SISTEMA EXPERTO PARA LA GESTIÓN DE ESTRATEGIAS DE MOVILIDAD EN EL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ.

YULIANA SALAZAR MONTOYA.

DANIELA CALLE VARGAS.

DIRECTOR:

LEÓN DANIEL JARAMILLO.

Tecnológico de Antioquia

Institución Universitaria

Ingeniería en Software

Medellín, Colombia.

2018

DEDICATORIA

A Familiares, Amigos y compañeros quienes de una manera incondicional estuvieron allí prestos para ayudar, de una u otra forma hicieron lo posible para que este sueño pudiese ser una realidad.

A quienes hoy no están con nosotros pero que su mensaje de persistencia siempre quedo en nosotros de una manera inolvidable.

AGRADECIMIENTOS

En estas pequeñas líneas donde agradecemos en primer lugar a Dios nuestro protector, quien día a día guio nuestros caminos e ilumino nuestros pasos para que tuviéramos la fuerza y energía suficiente para lograr nuestros sueños y metas, a nuestras familias que fueron testigo de nuestro esfuerzo, dedicación y lucha por terminar este ciclo en nuestras vidas, brindándonos apoyo para que fueras cada día mejores, a nuestros amigos por su apoyo incondicional.

A nuestro tutor de trabajo de grado, por su orientación, por el seguimiento y supervisión continua, y aporte de su conocimiento para hacer de este un gran logro, afianzando nuestros conocimientos, gracias

Un agradecimiento muy especial a cada una de las personas que fueron parte de nuestro proceso educativo, docentes que nos compartieron sus conocimientos y ejemplos y así mismo a nuestra Universidad quienes nos recibieron y formaron en estos años de carrera

A todos muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

DEDICATORIA 2
AGRADECIMIENTOS 3
TABLA DE CONTENIDO 4
ÍNDICE DE FIGURAS 6
ÍNDICE DE TABLAS 7
ABREVIATURAS 8
1. INTRODUCCIÓN 9
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 12
3. OBJETIVOS 15
3.1. Objetivo General 15
3.2. Objetivos Específicos 15
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 16
5. MARCO REFERENCIAL 18
6. DESARROLLO DEL PROYECTO 24
6.1. Metodología. 25
6.2. Resumen 25
6.3.1. Modelo de Organización 26
6.3.1.1. OM-1 Problemas y Oportunidades 26
6.2.1.2. OM-2: Descripción del área de interés de la organización 29
-aspectos variables- 29
6.2.1.3. OM-3: Descomposición del proceso de negocio 32
6.2.1.3. OM-4: Activos de conocimiento 35
6.2.1.4. OM-5: Análisis de viabilidad 36
6.2.2. Modelo de Tareas 38
6.2.2.1. TM-1: Análisis de tareas 38
6.2.2.2. TM-2: Análisis de los cuellos de botella del conocimiento 43

6.2.3. Modelo de Agentes 52
6.2.3.1 AM-1: Descripción de agentes..... 52
6.2.4. Modelos de Organización, Tareas y Agentes 54
6.2.4.1. OTA-1: Recomendaciones y acciones de mejora..... 54
6.3. Modelos Conceptuales 55
6.3.1. Modelo de Conocimiento 55
6.3.1.1. KM-1: Modelo de conocimiento 55
6.4. Modelos Técnicos..... 59
6.4.1. Modelo de Diseño 59
6.4.1.1. DM-1: Arquitectura del sistema 59
6.4.1.2. DM-2: Plataforma de implementación..... 60
6.4. Control de Versiones 61
6.5. Pruebas Funcionales..... 61
6.6. Despliegue del Sistema..... 63
6.6.2. Manual de Usuario..... 63
6.6.3. Manual de Instalación 63
7. RESULTADOS 64
8. IMPACTO ESPERADO 66
9. CONCLUSIONES..... 67
REFERENCIAS 69
ANEXOS..... 71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Accidentes de tránsito ocurridos en el valle de Aburrá..... 13
Figura 2 Aumento de vehículos en el valle de Aburrá 14
Figura 3 Diagrama de arquitectura del sistema experto. 24
Figura 4 Organigrama de Transito de Itagüí..... 30
Figura 5 Diagrama de procesos 31
Figura 6 Diagrama de entidad relación..... 56
Figura 7 Diagrama de Actividades..... 57
Figura 8 Diagrama de Componentes..... 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 OM-1 Problemas y Oportunidades 26
Tabla 2 OM-2 Descripción del área de interés de la organización 29
Tabla 3 OM-3 Descomposición del proceso de negocio 32
Tabla 4 OM-4 Activos de conocimiento 35
Tabla 5 OM-5 Análisis de viabilidad 36
Tabla 6 TM-1 Análisis de tareas 38
Tabla 7 TM-2 Análisis de los cuellos de botella del conocimiento 43
Tabla 8 AM-1 Descripción de agentes 52
Tabla 9 OTA-1 Recomendaciones y acciones de mejora 54
Tabla 10 KM-1 Modelo de conocimiento 55
Tabla 11 DM-1 Arquitectura del sistema 59
Tabla 12 DM-2 Plataforma de implementación 60
Tabla 13 Control de versiones 61
Tabla 14 Pruebas funcionales 61

ABREVIATURAS

ANSV: Agencia Nacional de Seguridad Vial.

RIAI: Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial.

RUNT: Registro Único Nacional de Tránsito.

SBC: Sistema basado en conocimiento.

SIMM: Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín.

TIC: Tecnologías de Información y Comunicación.

SQL: Structured Query Language.

IA: Inteligencia Artificial.

SIT: Sistema Inteligente de Transporte.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema inteligente que actualmente utiliza el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, del cual hace parte el municipio de Itagüí, ha sido una herramienta importante para optimizar la red vial, teniendo en cuenta la creciente demanda del parque automotor en los últimos años; (actualmente cerca de un millón de vehículos circula por las vías del Área Metropolitana) (simm - SIMM, 2018). Dicha demanda hace que las vías tengan un incremento en el tráfico vehicular

En el 2017 se realizaron 50 comparendos por conducir en algún grado de embriaguez, 9563 por transitar por sitios y horas prohibidas, 757 por no acatar las normas para conducir motocicleta, 974 por no tener las condiciones técnico-mecánicas o de emisiones contaminantes, entre otras infracciones que suman más de 30 mil comparendos impuestos este año por las autoridades de esta localidad del sur del Valle de Aburrá (Tránsito de Itaguí, 2018).

Uno de los factores que degradan dicha movilidad y que generan caos en el sistema es el no cumplimiento de la normativa por parte de los usuarios, ya que es el más frecuente, por ende, el más difícil de controlar.

Uno de los sistemas más usados y modernos son las foto detección, por medio de cámaras conectadas a la red ubicadas en puntos estratégicos, se asegura el cumplimiento de la norma en la malla vial, los datos recolectados por estas cámaras son analizados y evaluados por un grupo de personas capacitadas por la Secretaría de Movilidad, y luego de evidenciar que la infracción detectada es procedente se genera la sanción y se notifica al infractor (Cámaras de Fotodetección - SIMM, 2013).

