectar todas las capas a **WGS84/UTM ZONA 14N** y con herramientas de geoprocésamiento que permite delimitar, cortar, disolver o unir capas geográficas, según la necesidad del proyecto.

Otro punto muy importante es analizar la afectación que genera un accidente vial, teniendo en cuenta que este suceso ocurre en un determinado lugar en donde existen áreas

socioeconómicas que se pueden ver afectadas por el suceso en particular, al igual que con el conocimiento del tipo de población, se pueden conocer las tasas de vulnerabilidad demográfica que ocasiona un accidente de tránsito. En la tabla 1 se puede visualizar que el presente proyecto contiene siete niveles de capas geográficas: (I) Accidentalidad vial, (II) infraestructura vial y de transporte, (III) unidades territoriales, (IV) demografía y población, (V) climatología, (VI) topografía e (VII) infraestructura urbana (equipamientos); factores que relacionan espacial un accidente vial. Por los colores y la numeración se puede reconocer el nivel de importancia que tiene la capa dentro de SIGESEV-TC.

3.4 Diseño de página web

SIGESEV-TC cuenta con una arquitectura de cliente-servidor, el cual facilita la integración e interacción intuitiva del usuario. Esta arquitectura tecnológica cuenta con interfaces gráficas que transmiten información interactiva para el usuario y la adherencia de tecnologías para favorecer soluciones oportunas. El presente proyecto contiene una arquitectura de tres fases, donde el primer nivel, corresponde al de **presentación**, es realizado con HMTL, CSS y JAVASCRIPT, lenguajes que permiten la elaboración de la página web. Esta página se diseña para integrar los otros dos niveles de la arquitectura; la capa de negocio y la capa de datos, con una interfaz visual agradable visualmente, dinámica y diversa para la fácil e intuitiva interacción con el usuario.

El tipo de usuario que va a utilizar este sistema integrado de información geográfica, se dividen en dos actores principales; el *usuario* y *administrador*, donde estos usuarios pueden reconocer fácilmente las herramientas que proporciona este portal geográfico, y a su vez lo gobiernan las reglas de negocio expresadas en el gráfico 1.

¹¹ Tableau, 2021, pp.

CAPAS GEOGRAFICAS SIGESEV-TC		
1	ACCIDENTALIDAD VIAL	ACCIDENTALIDAD VIAL
2	INFRAESTRUCTURA VIAL Y TRANSPORTE	RED VIAL
		RESTRICCIÓN PEATONAL O VEHICULAR
		PASOS A DESNIVEL
		VIA FERREA
		CAMINOS
		GLORIETAS
		PUENTES
3	UNIDADES TERRITORIALES	AGEB URBANA
		AGEB RURAL
		CODIGOS POSTALES
		COLONIAS
		LOCALIDADES
		MANZANAS
		USOS DEL SUELO
4	DEMOGRAFIA Y POBLACION	POBLACIÓN
5	CLIMATOLOGIA	PRECIPITACIÓN
6	TOPOGRAFIA	CURVAS DE NIVEL
		PENDIENTES
		MAPA DE SOMBRAS
7	INFRAESTRUCTURA URBANA	ESTACIONES DE POLICIA
		CEMENTERIOS
		VENTA DE ALCOHOL
		BASES DE TAXIS
		BANCOS
		IGLESIAS
		HOSPITALES
		ESTACIONAMIENTOS
		ESCUELAS
		CENTROS COMERCIALES
		PARQUIMETROS
		MERCADOS
		AREAS DE IMPORTANCIA
CORRIENTES DE AGUA		

