

GISMAR participó activamente en el 5° Congreso Internacional de Gestión Tecnológica y de la Innovación **COGESTEC 2016**

Robinson Andrés Jiménez Toledo

Giovanni Albeiro Hernández Pantoja

Herman Jair Gómez Palacios

Álvaro Alexander Martínez Navarro

Docentes del Programa de Ingeniería de Sistemas
Universidad Mariana

Juan Carlos Rosero Cuastumal

David Ernesto Chamorro Cisneros

Egresados del Programa de Ingeniería de Sistemas
Universidad Mariana

Javier Alejandro Jiménez Toledo

Docente del Programa de Ingeniería de Sistemas
Institución Universitaria CESMAG



La intención de COGESTEC es consolidar redes de trabajo multidisciplinario y colaborativo entre el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, la comunidad científica y la empresarial en temas sobre gestión tecnológica e innovación a través de un espacio de reflexión y discusión propiciado por este evento.

COGESTEC 2016 seleccionó ponencias en las que se reportaron resultados de naturaleza teórica y/o práctica que avancen el estado del arte o presenten aplicaciones o casos relevantes en las áreas de interés del congreso. El público al que se dirige el evento es una audiencia mixta conformada por académicos y profesionales que se desempeñan en el campo productivo. La Universidad Industrial de Santander de Bucaramanga, en esta oportunidad, fue la anfitriona de este certamen.

COGESTEC 2016 se realizó durante los días 25 al 27 de octubre de 2016 como puede observarse en el banner del evento (ver Figura 1).



Figura 1. Banner COGESTEC 2016.

Con el apoyo del director del Programa de Ingeniería de Sistemas, Esp. Jesús Andrés Muñoz Guzmán y de las directivas de la Universidad Mariana fue posible la participación del grupo de investigación GISMAR, con una ponencia, en el evento académico realizado y actualmente los trabajos están publicados en el libro de memorias del certamen con ISBN 978-958-8819-42-6. La ponencia fue un trabajo realizado con el apoyo de investigadores del grupo GISMAR, estudiantes de pregrado del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana y un investigador de TECNOFILIA de la I.U. CESMAG.

Sistema experto y de georreferenciación como apoyo para la toma de decisiones de la Secretaría Municipal de Tránsito y Transporte de la Ciudad de San Juan de Pasto

El artículo con el que se participó abordó el aporte gestado en materia de seguridad vial, como apoyo tecnológico en la Secretaría Municipal de Tránsito y Transporte (SMTT) de la ciudad de San Juan de Pasto, relacionado en primera instancia con la implementación de un sistema experto para optimizar la realización de campañas de prevención de accidentalidad, asumido por el grupo estudiado y, en segunda instancia con el mejoramiento del proceso de gestión, presentación y análisis de las problemáticas detectadas a través de un sistema de análisis basado en georreferenciación. El proceso metodológico usado fue el cuantitativo, con enfoque empírico analítico y desde un tipo investigación descriptivo aplicado. El tipo de muestreo fue no probabilístico, intencional y por conveniencia. Una de las principales conclusiones de este estudio radicó en que el análisis de la accidentalidad a través de los mapas y distribuciones entregados por la alcaldía y la STTM, permitió desarrollar un software de georreferenciación de San Juan de Pasto, que contiene: la división por comunas y veredas, información estadística general y específica y, gestión de reportes sobre accidentalidad vial. Este trabajo al final logró mejorar los procesos de toma de decisiones tanto en la generación de campañas como recolección, análisis y presentación de accidentalidad en la STTM, principal entidad beneficiada de los hallazgos y paralelamente también se favorecieron todos los habitantes de la ciudad. A continuación se presentan algunos elementos del trabajo presentado.