Este proceso, aunque innovador, aún tiene varias falencias puesto que los infractores buscan la forma de evitarlo y continuar haciendo mal uso del sistema vial.

Estas falencias se centran en localidades urbanas, tales como la congestión del tráfico y la eliminación de residuo. De este modo las TIC pueden utilizarse para crear

iniciativas de ciudades inteligentes que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos (Macedo, Rodrigues, & Tavares, 2017).

Con base en lo anterior y realizando un análisis de la problemática, surge la necesidad de identificar estrategias de mejora en el número de incidencias de movilidad del municipio de Itagüí, con la implementación de un sistema experto que generará una estrategia dependiendo de las respuestas que responda el usuario, siendo en este caso un funcionario de la Secretaria de Movilidad ya sea agente de tránsito o administrativo.

En el transcurso del presente trabajo, en la definición del problema, se explica cuál es la problemática que se vive en la actualidad sobre la movilidad en el municipio de Itagüí, por medio de gráficas (Figura 1, Figura 2), vemos algunas de las causas principales del alto tráfico vehicular.

Desarrollando los objetivos específicos inicialmente se identificaron las herramientas necesarias existentes para la creación del sistema experto, dichas herramientas se identificaron por medio de consultas en la página web de la Secretaría de Movilidad del Valle de Aburrá y visitando a la oficina de transito del municipio de Itagüí para la recolección de la información necesaria. Tomando como base las herramientas existentes (Cámaras de fotodetección, circuito cerrado de tv, paneles informativos, web 2.0, optimización de semáforos, software gestor), se diseñó un sistema experto que permite elaborar estrategias buscando disminuir el número de incidencias de movilidad. Por último, se implementó un sistema experto para la gestión de estrategias que ayude en la toma de decisiones para disminuir el número de incidencias de movilidad en el municipio de Itagüí.

En la justificación del problema se habla de las causas principales del alto número de incidencias en la movilidad, se evidencia con cifras la mortalidad y accidentalidad en el año 2017 en el Valle de Aburrá, se explica por qué razón es importante la propuesta en este documento (*Sistema experto en la gestión de incidencias en la movilidad del municipio de Itagüí*), con el fin de mejorar en la toma de decisiones en los procesos realizados por la secretaria de tránsito del municipio de Itagüí.

En el marco referencial se habla de las diferentes herramientas que se utilizaron en la realización del software, se evidencian antecedentes de diferentes softwares y trabajos realizados con base en inteligencia artificial e inferencia basada en hechos.

En el desarrollo del proyecto se trabajó con las plantillas CommondKADS (Palma & Roque, 2008), que es la metodología más utilizada para la realización de sistemas expertos por la forma en que se construye el sistema de conocimiento a través de tareas, se utilizaron los ítems más importantes y relevantes para la realización del mismo.

Las siguientes secciones se distribuyen de la siguiente manera: En la Sección 2 se entrega la definición del problema, en la Sección 3 se expone el objetivo específico y los objetivos generales, en la Sección 4 se encuentra la justificación del problema, en la Sección 5 encontramos el marco referencial, en la Sección 6 el desarrollo del proyecto el cual se realizó con la metodología CommonKADS, en las secciones 7 y 8 se encuentran los resultados y el impacto esperado y por último en las secciones 9 y 10 conclusiones y trabajo a futuro.

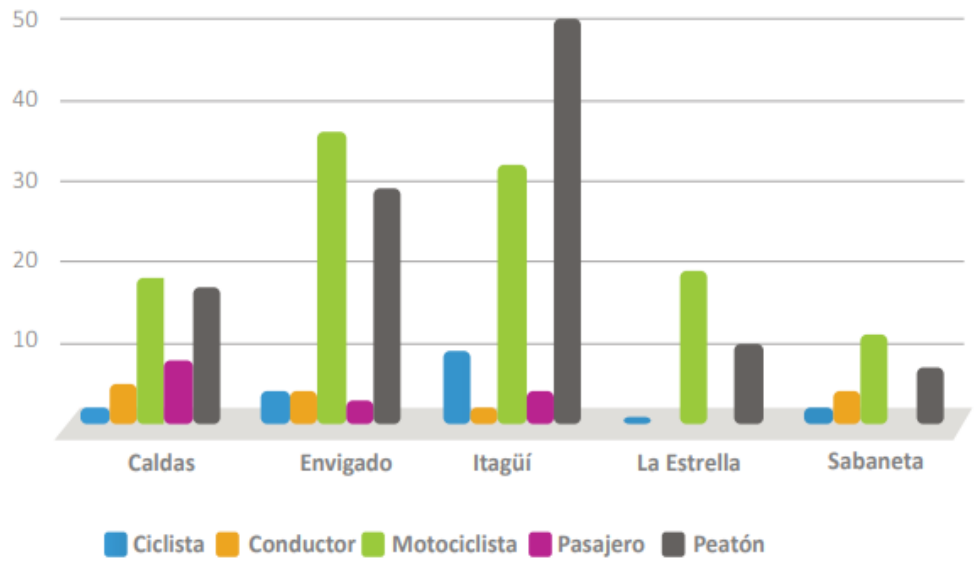
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El sistema vial del Área Metropolitana del Valle de Aburrá es un complejo conjunto de normas, procedimientos, rutas, protocolos y/o adecuaciones constantes las cuales son utilizadas por miles de usuarios al día, todo esto regulado por la Secretaría de Movilidad (Alcaldía de Medellín Anteproyecto plan de desarrollo: Medellín Cuenta con Vos, 2016) de cada municipio, para el Área Metropolitana compuesto por las alcaldías de Barbosa, Girardota, Bello, Envigado, Itagüí, La Estrella, Medellín, Sabaneta y Caldas, debemos iniciar por entender el número tan amplio de usuarios del sistema vial compuesto por varios grupos: Sistemas de transporte público, transporte privado, particulares, entre otros

Cada día es mayor el número de personas que pierden su vida en la vía pública, en muchos casos, debido a la imprudencia de peatones y conductores que no miden sus decisiones y dejan su vida en manos del azar y peor aún de la imprudencia.

En el siguiente gráfico se muestra el alto número de accidentes de tránsito ocurridos, que no sólo influye en el flujo vehicular, sino que muchas veces estos accidentes pueden ser mortales.