Tabla 1. Capas geográficas SIGESEV-TC. Fuente: Elaboración Propia

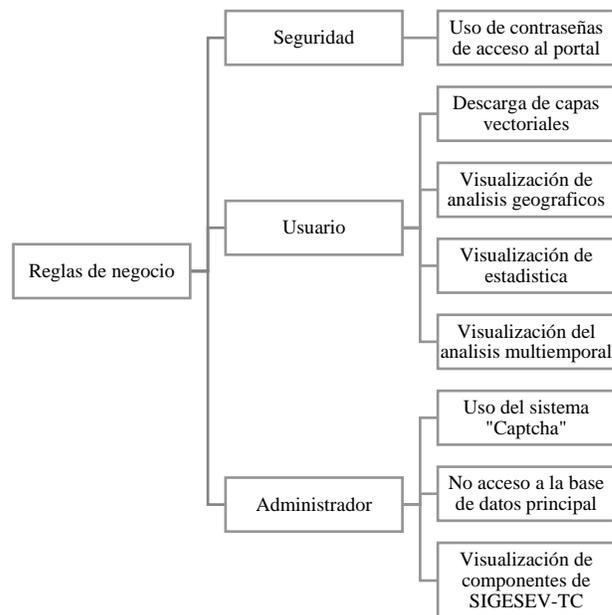


Gráfico 1. Reglas de negocio - SIGESEV-TC. Fuente: Elaboración Propia

SIGESEV-TC posee diversos y amplios requerimientos funcionales, los cuales se listan a continuación:

1. Este portal de información contiene un tutorial de inicio, que permite al usuario conocer la plataforma.
2. Solamente se permite la visualización de los datos geográficos y estadísticos al Usuario, mientras que al administrador le permite la manipulación y edición de los mismos.
3. Permite la búsqueda de elementos que contiene el portal por medio de palabras clave
4. Es posible el vínculo a las páginas web de la secretaria de movilidad del Estado de México, la del ayuntamiento de Toluca y la gobernación del Estado de México.
5. Permite la visualización de los datos geográficos y estadísticos que relacionan los accidentes viales que sucedieron en los últimos veinte años, con el análisis respectivo de los sucedidos en los últimos tres años por medio de los apartados que contiene el presente portal geográfico.
6. Para el administrador, por medio de un Servidor de Notificaciones y Alertas es

posible generar la alerta cuando los datos de un accidente vial han sido enviados por parte de la persona encargada de levantar la información en campo.

7. Es posible la generación de reportes de las consultas realizadas en el apartado de SIGESEV-TC: Consulta
8. Es posible la descarga de las capas geográficas en tipo “shp” para todo cliente de SIGESEV-TC. Este sistema no solamente cumple con la visualización y descarga de accidentes viales sino también de los elementos que se relacionan con un siniestro vial.
9. Por medio de un servidor de chat es posible que el usuario pueda interactuar con el administrador, el cual puede notificar la ocurrencia de un accidente vial o también la solicitud de información privada que la persona pueda necesitar.
10. Se cuenta también con el servidor de correo, donde cualquier usuario puede enviar sus mensajes de solicitud, queja o reclamo que se tiene al Departamento de Movilidad de la Ciudad de Toluca.

3.5 SIGESEV-TC

El sistema integrado de información geográfica en seguridad vial de la ciudad de Toluca: SIGESEV-TC es un portal estadístico, espacial y de consulta para la gestión de la seguridad vial de la capital del Estado de México, donde permite al departamento de movilidad de la ciudad, gestionar, almacenar y visualizar geográficamente los accidentes viales que ocurrieron y suceden en este núcleo urbano. Esta herramienta proporciona elementos de gran funcionalidad para la oportuna atención del accidente vial, asimismo permite la generación de propuestas para la toma de decisiones en materia de seguridad vial.

Este portal contiene cuatro apartados, como lo son: (I) Análisis Multitemporal, (II)

SIGESEV-TC: Estadística, (III)SIGESEV-TC: Geográfico, (IV) SIGESEV-TC: Consulta. Se relacionan en forma de ciclo, como lo ilustra el grafico 2.

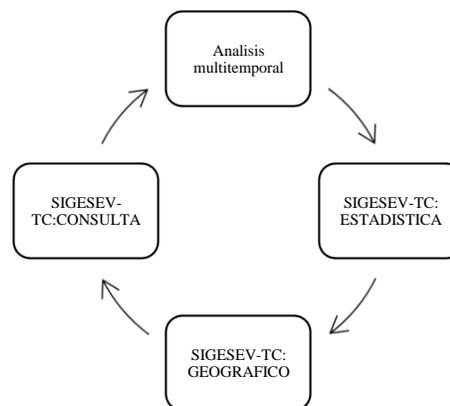


Gráfico 2. Estructura relacional de SIGESEV-TC. Fuente: Elaboración Propia

3.5.1 Análisis Multitemporal

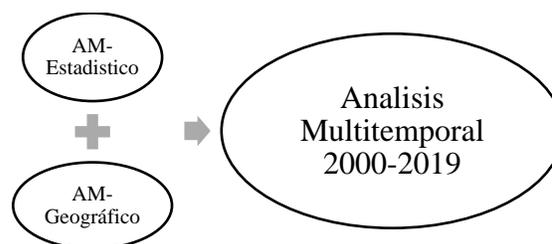


Gráfico 3. Componentes del Análisis Multitemporal de SIGESEV-TC. Fuente: Elaboración Propia