Introducción

En el mundo se vienen realizando esfuerzos en lo que respecta a seguridad vial, por ejemplo, en el artículo de Argote, Hernández, Jiménez y Martínez, (2015), se mencionan trabajos hechos en Finlandia, Perú y en la Organización Mundial de la Salud (OMS), en este sentido, los autores de la publicación ponen de manifiesto la necesidad de analizar la temática dicha a través de tecnología que logre mejorar la toma de decisiones, por ejemplo, haciendo uso de los sistemas expertos y georeferenciación; este trabajo se trata de una segunda fase del hecho por los investigadores citados al inicio de este texto y consistió en abordar la problemática relacionadas con los procesos de gestión y análisis de información llevados a cabo en la STTM mediante la georreferenciación de la información. Los síntomas y las causas que más afectan a la entidad y que no fueron atendidas en el primer trabajo fueron: problemas en los procesos para determinar comunas y corregimientos con altos índices de accidentalidad así como los factores que los generan, dificultades para reconocer la ubicación geográfica de los siniestros en las diferentes comunas y corregimientos, finalmente, la falta de optimización en el análisis y procesos estadísticos sobre accidentalidad vial, lo que provoca que la información no sea oportuna, es decir, que no está

en el momento preciso para tomar medidas que afecten de manera positiva en la disminución de la accidentalidad, debido a que estos procesos actualmente son realizados de manera manual. Teniendo en cuenta las causas y los síntomas, se diagnóstica la necesidad de una herramienta informática que permita reconocer, especificar, manipular, desplegar y analizar las problemáticas de accidentalidad en tiempo real y que permita geográficamente referenciarla con el fin de proveer información detallada que sea de ayuda para tomar medidas en las comunas o corregimientos con mayores índices de accidentalidad.

La investigación respondió a la pregunta orientadora: ¿Cómo mejorar el proceso de gestión, presentación y análisis de las problemáticas de seguridad vial en la STTM?, abordada bajo el objetivo general: Mejorar el proceso de gestión, presentación y análisis de las problemáticas de seguridad vial en la STTM a través de una estrategia computacional basada en georreferenciación y sistemas expertos, desarrollado a partir de una caracterización de la situación actual de la accidentalidad vial de la ciudad estudiada y sus componentes; y la construcción de una estrategia computacional para el análisis de datos georreferenciados sobre accidentalidad del municipio.

Metodología

La investigación se fundamentó con lineamientos del paradigma cuantitativo, debido al proceso de cuantificación de información obtenida; basándose en este concepto fue posible utilizar métodos estadísticos, enfocando a los investigadores en los fenómenos observables susceptibles de medición, análisis matemáticos y control experimental, determinando así la variable de accidentalidad en la ciudad de San Juan de Pasto categorizada para establecer relaciones estadísticas (Pérez, 1994) y, así llegar a conclusiones que determinen los problemas más representativos que actualmente se están presentando en la STTM. No se descartó el uso de algunos elementos del paradigma cualitativo, ya que se busca describir los procesos y actividades actuales de la STTM que se están llevando a cabo, como métodos de recolección de datos mediante creencias y opiniones de los expertos de seguridad vial, quienes participaron en los procesos de recolección de información (Areboleda, 2011). “La base de esta visión prácticamente doctrinaria, es acogernos a la observación, medición y verificación de todo evento o fenómeno que pretendamos estudiar” (Antonio, 2010). Dado que se basa en información ya existente referente a accidentalidad y sus causas, además de información que los investigadores recolectaron mediante instrumentos validados, entrevistas y casos de prueba, fue necesario aplicar el enfoque empírico analítico, puesto que permite una orientación a la comprobación, confirmación e inferencia para la generación de resultados que expliquen los eventos que se presentan con el fin de describirlos y explicarlos.

Tabla 1. Metodología de la investigación

Paradigma	Enfoque	Tipo
Cuantitativo	Empírico analítico	Descriptivo aplicado
Línea de investigación	Ingeniería, Informática y computación. (Grupo de Investigación GISMAR - Universidad Mariana, 2014)	
Área Temática	Innovación, modelamiento y desarrollo de software (Grupo de investigación Gismar - Universidad Mariana, 2014)	

Para la obtención de la información necesaria para el desarrollo de la investigación se trabajó con un muestreo no probabilístico, intencional, por conveniencia, es decir con un grupo típico (Mario, 1999), para el caso de la investigación se refiere al grupo de seguridad vial de la STTM de San Juan de Pasto, las razones de su escogencia corresponden a que dicho conglomerado tiene mayor dominio de la temática a indagar y disponibilidad hacia los investigadores en el desarrollo de sus actividades, sin embargo, se es consciente del sesgo que puede resultar, ya que no se incluyeron a las personas ajenas a este grupo para la investigación.