Figura 1 Accidentes de tránsito ocurridos en el valle de Aburrá

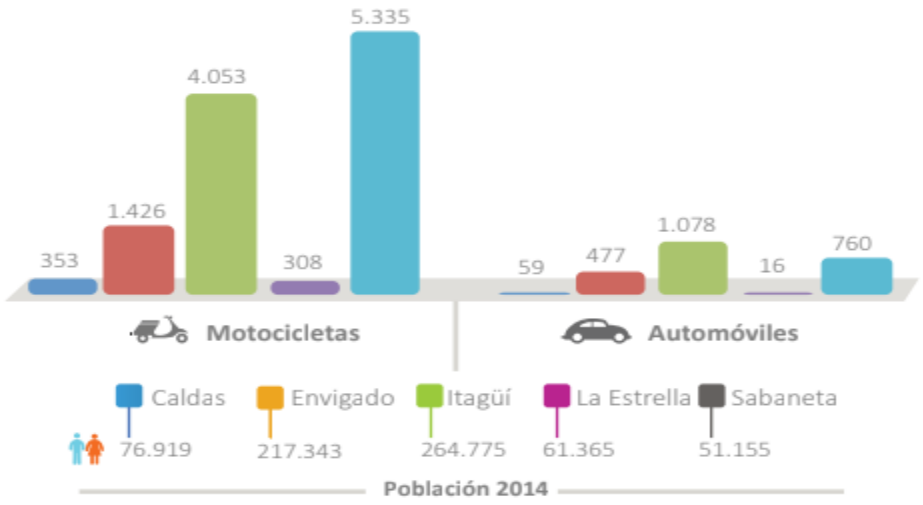


Fuente: Ministerio de Planeamiento (2015).

El aumento del parque automotor es otro de los factores más importantes que afectan dicha movilidad en el municipio de Itagüí, y cada vez ha venido aumentando altamente.

En el siguiente gráfico podemos evidenciar que en el 2014 el número de vehículos particulares ha sido muy elevado.

Figura 2 Aumento de vehículos en el valle de Aburrá



Fuente: Informe de calidad de vida en el Sur del Valle de Aburrá (2014).

Las vías, desastres naturales, perturbación del orden público, condiciones climáticas, eventos públicos, arreglos de infraestructura (acueducto, alcantarillado, telecomunicaciones, red de gas, construcciones, etc.), accidentes de tránsito, aumento del parque automotor, son factores que incrementan el tráfico del municipio de Itagüí y esta es una gran problemática para la movilidad de las personas (Informe de calidad de vida en el Sur del Valle de Aburrá, 2014).

Con la información obtenida de estadísticas de la movilidad actual del municipio de Itagüí, conlleva a la Secretaria de Movilidad a una situación compleja para encontrar estrategias que los ayude a contrarrestar las incidencias actuales en las vías. En este orden de ideas y por las causas mencionadas con anterioridad, el software a realizar ayudará a gestionar estrategias de mejora en el número de incidencias de movilidad en el municipio de Itagüí.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema experto utilizando la infraestructura tecnológica existente en la Secretaría de Movilidad del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (SIMM), que permita identificar estrategias de mejora en el número de incidencias de movilidad del municipio de Itagüí.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las herramientas necesarias existentes para la creación de la base de conocimiento del sistema experto.
- Diseñar un sistema experto que permita elaborar estrategias que busquen disminuir el número de incidencias de movilidad en el municipio de Itagüí tomando como base las herramientas existentes.
- Codificar un sistema experto para la gestión de estrategias que ayude en la toma de decisiones para disminuir el número de incidencias de movilidad en el municipio de Itagüí.

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en el municipio de Itagüí se evidencia un alto número de incidencias en la movilidad, en muchos casos la ausencia de señalización, el desconocimiento de las normas de tránsito y la poca sincronización en los semáforos, hace que la movilidad del municipio sea más lenta y que en las horas pico, se generen más número de accidentes y de infracciones. En general, en el Área Metropolitana se encuentran vías con grandes problemas de conexión, congestión y accesibilidad, esto ha ayudado a que la movilidad tenga gran dificultad, incluso en las horas diferentes a las de mayor flujo vehicular (Dalgleish et al., 2007).

En Antioquia, en el 2017, 939 personas murieron en las vías, según datos de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2018). Esto convierte al departamento con más muertes en accidentes de tránsito en 2017. Este fenómeno de alta accidentalidad se aumenta también en el Valle de Aburrá, en donde, según datos del RUNT revelados por EL TIEMPO, están cuatro de los diez municipios con más accidentalidad del país (Registro Nacional de Accidentes de Tránsito | RUNT, 2017).

Los accidentes de tránsito en el Área Metropolitana son muy significativos a nivel nacional, hay estadísticas que muestran datos exactos más cuando en esta zona se centran varios municipios. “total de 41.667 accidentes de tránsito en el 2017. Los otros municipios son Bello (quinto lugar), Envigado (noveno) e Itagüí (décimo).En Itagüí, por su parte, se presentaron 3.117 accidentes en 2017” (Accidentalidad vial en Itagüí, 2017).

A través de la infraestructura tecnológica de Secretaría de Movilidad del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se busca aprovechar las herramientas existentes para implementar un sistema experto que nos permita identificar estrategias y así mejorar las incidencias de movilidad vehicular del municipio, de esta manera identificar

cómo funciona y cuáles son las desventajas del sistema inteligente de movilidad (SIMM) y así contribuir para la mejora de un sistema más eficiente.

Con la propuesta de implementación de dicho sistema es necesario observar el comportamiento vehicular. (Huecos, carriles irregulares, semáforos, sentido de las vías, entre otros) que afecten el flujo vehicular (vehículos que no cumplen la normatividad de tránsito y peatones que no son conscientes de las recomendaciones de seguridad), con el fin de mejorar el material de entrada en los procesos de toma de decisión en el municipio de Itagüí.

Con la implementación de este sistema experto, se busca mejorar la ejecución de toma de decisiones para los agentes de tránsito, y de esta manera ayudar de una forma indirecta a la movilidad, ya que se obtendría de una manera más fácil y ágil una estrategia a muchos de los incidentes de tráfico que se presentan en el municipio de Itagüí, logrando de esta manera una movilidad sostenible y eficaz.

5. MARCO REFERENCIAL

Luego de tener claro los objetivos, la metodología y herramientas a utilizar para cumplir con el desarrollo de un sistema experto para la gestión de estrategias de movilidad, se identifica y se analiza a fondo cada uno de los conceptos.

Como punto importante de la profundización de la documentación del proyecto a implementar se da a conocer las influencias e importancia que tiene en la sociedad en la economía en las familias

De la buena práctica que se tenga a la hora de definir la documentación depende la claridad, cuando se toman los conceptos escritor para convertirlos en un ejecutable, es en este marco referencias donde se redacta lo que es el sistema experto

5.1. Herramientas

Es la definición de las herramientas a emplear uno de los temas más fundamentales en toda la documentación del proyecto, donde se define la base con la que se van a cumplir los objetivos, y así facilitar la ejecución en el desarrollo del sistema experto, son las herramientas aquí enumeradas que conceptualizan de lo que será el sistema internamente, las que informan del proceso a seguir para tener un proyecto completo, claro y eficiente a la hora de ejecutar, son definiciones desde la base escogida, del lenguaje de programación a utilizar, y la librería a emplear.

5.1.1. Sistemas expertos basados en reglas: En nuestra vida diaria encontramos muchas situaciones complejas gobernadas por reglas deterministas: sistemas de control de tráfico, sistemas de seguridad, transacciones bancarias, etc. Los sistemas basados en reglas son una herramienta eficiente para tratar estos problemas. Las reglas deterministas constituyen la más sencilla de las metodologías utilizadas en sistemas expertos. La base de conocimiento contiene las variables y el conjunto de

reglas que definen el problema, y el motor de inferencia obtiene las conclusiones aplicando la lógica clásica a estas reglas (Gutierrez, 2008).