En efectos del presente estudio se cuentan con los datos de los siniestros viales del año 2000 hasta el año 2019, a través de Tableau Public se puede visualizar y relacionar los distintos elementos que componen un accidente vial, como lo es la fecha y hora de ocurrencia, ubicación geográfica, elementos participantes, fatalidad del suceso, la gravedad y cantidad de daños humanos y materiales que produjo el accidente vial. Esta sección contiene tablas, diagramas de barras, de dispersión, de líneas, histogramas y un mapa interactivo que permite la visualización espacial de ocurrencia de los sucesos viales.

Esta sección se divide en dos partes, como lo expresa el gráfico 3, la primera contiene toda la información estadística generada a través de Tableau Public, y la segunda integra series animadas de tiempo con el uso de mapas de calor, que permite visualizar el cambio que ha ocurrido año tras año según el tipo de accidentalidad y fatalidad del suceso. Esta última serie es elaborada con gvSIG Online y su aplicación con las leyendas personalizadas.

3.5.2 SIGESEV-TC: Estadística

Es así como la primera sección, denominada “Portada”, se visualiza un resumen del porcentaje de ocurrencia de accidentes viales por tipo, el contraste del número de lesionados y muertos de cada mes junto el porcentaje de vehículos involucrados por tipo de accidentalidad vial. La segunda sección recibe por nombre “Accidentalidad Vial”, donde se analiza el tipo de accidente por fatalidad y por tipo del suceso, con el reconocimiento de su ubicación espacial, ocurrencia del incidente por colonia y el análisis que tiene un accidente de tránsito según la superficie de rodamiento donde se generó el siniestro. El tercer apartado de SIGESEV-TC: Estadístico, se denomina “Personas”, donde se analizan los implicados humanos que participan en los accidentes viales, de forma que se reconoce el número de víctimas por tipo de lesión, la relación de las víctimas vs tipo de accidente, el número de implicados por tipo de accidente, número de víctimas por edad, por género y finalmente el número de lesionados y muertos por tipo de siniestro. La cuarta parte se llama “Vehículos”, que así como en la sección de personas, se analiza el número de vehículos implicados por tipo, el número de vehículos por tipo de accidente, el número de vehículos involucrados por modelo y los daños por tipo de automotor. La última sección es denominada “Víctimas”, que reúne las últimas dos secciones, pero con el análisis respectivo conjunto de las víctimas por condición según rango de edad, las víctimas por

condición-día y finalmente una matriz de día por hora de ocurrencia del incidente de la víctima.

3.5.3 SIGESEV-TC: Geográfico

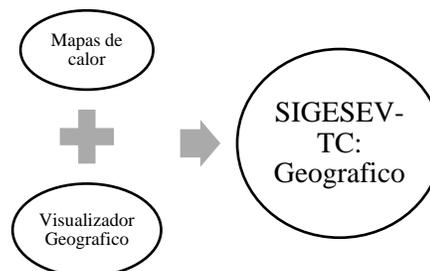


Gráfico 2. Componentes de SIGESEV-TC: Geográfico.
Fuente: Elaboración Propia

Este apartado se divide en dos partes, la **primera** es el visualizador realizado en **GVSIG ONLINE**, donde muestra los distintos elementos que relacionan la espacialidad, temporalidad y socioeconomía de un accidente vial: **Unidades Territoriales** (AGEB, CP, Colonias, Localidades, Manzanas, Uso del Suelo); **Infraestructura Urbana** (Equipamientos); **Infraestructura Vial y Transporte** (Caminos, Glorietas, Pasos a desnivel, Puentes, Restricción Peatonal, Vía Férrea y Red Vial); **Topografía** (Curvas de nivel, Raster Pendientes, Raster Mapa de Sombras); **Demografía y Población** (Población); **Climatología y Accidentes de Tránsito**. Con lo anterior, es posible analizar los distintos tipos de accidentes que están sucediendo actualmente en la Ciudad, por lo que como producto de la metodología de superposición de capas es posible un análisis multicriterio de las capas geográficas mencionadas, en relación con los siniestros viales.