El proceso de investigación se indica en la Tabla 2, que recopila las síntesis de fuentes, instrumentos de recolección, técnicas de procesamiento de datos y productos obtenidos para cada objetivo específico.

Tabla 2. Descripción de procesos de investigación

Objetivos específicos	Técnica recolección	Técnica Procesamiento	Resultado
Caracterizar la situación actual de la accidentalidad vial.	Entrevista a los funcionarios de la STTM sobre los procesos que llevan a cabo para análisis y procesamiento de datos.	Análisis cualitativo y cuantitativo de datos.	Documento descriptivo del sistema actual.
Diseñar, desarrollar e implementar el sistema de análisis con georreferenciación.	Sesión de grupo.	Análisis de requerimientos, análisis y diseño del sistema.	Sistema de análisis con georreferenciación.

Resultados

En la Tabla 3 puede observarse un resumen de los resultados obtenidos acerca de la situación actual de la institución objeto de estudio, en ella se evidencia la necesidad de un sistema de control de accidentalidad vial que permita georreferenciar los puntos y zonas críticas de la ciudad, además que realice análisis orientado a generar acciones y medidas para combatir el problema detectado, finalmente que su uso presente una disponibilidad alta y bajo demanda.

Tabla 3. Situación actual de la STTM

Proceso	Actividad	Hallazgo
Georreferenciación	Recolección y procesamiento	<ul style="list-style-type: none"> - No existen medios tecnológicos que soporten o ayuden a ubicar geográficamente accidentes de tránsito y puntos críticos. - No existe software que permita visualizar resultados.
Análisis de accidentalidad	Cuantificación y análisis	<ul style="list-style-type: none"> - Operaciones realizadas en una base de datos Excel cuantificando los ítems de accidentalidad y realizando sumatorias de índices de accidentalidad. - Generación de informes de accidentalidad que permiten realizar campañas pedagógicas en lugares estratégicos y su posterior estudio. - Se tiene en cuenta accidentalidad, se determinan acciones según sus causas. - Hace falta analizar de manera detallada los valores de daños y heridos.
Tratamiento de información	Procesamiento y análisis	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis y procesamiento únicamente en Excel. - Insuficiente análisis y procesamiento de la información. - Las herramientas utilizadas en el almacenamiento son Excel y Mercury.
Identificación de las actividades más relevantes	Procesamiento de información y seguridad vial	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de campañas pedagógicas de capacitación y sensibilización. - Recolección, digitación y filtración de información tanto de vehículos como de motocicletas para el análisis.
Optimización de actividades	Identificación de acciones a mejorar	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematizar la georreferenciación de zonas y puntos críticos. - Mejorar el proceso de generación de campañas, la disponibilidad de la información, la agilidad y rapidez de los procesos de análisis. - Mejorar la aplicación que realiza análisis y ayuda a generar campañas.

La arquitectura del sistema se construyó bajo el estándar Archimate 2.1¹ y puede verse en las figuras 2, 3 y 4. El proceso modelado en la capa de negocio (Figura 2) se describe a continuación: cualquier funcionario del grupo de seguridad vial de la STTM diligencia los IPAT en una hoja de cálculo y convierte los datos a formato CSV, el sistema propuesto se encarga de cargarlos en un DBMS, analiza la información con CLIPS (Sistema de Producción Integrado en Lenguaje C) y genera de manera inteligente las campañas que han de tenerse en cuenta en el proceso de toma de decisiones por parte de los interesados. En el nuevo módulo de georreferenciación, el agente de tránsito se encarga

de registrar la información de cada accidente que se presente en la ciudad, indicando las coordenadas geográficas del sitio exacto donde se ocurrió el siniestro; con esta información el sistema propuesto en este trabajo pinta en el mapa los puntos de dichos acontecimientos; estos datos son la materia prima para que los funcionarios de seguridad vial puedan observar la ubicación geográfica de la comuna crítica y generar estadísticas de accidentalidad.