5.1.2. JESS: Fue desarrollado como una herramienta para el soporte de la investigación en el marco de los sistemas inteligentes en Internet. El lenguaje JESS es una variante de CLIPS, el cual, posee una historia exitosa en el desarrollo de sistemas expertos. JESS soporta razonamiento basado hacia delante y hacia atrás e interfaces directas de objetos de Java brindando todas las características de desarrollo del lenguaje de programación Java (Lilia & Guti, 2007).

5.1.3. Java: Su sintaxis es muy parecida a la de C o C++, e incorpora como propias algunas características que en otros lenguajes son extensiones: gestión de hilos, ejecución remota, etc. Java es un lenguaje orientado a objetos (OO). En un programa Java podemos distinguir varios componentes las clases, los campos y las variables, los métodos, los constructores, los paquetes, tipo enumerado, modificadores de acceso, imports estáticos, argumentos variables, metainformación o anotaciones, y ejecución de las clases; adicional también usa herencia e interfaces, estructura de datos (Kelmansky, 2006).

5.1.4. SQL SERVER: SQL Server es un entorno integrado para obtener acceso, configurar, administrar y desarrollar todos los componentes de SQL Server. Combina un amplio grupo de herramientas gráficas con una serie de editores de script enriquecidos que permiten a desarrolladores y administradores de todos los niveles obtener acceso SQL Server(Microsoft, 2014).

5.1.5. Javax.rulex: También conocido como JSR-94, es una API de tiempo de ejecución de Java para los motores de reglas. Proporciona un modelo muy simple de interacción con el propio motor de reglas y un mecanismo algo más complejo para administrar conjuntos de reglas (Jess, el motor de reglas para la plataforma Java - La API javax.rules, 2018)

5.2. Antecedentes.

La programación lógica se ha mantenido como uno de los principales paradigmas dentro de las investigaciones en el área de la inteligencia artificial, ya que estudia el uso de la lógica para plantear problemas y controlar las reglas de inferencia para arrojar una solución a dicho problema (K. Castro & Rojas, 2018). Por lo tanto, esta programación lógica es fundamental para la realización de este proyecto (*Sistema experto en la gestión de incidencias en la movilidad del municipio de Itagüí*), ya que nos ayuda a la realización de la base de conocimiento para obtener como solución las diferentes estrategias propuestas.

En este artículo proponen la elaboración de un modelo agente lógico con inferencia basada en hechos (Bergolla, Bárbaro, Acosta, & Ramírez, 2017), se implementó en el desarrollo de un sistema inteligente para la resolución práctica de problemas en la Inteligencia Artificial de la universidad de las ciencias informáticas, propusieron una arquitectura en el modelo BDI, mostrando el funcionamiento del modelo lógico basado en hechos, que determina a partir de apreciaciones, el peso de cada atributo aplicando elementos de la teoría de la información, además, actualiza los valores de las apreciaciones de cada valor al realizar nuevas inferencias e incorporar nuevos casos a la base de conocimiento.

al artículo “Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y administración del transporte”(Julián & Lina, 2015). Habla sobre la importancia que ha traído consigo la implementación de las nuevas tecnologías a los diferentes mecanismos de transporte, brindando ventajas como por ejemplo la reducción de costos y brindando una mayor seguridad a los usuarios reduciendo cifras de contaminación, convirtiendo ambientes sostenibles. Resaltando de esta manera que actualmente la reducción de tráfico y de contaminación se encuentra relacionada con los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT’s), de esta manera se logra una movilidad más eficiente ya que se encuentran bajo la implementación de diferentes dispositivos en puntos estratégicos de la ciudad.

En el artículo “Sistema de detección de señales de tráfico para la localización de intersecciones viales y frenado anticipado” Se expone un “método que está basado en la segmentación por color sobre el espacio RGB (modelo de color basado en la síntesis aditiva, con el que es posible representar un color mediante la mezcla por adición de los 3 colores primarios). Este sistema está especializado en 2 tipos de señales: Una de ellas es disco ‘pare’ y triángulo invertido ‘ceda el paso’, donde lo comparan con el método Viola & Jones (algoritmo de detección facial), donde verifican la capacidad de detección desde diferentes distancias, con un resultado del 100% para distancias inferiores a 30 metros” (Villalón-Sepúlveda, Torres-Torriti, & Flores-Calero, 2017).

La gestión del tráfico urbano es una de las principales preocupaciones de las grandes ciudades del mundo, debido a sus impactos negativos en la sociedad. Se propusieron varios enfoques de control de señales de tráfico basados en técnicas de inteligencia artificial o en teoría de control como alternativas para mitigar este problema. Sin embargo, es un desafío alcanzar una buena solución. El artículo “Adaptive traffic signal control base on bio-neuronal network” (G. B. Castro, Hirakawa, & Martini, 2017),el cual propone una red neuronal adaptativa con inspiración biológica que recibe el estado del sistema y puede cambiar el comportamiento del esquema de control, así como el orden de las fases del semáforo, en lugar de las basadas en ciclos prefijados.

El sistema de fotodetección (simm - SIMM,2018) actual en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá es uno de los componentes más importantes para el sistema inteligente de transporte, aumentando el rango de cobertura para el resguardo de la seguridad vial, los métodos antes mencionados en los artículos de la investigación, son de gran ayuda para implementar el sistema experto que mejore las incidencias de movilidad en el municipio de Itagüí, ya que gracias a dichos métodos se pueden mitigar las infracciones de muchos usuarios y obtener una movilidad más fluida con menos índices de accidentalidad.

El sistema de movilidad en las ciudades y municipios grandes como Itagüí es muy importante, ya que cada vez aumentan más los vehículos matriculados, las

infraestructuras son pequeñas; hay varias entidades que quieren apuntar y mirar este tema para relacionarlo con la tecnología como lo es la empresa Quipux, que es una entidad que resuelve problemas de tránsito vehicular, el cual apoya la gestión de los gobiernos con soluciones. “Esto se logra con la operación de servicios de tránsito que integran múltiples plataformas y canales de atención al ciudadano, servicios disponibles para todos, en diferentes puntos de la ciudad y con atención en horarios extendidos a través de modelos de asociación público-privada, Quipux opera con los gobiernos los servicios al ciudadano” (QUIPUX,2018).

Estudiantes de Centro de Transporte de la Universidad de California hicieron una investigación con el objetivo de implementar un novedoso enfoque de solución basada en inteligencia artificial para brindar soporte a las decisiones del tránsito en sistemas integrados de gestión de tráfico en las vías. Es primordial para la operación de la mayoría de los proyectos del Sistema Inteligente de Vehículos y Carreteras, sistemas avanzados para la vigilancia, el control y la gestión de autopistas y vías integradas. Una de las principales preocupaciones en el desarrollo de Smart Roads (Kelly, 2014),es la provisión de asistencia para la toma de decisiones para el personal del centro de gestión de tráfico, en particular para abordar el alto flujo vehicular en las vías principales.