El segundo apartado, como lo ilustra el gráfico 4, es el análisis con **mapas de calor** con los datos de los accidentes que están sucediendo actualmente en la ciudad, donde es posible

reconocer los puntos calientes en donde ocurren la mayor cantidad de accidentes, la frecuencia y temporalidad donde suceden. Este análisis se complementa con SIGESEV-TC: Estadística, ya que en esta sección es posible visualizar los datos de forma espacial en conjunto con el análisis numérico de los datos respectivos. Se implementa también el uso de gvSIG DESKTOP para la realización de los distintos mapas temáticos, que permiten conocer el comportamiento del fenómeno de la accidentalidad vial.

3.5.4 SIGESEV-TC: Consulta

En esta sección es posible el registro y validación a una base de datos de los eventos de accidentes viales, la consulta de accidentes por clave de registro, consulta de información por rango de fechas, aplicación de filtros, generación de reportes parciales en formato pdf y la descarga de información al usuario en formato csv.

3.5.5 GEAV-TC

GEAV-TC tiene dos objetivos principales dentro de la gestión de la seguridad vial en la ciudad de Toluca. El primero, es lograr la notificación del accidente vial a las autoridades correspondientes en tiempo real, y así lograr una oportuna y eficaz atención del suceso. Y el segundo, lograr la integración, consolidación y actualización continua de la base de datos de accidentalidad vial que se almacena dentro de SIGESEV-TC, lo que permite la renovación automática y en tiempo real de los siniestros viales de forma espacial y estadística.

Por medio de GVSIG MOBILE es posible la integración y el levantamiento de los datos de cada accidente vial que ocurre en la Ciudad de Toluca, permitiendo que mediante un **formulario** sea posible conocer la Información espacio-temporal del accidente vial, información de los vehículos implicados, información de las personas implicadas en el

accidente, información del accidente vial y la información de la atención del accidente vial por medio de un formulario integrado en GVSIG MOBILE y que a su vez se integra con el segundo apartado de SIGESEV-TC: Geográfico, que permite actualizar la visualización de los accidentes viales que ocurren en la ciudad, y así conocer los focos de concentración de este fenómeno en la capital de la ciudad.

3.6 Estructura organizacional de SIGESEV-TC

Para la debida administración de este sistema integrado es necesario reconocer los roles y las funciones que cumplen cada uno de los actores humanos que lo conforman, es así como existen personas encargadas de la recolección de los datos en campo llamados “*oficiales*”, y una principal encargada de almacenar, procesar y cargar los datos al portal, llamado “*Administrador SIGESEV-TC*”, por lo que el proyecto se convierte no solamente en un sistema integrado aplicativo de software, sino de cooperación y trabajo humano en pro de la seguridad vial en la ciudad. En el siguiente esquema se pueden reconocer los roles y funciones:



Gráfico 3. Estructura organizacional de SIGESEV-TC. Fuente: Elaboración Propia

3.7 Funcionamiento de SIGESEV-TC

SIGESEV-TC no solamente se convierte en un sistema integro de información que reúne aspectos geográficos y estadísticos de los accidentes viales que ocurren en la ciudad, sino

también en un elemento de actualización y almacenamiento de los datos que se necesita realizar de forma periódica. En primera medida, se cuenta con los datos de los accidentes que ocurrieron en el periodo de 2000-2019, lo que genera la primera parte de SIGESEV-TC, correspondiente al análisis multitemporal, que permite analizar los sucesos ocurridos a través de los años, aun así, con la nueva metodología de recolección de datos que se propone a través de GEAV-TC y su formulario, se capturan datos de cada accidente en cada suceso, por lo que son el insumo principal para alimentar los otros tres grandes componentes que integran a SIGESEV-TC, por lo que se pretende que cada vez que se capture la información de un accidente vial por parte de un oficial, éstos datos se guarden en la nube de almacenamiento que posee gvSIG Mobile, para que seguidamente el administrador, mensualmente, logre alimentar la parte estadística y geográfica del sistema. Al considerar la metodología propuesta, se pretende que anualmente se alimente la parte multitemporal, logrando que a través de un periodo de tres años, se logre tener un sistema completo en seguridad vial.