¹ La documentación puede consultarse en: <http://www.opengroup.org/subjectareas/enterprise/archimate-overview>

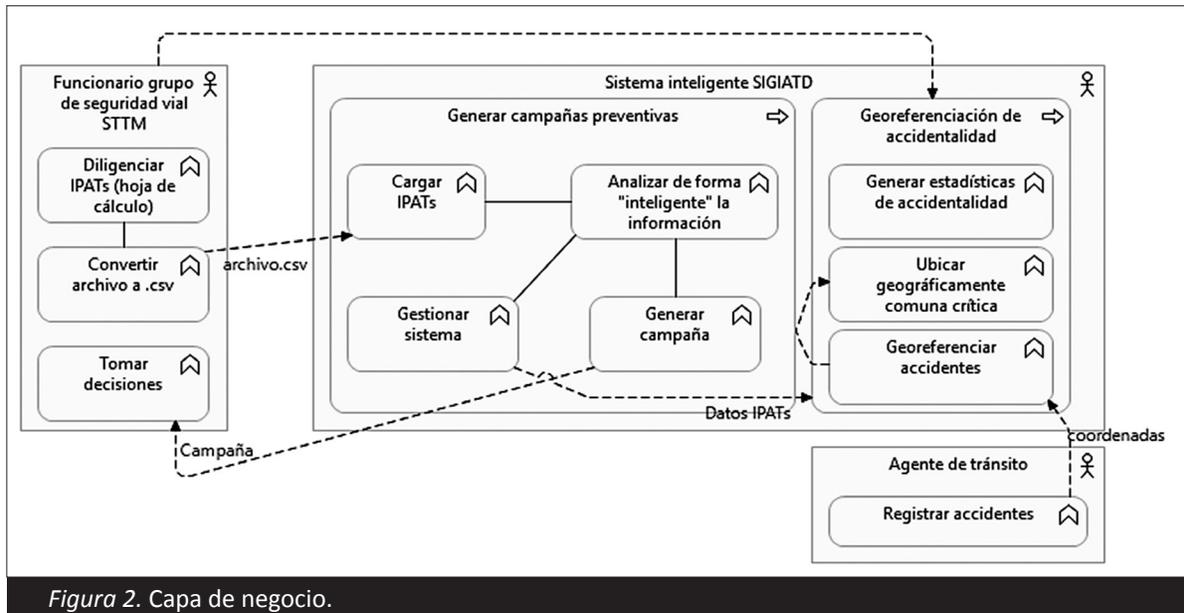


Figura 2. Capa de negocio.

En la capa de aplicación (Figura 3) puede observarse la existencia de dos contextos: el del sistema experto y el de la georeferenciación; el primero compuesto de un DBMS, necesario en la construcción de la base de conocimiento y de hechos, Excel presente en el diligenciamiento de los IPAT a procesar, ambos componentes son usados por el componente de datos del sistema propuesto, dentro del sistema experto se estructuran cuatro componentes: datos, cuya funcionalidad es cargar al DBMS los archivos csv; la lógica que utiliza en su interior a los componentes CLIPS como motor de inferencia;

y datos para analizar la información y generar de manera inteligente las campañas que serán presentadas al usuario por medio del componente Desktop app. En el segundo módulo se tiene un componente externo –browser- encargado de consumir los servicios que presta la aplicación web, que en su interior hace uso de la API de Google Maps para mostrar en tiempo real los lugares exactos donde se ocurren los accidentes; toda la información de esta funcionalidad se guarda en un DBMS accedido desde la web.