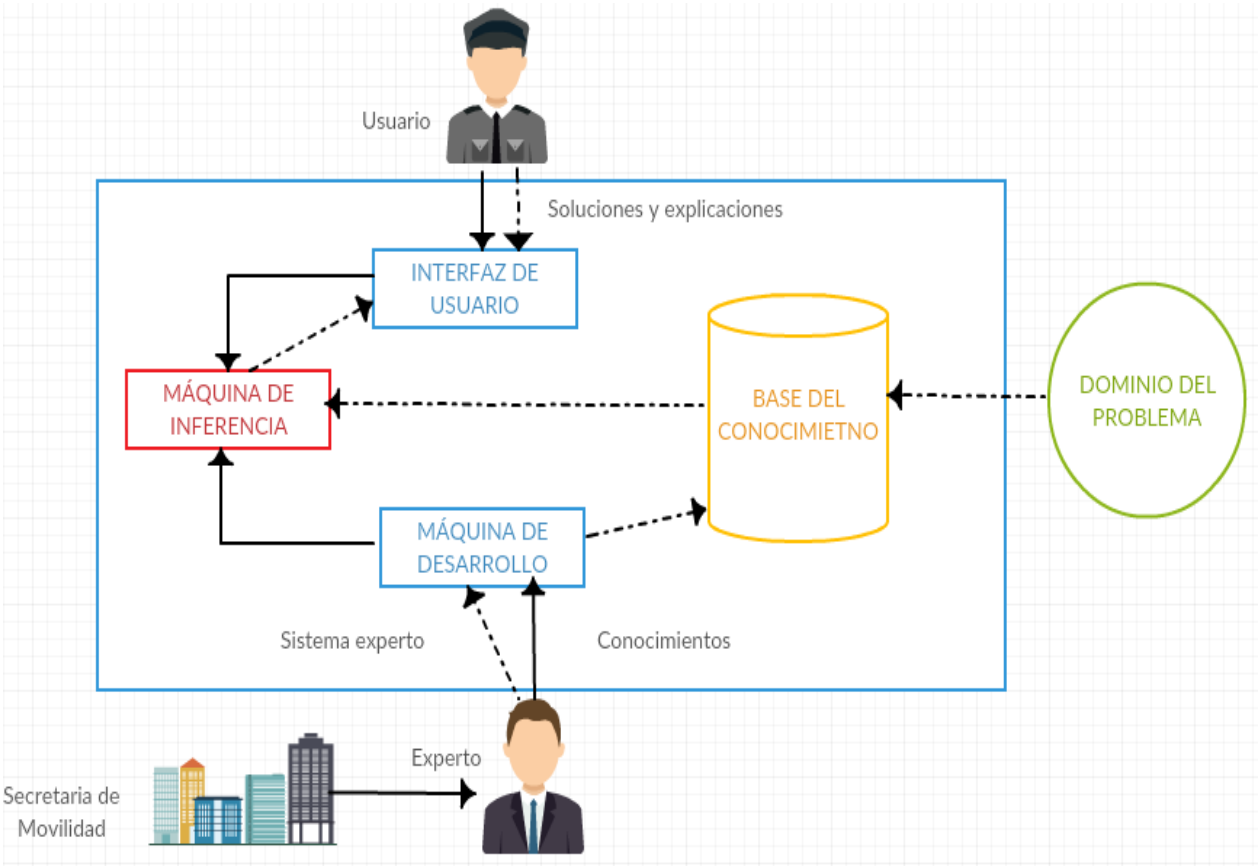
El apoyo de decisiones para el personal de control de movilidad, es necesario para detectar, verificar y desarrollar efectivamente estrategias de respuesta para incidentes de tráfico. Estos son eventos que interrumpen el flujo vehicular y causan congestión. El alto tráfico vehicular puede ser causado por accidentes, vehículos detenidos o averiados, actividades de mantenimiento y construcción, semáforos en mal estado entre otros

En el artículo “MAS-CommonKADS para el desarrollo de un Sistema Multiagente de Información de Recomendación de Rutas de Transporte: SINRUT”(Marín, Morales, María, Correa, Ríos, Luisa, & Aguilar, Londoño, Luis, 2014) , hablan de los principales inconvenientes que tiene los ciudadanos de la ciudad de Medellín para el uso del

transporte público, teniendo como el factor más importante el desconocimiento de las rutas de transporte junto con sus recorridos, para esta problemática los autores plantearon la implementación de un sistema multiagente (SMA), para la recomendación de rutas de transporte en el traslado de un lugar a otro en la ciudad de Medellín, utilizando como herramientas para el desarrollo JADE y Protégé sobre la plataforma Java.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

Figura 3 Diagrama de arquitectura del sistema experto.



6.1. Metodología.

Como se mencionó en la introducción para la ejecución del desarrollo de proyecto se utilizan técnicas convencionales de la ingeniera como lo es CommonKADS, metodología para sistemas de gestión de conocimiento, y sistemas basados en reglas (Palma & Roque, 2008), los cuales constituyen un campo de estudio importante dentro de la inteligencia artificial (IA), ya que proporcionan un medio eficaz para difundir razonamientos específicos. Ya que en nuestra vida cotidiana nos encontramos con muchos casos que están representados por reglas deterministas. Algunos ejemplos de estas situaciones son el control del tráfico de vehículos, de las transacciones bancarias, etc.

En esta metodología todo se desarrolla a partir de tareas e intervención de agentes, que recoge todos los aspectos importantes para que el sistema experto sea exitoso, donde internamente se manejan módulos o platillas relacionadas entre sí que se complementa de acuerdo a la documentación y herramientas proyectadas para el desarrollo de dicho sistema experto.

Se identifican herramientas propias y necesarias para la creación del software, teniendo en cuenta asesorías y consultas tomadas de las visitas a la Secretaria de Movilidad y así generar una buena proyección del uso del sistema experto siendo más completo en el momento de generar una estrategia.

6.2. Resumen

Se propone desarrollar un sistema experto que identifique nuevas estrategias para mejorar el número de incidentes de movilidad en el municipio de Itagüí, utilizando la infraestructura tecnológica existente de la Secretaría de Movilidad, con el fin que a través de estas herramientas tecnológicas se coopere en la mejora de un campo tan influyente como es el transporte.