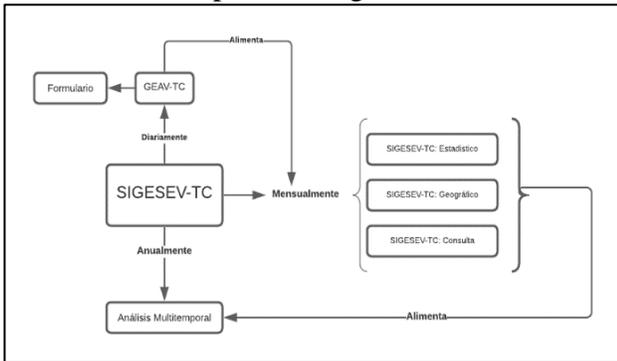


Gráfico 4. Funcionamiento de SIGESEV-TC: Fuente: Elaboración Propia

4. Resultados

4.1 Pagina Web

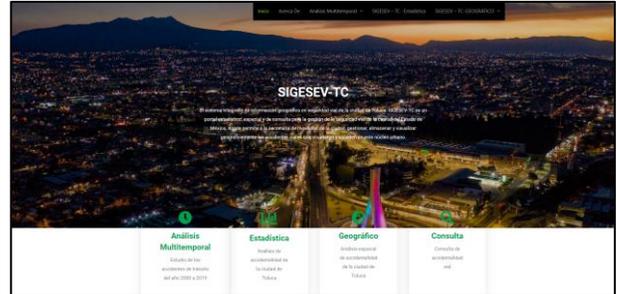


Ilustración 1. Página Web. Fuente: Elaboración Propia

4.2 AM-Estadístico

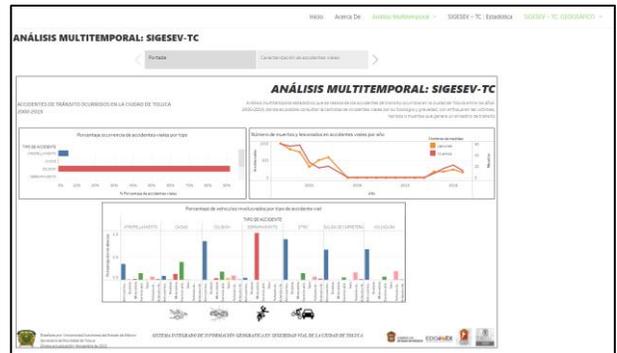


Ilustración 2. Portada AM-Estadístico. Fuente: Elaboración Propia

4.3 AM-Geográfico

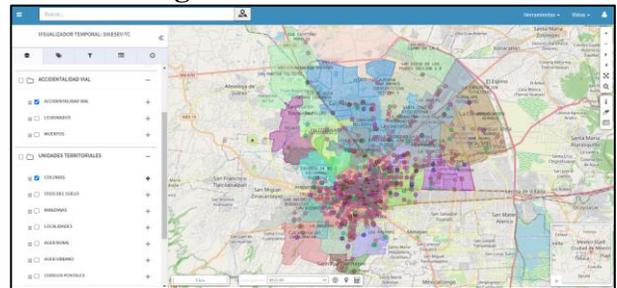


Ilustración 3. AM-Geográfico. Fuente: Elaboración Propia

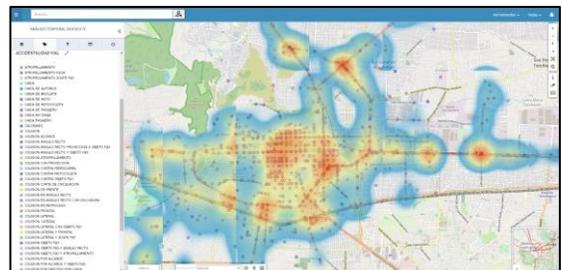


Ilustración 4. AM- Geográfico: Mapas de Calor. Fuente: Elaboración Propia

4.4 SIGESEV-TC: Estadístico



Ilustración 5. SIGESEV-TC: Estadístico: Portada. Fuente: Elaboración Propia

4.5 SIGESEV-TC: Geográfico

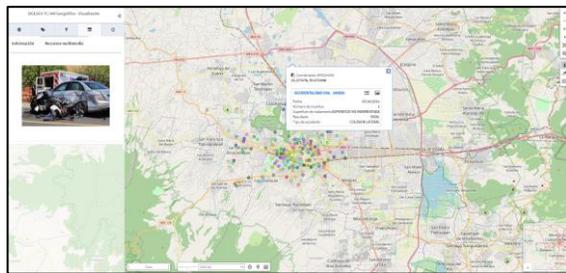


Ilustración 6. SIGESEV-TC: Geográfico. Fuente: Elaboración Propia

5. Conclusiones

Dado el carácter multidisciplinar, los SIG son un entorno idóneo para gestionar información relacionada con la ingeniería de transporte. Los sistemas de información geográfica reúnen las funciones necesarias para actuar como herramienta útil en el análisis espacial del transporte, con un amplio potencial de aplicaciones en el tema. Por ello, la instrumentación de un SIG en el transporte se debe fundamentar en el conocimiento exhaustivo de las características de la actividad en cuanto a su expresión territorial, variables y elementos involucrados, dinámica de sus relaciones y, de manera conjunta, deben evaluarse los rasgos distintivos de los programas comerciales en función de su capacidad de respuesta a los requerimientos solicitados. Las ventajas brindadas al

transporte por la utilización de los SIG, se relacionan con tres funciones primordiales: (I) integración de los datos, (II) análisis geográfico de la información y (III) despliegue y representación espacial de la misma. Es de esta manera que la característica integradora, vinculada a la función de acopio de información procedente de fuentes diversas (documentos, mapas, sensores remotos, registro automatizado, etc.), posibilita la correlación entre series de datos distintas tanto espaciales como de atributos y temporales.