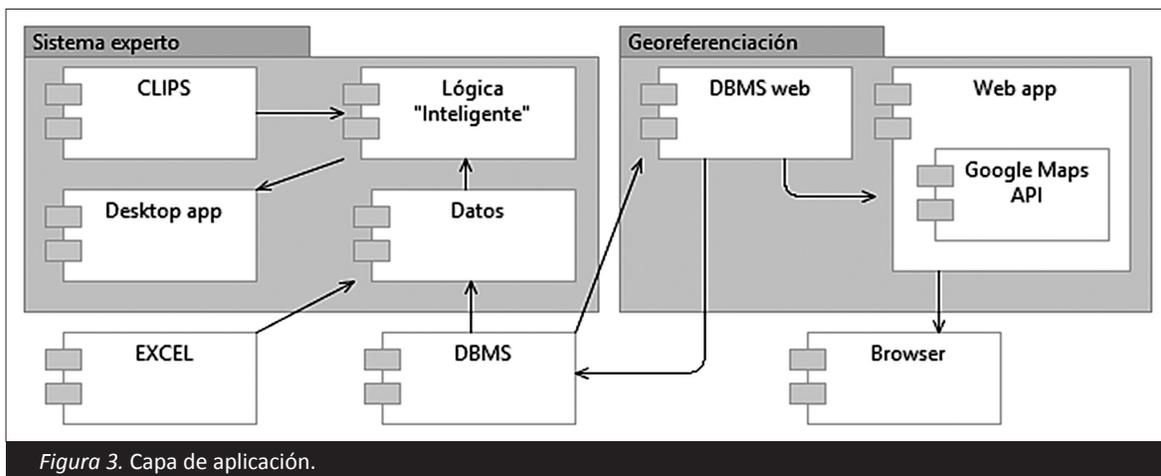
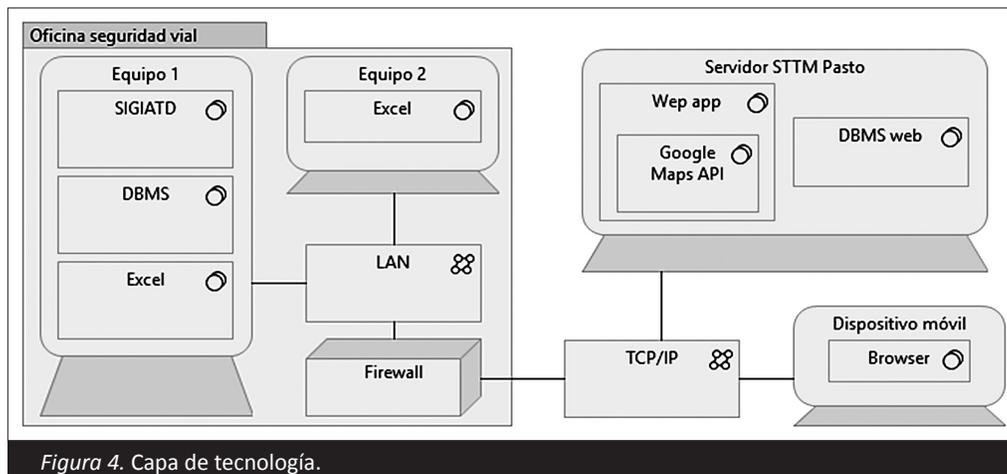


Figura 3. Capa de aplicación.

En cuanto a infraestructura tecnológica (Figura 4), la aplicación planteada puede trabajar en un solo equipo que cuente con un DBMS, Excel y SIGIATD; o también puede montarse en una red que incluya otro computador con Excel para diligenciar los IPAT a examinar. La funcionalidad de georeferenciación se soporta con dos tipos de dispositivos: el primero es un servidor que aloja tanto a la aplicación web como al DBMS que soporta sus

datos; el segundo se trata de un equipo móvil utilizado por los agentes de tránsito para registrar toda la información, a través de un navegador, de los accidentes incluyendo su ubicación geográfica. Como puede verse, la infraestructura de la solución se soporta en dos tipos de redes: la de área local se usa para gestionar al sistema experto, y la de internet para poder trabajar los accidentes de manera georeferenciada y en tiempo real.