6.3. Modelos Contextuales

6.3.1. Modelo de Organización

6.3.1.1. OM-1 Problemas y Oportunidades

Tabla 1 OM-1 Problemas y Oportunidades

Modelo de Organización	**Plantilla OM-1: Problemas y oportunidades**
PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES	**Problemas:** ● Vías en mal estado ● Semáforos Dañados ● Conductores imprudentes ● Conductores apresurados ● Horas de pico y placa ● Arreglos en las vías ● Vehículos mal parqueados ● Conductores no capacitados ● Conductores ebrios **Oportunidades:** ● Herramientas tecnológicas ● SIMM como referente ● Planes de mejora ● Promociones
CONTEXTO ORGANIZATIVO	**Misión:** “Impulsar el desarrollo armónico de su territorio enmarcado en las demandas del progreso; garantizar la provisión de bienes y servicios de consumo colectivo esenciales para una vida digna; posibilitar el desarrollo de sus habitantes a escala

	humana, social y cultural; y promover espacios de participación, solidaridad, honestidad, transparencia y respeto por las diferencias, en el ámbito de los principios, derechos y deberes ciudadanos” (Alcaldía de Itagüí, 2018). **Visión:** “En el año 2025 Itagüí será un municipio territorial y socialmente equilibrado, con un avance significativo en el cierre de sus brechas y menos contradicciones en su desarrollo. Un municipio industrial, comercial y de servicios; competitivo y productivo; social y culturalmente responsable, equitativo, seguro y pacífico; educado, saludable, incluyente y que reconoce sus grupos poblacionales, con énfasis en la garantía de derechos de la infancia, adolescencia y juventud. Con gobernanza y articulado en lo urbano – rural; integrado y con desarrollo regional sustentable; fortalecido institucionalmente para un buen gobierno y servicios con calidad. Itagüí, la ciudad de la alegría, que avanza con equidad para todos”(Alcaldía de Itagüí, 2018). **Metas:** “Luego de la conmemoración de los 50 años de la Secretaría de Movilidad del municipio de Itagüí, se espera aumentar su cuerpo de control en mínimo 30 agentes más para cubrir las necesidades de la comunidad y del territorio municipal; además, de la modernización general de instalaciones, parque automotor, señalización, semaforización, hardware y software para así poder ofrecer todos los servicios relacionados en un municipio de primera categoría como

	este, y poder entrar en la tónica de las secretarías de tránsito del Área Metropolitana. Pretendemos crear el COMITÉ DE SEGURIDAD VIAL que esté conformado por un supervisor, agentes de tránsito, subsecretario de tránsito, educador vial y profesional en el área de movilidad; donde podamos identificar los puntos neurálgicos, críticos de movilidad y accidentalidad del municipio con el ánimo de educar a los ciudadanos y disminuir los índices de accidentalidad que hoy son elevados" (Secretaría de Movilidad | Metas y Expectativas, 2018).
	Factores Externos ● Ciudadanos imprudentes ● Fuertes lluvias e inundaciones ● Deslizamientos ● Vehículos en mal estado varados en la vía
	Estrategia general de la organización dentro del negocio La formulación de los proyectos a realizar se enmarca dentro de las siguientes estrategias generales de actuación: ● Fortalecimiento institucional ● Inversión en infraestructura vial. ● Estímulo a modos de transporte no motorizado. ● Utilización de herramientas de gestión de la movilidad y del tránsito ● Fortalecimiento del sistema de transporte público colectivo de pasajeros. ● Manejo del transporte de carga La estrategia de fortalecimiento planteada por la organización

	es estar enfocada en la actualización de cada una de las herramientas utilizadas en el tema de movilidad, y el proyecto principal es que la Secretaria de Movilidad como autoridad de las novedades que suceden en la vía y así mismo todo lo relacionado con la movilidad en las calles del municipio es poder tener una coordinación correcta de todo los casos y la información que sea importante para ellos.
SOLUCIONES	El tránsito junto con la alcaldía se unen para realizar proyectos de solución para la comunidad en el cuidado de las vidas en la vía, invirtiendo, en que las calles estén en buen estado que la señalización sea la adecuada y correcta, los semáforos funcionando, así mismo haciendo talleres y capacitaciones a la comunidad de buena movilidad a los conductores de carros, motos y bicicletas y también a los transeúntes, campañas de cultura en las vías, publicidad en puntos estratégicos de cultura y cuidado, y concientización de lo importante que es la vida en de las personas en las vías

6.2.1.2. OM-2: Descripción del área de interés de la organización

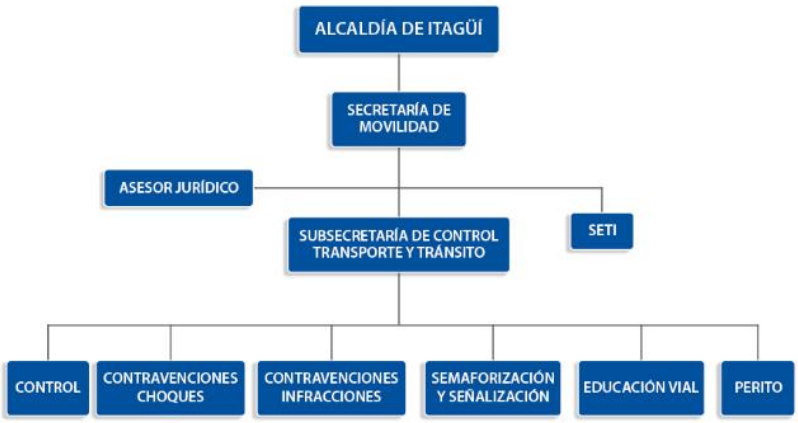
-aspectos variables-

La siguiente tabla es parte del modelo de negocios donde se puede visualizar la estructura y jerarquía de la organización, así como sus procesos.

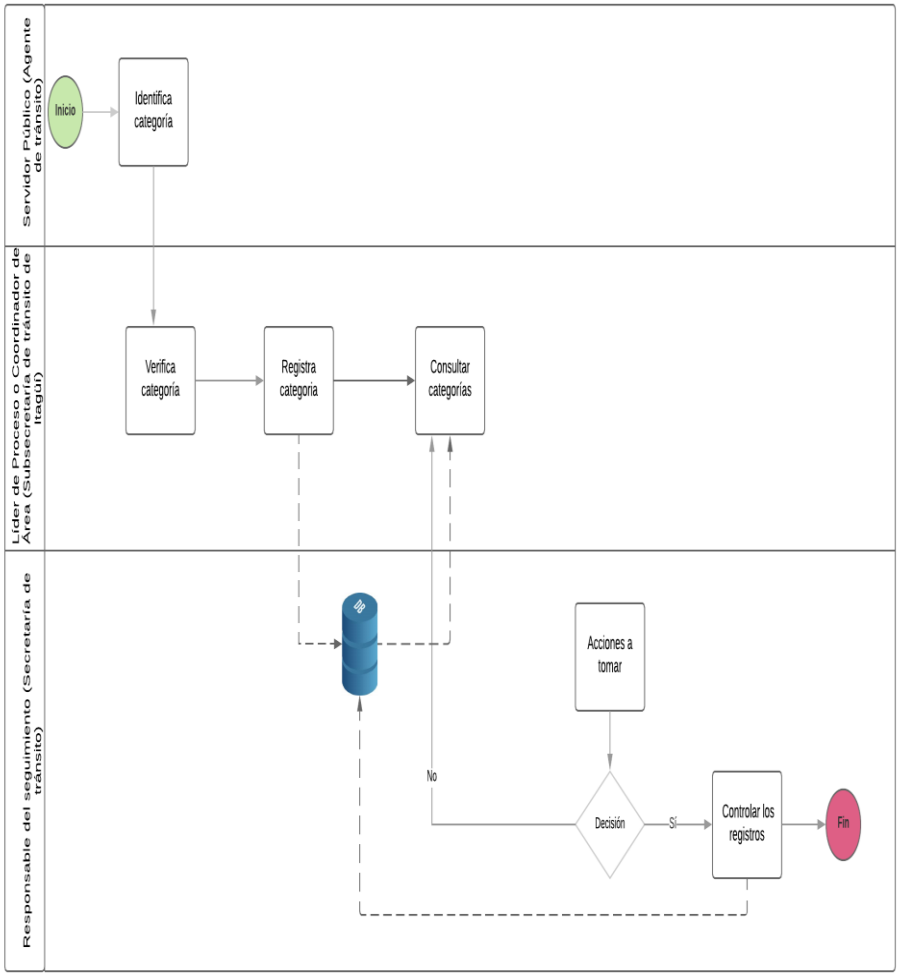
Tabla 2 OM-2 Descripción del área de interés de la organización