Según lo anterior, la ciudad de Toluca de Lerdo al contar con un sistema de información geográfico que permita la gestión y análisis de los accidentes viales que ocurren en la capital del Estado de México, permite que el departamento de movilidad logre implementar y organizar medidas que logren reducir y mitigar los siniestros viales que ocurren en la zona de estudio.

6. Referencias bibliográficas

- González Barahona, J. (2011). El concepto de software libre. *Revista tradumàtica: traducció i tecnologies de la informació i la comunicació*, 9, p. 5-11.
- González Díaz, M., Calonge García, A., & Vehí Casellas, M. (2012). Utilización de los SIG como recurso para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. España.
- INEGI. (2021). *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. <https://www.inegi.org.mx/>, fecha de consulta: 1 de septiembre de 2021
- INSP. (2021). *Seguridad vial accidentes transito*. <https://www.insp.mx/avisos/4761-seguridad-vial-accidentes-transito.html>, fecha de consulta: 1 de septiembre de 2021
- OPS. (2011). *Estrategia Mexicana de Seguridad Vial*. https://www3.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=496:estrategia-mexicana-seguridad-vial&Itemid=380, fecha de consulta: 7 de septiembre de 2021

- Organización Mundial de la Salud. OMS. (2017). *Paquete de medidas técnicas de seguridad vial*. [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255308/9789243511702-spa.pdf;jsessionid=F7E8C5A4CD158456A35C2D309ED0C800?sequence=1#:~:text=](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255308/9789243511702-spa.pdf;jsessionid=F7E8C5A4CD158456A35C2D309ED0C800?sequence=1#:~:text=,), fecha de consulta: 29 de octubre de 2021.
- Sanchez, J. (2020). Bando Municipal Toluca 2020. *Toluca Capital*. Toluca, Estado de México.
- Tableau. (2021). *public.tableau.com*. <https://public.tableau.com/es-es/s/about>, fecha de consulta: 11 de noviembre de 2021
- Toluca, I. (2020). *Siniestros de tránsito identificados en el polígono de estudio de la Zona Centro Municipio de Toluca (Enero – diciembre 2020)*. Toluca, Estado de México.
- Zaragoza, M., & Islas, V. (2017). *Análisis de los sistemas de transporte*. Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Sanfandila, Querétaro.