Conclusiones

Teniendo en cuenta la entrevista semiestructurada intencional por conveniencia aplicada al grupo de seguridad vial de la STTM y los resultados de su análisis, se pudo concluir que el grupo de seguridad vial requiere de un sistema de control de accidentalidad vial que permita georreferenciar los puntos y zonas críticas de la ciudad, además de realizar análisis orientados a generar acciones y medidas para combatir la accidentalidad.

El análisis de la accidentalidad a través de los mapas y distribuciones entregados por la alcaldía y la STTM, en conjunto con el análisis de los componentes de la misma, obtenidos por consultas y entrevistas a expertos del grupo de seguridad vial, permitió desarrollar un mapa virtual georreferenciado de San Juan de Pasto, que contiene la división por comunas y veredas; igualmente, determina la información estadística principal que debería ser desplegada por comuna o vereda. Por último, establece cómo se gestionaría los reportes necesarios de estadísticas específicas de accidentalidad vial, como por ejemplo, reporte de daños, muertos y heridos presentados anualmente.

En relación con el producto software de georreferenciación, se pudo identificar que es capaz de graficar las comunas y veredas de la ciudad de San Juan de Pasto, permite seleccionar comunas y mostrar sus estadísticas de accidentalidad; el diseño del nuevo módulo, se decidió hacerlo web por motivos de facilidad de uso e implementación de nuevos componentes y los usuarios manifestaron que visual y funcionalmente, ha mejorado según la entrevista hecha en el trabajo.

Se hizo necesaria la creación de un sitio web secundario para implementar una estrategia móvil con el fin de alimentar la base de datos del sitio principal y, finalmente, en cuanto a las estadísticas que se presentan en la actualidad, resultaron ser las requeridas, están bien estructuradas y cumplen los requisitos establecidos, según los expertos del grupo de seguridad vial.

La solución de problemas con la implementación de software se convierte en una ayuda vital para que las empresas puedan alcanzar sus objetivos estratégicos y prestar mejores servicios; y si este proceso se apoya en frameworks o API disponibles en el mercado, logra mayores beneficios en menores tiempos de desarrollo porque dichas herramientas tienen altos grados

de madurez y confianza; en este trabajo por ejemplo, se utilizaron CLIPS (C Language Integrated Production System) para programar la lógica “inteligente” y Google Maps API para la georreferenciación de la información.

Referencias

- Antonio, C. (2010). Paradigmas empiricos analitico y sistemico mach. Recuperado de <http://www.slideshare.net/maxantonio/paradigmas-empiricos-analitico-y-sistemico-mach>
- Areboleda, A. (2011). Paralelo cuantitativo cualitativo. Recuperado de <http://www.slideshare.net>: <http://www.slideshare.net/adielacarvajal/paralelo-cuantitativo-cualitativo>
- Argote, I., Hernández, G., Jiménez, R. y Martínez, A. (2015). Producción de conocimiento con CLIPS para el apoyo a la toma de decisiones en el gobierno municipal colombiano. *Revista Tecnológica ESPOL*, 28(5), 12.
- Grupo de Investigación GISMAR, Universidad Mariana. (2014). *Área temática: Informática educativa, pedagogía y currículo*. Recuperado de <http://www.umariana.edu.co/grupos-investigacion/gismar.html>
- _____. (2014). *Línea de investigación: Ingeniería, Informática y computación*. Obtenido de <http://www.umariana.edu.co/grupos-investigacion/gismar.html>
- Jiménez, R., Martínez, A., Chamorro, D. y Rosero, J. (2015). *Procesamiento y análisis información con metodología de evaluación de alternativa STTM*. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/0B9ynV8Z49GhKnd3dsZGg1SmRzOVE/view?pref=2&pli=1>
- Mario, T. (1999). *Aprender a Investigar* (3ra. ed.). Bogotá, Colombia: ARFO Editores.
- Pérez. (1994). Paradigmas Cuantitativo y Cualitativo y Metodología de la Investigación. Recuperado de <http://peru.tamu.edu/Portals/18/Modules/Paradigmas.pdf>
- Villalobos, J. y Casallas, R. (2006). *Fundamentos de programación: Aprendizaje activo basado en casos* (1ra. ed.). Bogotá: Pearson - Prentice Hall.