Modelo de Organización	Plantilla OM-2: Descripción del área de interés de la organización
ESTRUCTURA	

Figura 4 Organigrama de Transito de Itagüí



(Secretaría de Movilidad | Organigrama institucional, 2018)

PROCESOS	**Categoría:** El estudio se refiere por categoría a las áreas (choques, infracciones, semaforización, educación vial) de la Secretaría de Movilidad de Itagüí donde se verifica, registra y consulta cada tipo de infracción o proceso de movilidad. *Figura 5 Diagrama de procesos* 
PERSONAL	**El personal que interviene es:** ● **Secretaria de Movilidad**: Funcionarios de la Secretaria de Movilidad del municipio de Itagüí

	● **Subsecretaria de control trasporte y transito:** Funcionarios de la subsecretaria que están en las vías del municipio de Itagüí.
RECURSOS	**Recursos:** ● Personas: Funcionario tránsito, Desarrolladores ● Equipo: Dos equipos, Herramientas a utilizar ● Sistemas de información: Estadísticas informadas por el tránsito, reglas de los casos más presentados ● Capacitación del uso de las herramientas.
CONOCIMIENTO	Conocimientos de la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, que internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito.
CULTURA Y POTENCIAL	La cultura del tránsito de municipio de Itagüí es brindar a los visitantes del municipio un servicio de calidad, comprometidos con la seguridad vial y protección de la vida en las vías potenciando campañas de educación vial, señalización y semáforos en orden y con disposición de acuerdo a las necesidades requeridas por los habitantes (Alcaldía de Itagüí, 2017)

6.2.1.3. OM-3: Descomposición del proceso de negocio

Los procesos identificados en la plantilla anterior se descomponen en diferentes tareas más pequeñas.

Tabla 3 OM-3 Descomposición del proceso de negocio

Modelo de Organización	**Plantilla OM-3: Descomposición del proceso de**

			negocio			
NO	**TAREA**	**REALIZADA POR**	**¿DÓNDE?**	**CONOCIMIENTO**	**¿INTENSIVA?**	**IMPORTANCIA**
1	Identificar Categorías	Agente de transito	En la vías del municipio de Itagüí	Conocimiento personal Conocimiento como agente de la movilidad en el municipio de Itagüí	Si	5/5
2	Verificar categoría	Subsecretaria de control trasporte y tránsito.	Oficinas de la subsecretaria del tránsito del municipios de Itagüí	Conocimiento de la identificación de la categoría. Conocimiento en incidentes de tránsito del municipio de Itagüí Conocimiento en la funcionalidad de la herramienta	Si	5/5
3	Registrar categoría	Subsecretaria de control trasporte y tránsito.	Oficina de subsecretaria para ingresar los registros al	Conocimiento de la identificación de la categoría. Conocimiento	Si	5/5

			sistema experto.	de la verificación de categoría Conocimiento en la funcionalidad de la herramienta		
4	Consultar categorías	Subsecretaria de control trasporte y tránsito.	Oficina de subsecretaria para la consulta a al sistema experto.	Conocimiento en la funcionalidad de la herramienta Conocimiento del registro de las categoría	Si	5/5
5	Acciones a tomar	Secretaria de Movilidad	Oficina de Secretaria de Movilidad	Conocimiento personal Conocimiento general de las categorías de acuerdo al organigrama Conocimiento de las categorías registradas y consultadas	Si	5/5

6	Control de los registros	Secretaria de Movilidad	Oficina de Secretaria de Movilidad	Conocimiento y autoridad en estrega de información Conocimiento de las categorías Conocimiento personal de confidencialidad	Si	4/5

6.2.1.3. OM-4: Activos de conocimiento

Tabla 4 OM-4 Activos de conocimiento

Modelo de Organización			**Plantilla OM-4: Activos de conocimiento**			
RECURSO DE CONOCIMIENTO	**PERTENECE A**	**USADO EN**	**¿FORMA ADECUADA?**	**¿LUGAR ADECUADO?**	**¿TIEMPO ADECUADO?**	**¿CALIDAD ADECUADA?**
Conocimiento de los incidentes de tránsito en el municipio de Itagüí	Secretaria de Movilidad	1,2, 3,4	Si	Si	Si	No
Conocimiento del aumento de vehículos en circulación	Secretaria de Movilidad	1,2	Si	No	Si	No
Conocimiento Personal	Funcionarios de transito	1,2, 3,4, 5,6	Si	Si	Si	Si
Conocimiento de	Secretari	1,2,	No	Si	Si	Si

la cultura de los ciudadanos que transitan en la vías	a de tránsito y subsecretaria	5,6				
Conocimiento de la experiencias vidas en la vía	Subsecretaria de control trasporte y transito	1,2, 3,4, 5,6	No	Si	Si	No
Conocimiento de la atención de casos de incidente de transito	Subsecretaria de control trasporte y transito	1,2, 3,4, 5,6	No	Si	Si	Si

6.2.1.4. OM-5: Análisis de viabilidad

En la siguiente plantilla se describe la viabilidad del proyecto a nivel general.

Tabla 5 OM-5 Análisis de viabilidad

Modelo de Organización	Plantilla OM-5: Análisis de viabilidad
VIABILIDAD EMPRESARIAL	**Valor agregado:** El sistema experto identifica las estrategias de mejora del número de incidencias de movilidad en el municipio de Itagüí, dicha aplicación será de ayuda para el tránsito de Itagüí, teniendo como referente lo significativo que es la movilidad para la comunidad, brindando una herramienta moderna que aporte el desarrollo de dicha área. **Beneficios tangibles:** • Mejora productividad de la organización

	• Mejora productividad de los empleados de la organización • Reduce costos de servicios • Reduce tiempos • Mejora la toma de decisiones • Más rápido el servicio de la organización **Beneficios intangibles:** ● Mejorar los incidentes de tránsito del municipio de Itagüí ● Beneficios para los ciudadanos ● Ahorro de tiempo y esfuerzos ● Facilitar la generación de estrategias de mejoras
VIABILIDAD TÉCNICA	• Se requiere un sistema experto que brinde funcionalidad, escalabilidad, confiabilidad, compatibilidad y facilidad de operación. • Como características mínimas del desarrollo del sistema experto, se requiere un programa con interfaz gráfica amigable y fácil de utilizar para los usuarios • Desarrollo de sistemas expertos basados en reglas, conocimiento en el manejo de herramientas como Java, SQL y JESS.
VIABILIDAD DEL PROYECTO	**Metodología a utilizar** En la viabilidad del proyecto, se utiliza la programación basada en reglas, Para que el proyecto cumpla sus objetivos se tendrá en cuenta los siguientes aspectos • Definición de hechos • Definición de reglas • Interacción con el sistema

	• Base de conocimiento • Tabla de seguimiento **Riesgos administrativos** • Falla en la confidencialidad de datos, divulgando información personal. • Mala planificación en la implementación del sistema experto.
ACCIONES PROPUESTAS	• Recolección de información de los incidentes de tránsitos presentados en el municipio de Itagüí • Gestión del proyecto • Desarrollo del aplicativo en Java JESS y SQL • Desarrollo de la base de conocimiento • Cumplimiento de los objetivos propuestos

6.2.2. Modelo de Tareas

6.2.2.1. TM-1: Análisis de tareas

Se realiza una copia de la siguiente tabla para cada una de las tareas a intervenir directamente con el sistema experto.

Tabla 6 TM-1 Análisis de tareas

Modelo de Tareas	Plantilla TM-1: Análisis de tareas
TAREA	1. Identificar categoría
ORGANIZACIÓN	Subsecretaria de control trasporte y tránsito.
OBJETIVO Y VALOR	**Objetivo:** Identificar las categorías de acuerdo a los acontecimientos en la vía
DEPENDENCIA Y FLUJOS	2,3,4,5,6
OBJETOS	**Base de conocimiento**

MANIPULADOS	• Es un accidente de transito • Vía • Semáforo
TIEMPO Y CONTROL	**Frecuencia**: Todos los días **Precondición**: Tener acceso.
AGENTES	Subsecretaria de control trasporte y tránsito. Agente de transito

Modelo de Tareas	Plantilla TM-1: Análisis de tareas
TAREA	2. Verificar categorías
ORGANIZACIÓN	• Sistema experto • Subsecretaria de control trasporte y tránsito.
OBJETIVO Y VALOR	**Objetivo:** Verificar las categorías entregadas en la identificación
DEPENDENCIA Y FLUJOS	1,3,4,5,6
OBJETOS MANIPULADOS	**Base de conocimiento** • Es un accidente de transito • Vía • Semáforo
TIEMPO Y CONTROL	**Frecuencia**: Todos los días **Precondición**: Tener acceso
AGENTES	Subsecretaria de control trasporte y tránsito.

Modelo de Tareas	Plantilla TM-1: Análisis de tareas
TAREA	3. Registrar categorías
ORGANIZACIÓN	• Sistema experto • Subsecretaria de control trasporte y tránsito.
OBJETIVO Y VALOR	**Objetivo:** Registrar categorías identificadas y verificadas al sistema experto
DEPENDENCIA Y FLUJOS	1,2,4,5,6
OBJETOS MANIPULADOS	**Base de conocimiento** • Es un accidente de transito • Vía • Semáforo
TIEMPO Y CONTROL	**Frecuencia**: A diario **Precondición**: Tener acceso
AGENTES	Subsecretaria de control trasporte y tránsito Sistema experto

Modelo de Tareas	Plantilla TM-1: Análisis de tareas
TAREA	4. Consultar categorías
ORGANIZACIÓN	• Sistema experto • Subsecretaria de control trasporte y tránsito.

OBJETIVO Y VALOR	**Objetivo:** Consulta de categorías registradas de acuerdo a la necesidad.
DEPENDENCIA Y FLUJOS	1,2,3,5,6
OBJETOS MANIPULADOS	**Base de conocimiento** • Es un accidente de transito • Vía • Semáforo
TIEMPO Y CONTROL	**Frecuencia**: Todos los días **Precondición**: Tener acceso.
AGENTES	Sistema experto Subsecretaria de control trasporte y tránsito

Modelo de Tareas	Plantilla TM-1: Análisis de tareas
TAREA	5. Acción a tomar
ORGANIZACIÓN	• Secretaria de Movilidad
OBJETIVO Y VALOR	**Objetivo:** Toma de decisiones de acuerdo a las estrategias generadas por las categorías registradas
DEPENDENCIA Y FLUJOS	1,2,3,4,6

OBJETOS MANIPULADOS	**Base de conocimiento** • Es un accidente de transito • Vía • Semáforo
TIEMPO Y CONTROL	**Frecuencia**: Todos los días **Precondición**: Tener acceso.
AGENTES	Secretaria de Movilidad

Modelo de Tareas	Plantilla TM-1: Análisis de tareas
TAREA	6. Control de los registros
ORGANIZACIÓN	• Secretaria de Movilidad
OBJETIVO Y VALOR	**Objetivo:** Controlar la publicación de las estrategias para cada categoría registrada.
DEPENDENCIA Y FLUJOS	1,2,3,4,5
OBJETOS MANIPULADOS	**Base de conocimiento** • Es un accidente de transito • Vía • Semáforo
TIEMPO Y CONTROL	**Frecuencia**: Todos los días **Precondición**: Tener acceso.

AGENTES	Secretaria de Movilidad

6.2.2.2. TM-2: Análisis de los cuellos de botella del conocimiento

Para cada activo de conocimiento descrito en la plantilla OM-4 directamente relacionado con el SBC a implementar, se diligencia una copia de la siguiente tabla.

Tabla 7 TM-2 Análisis de los cuellos de botella del conocimiento

Modelo de Tareas	**Plantilla TM-2: Análisis de cuellos de botella del conocimiento**	
NOMBRE	Conocimiento de los incidentes de tránsito en el municipio de Itagüí	
POSEÍDO POR	Secretaria de Movilidad	
USADO EN TAREA	1,2,3,4	
DOMINIO	Ingeniería	
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Formal, riguroso	Si	
Empírico, cuantitativo	Si	
Heurístico, sentido común	No	
Altamente especializado, específico del dominio	No	
Basado en la experiencia	Si	Herramientas actualmente utilizadas
Basado en la acción	Si	
Incompleto	Si	Siempre faltan datos precisos ocurridos en un incidente

Incierto, puede contener incorrecciones	Si	
Bastante cambiante	Si	De acuerdo al caso
Difícil de verificar	Si	Contra partes
Tácito, difícil de transferir	No	
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Mental	Si	
Papel	No	
Electrónico	Si	
Habilidades	Si	
Otras		
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Limitaciones de tiempo	Si	
Limitaciones de espacio	No	
Limitaciones de acceso	No	
Limitaciones de calidad	No	
Limitaciones de forma	No	

Modelo de Tareas	**Plantilla TM-2: Análisis de cuellos de botella del conocimiento**	
NOMBRE	Conocimiento del aumento de vehículos en circulación	
POSEÍDO POR	Secretaria de Movilidad	
USADO EN TAREA	1,2	
DOMINIO	Ingeniería	
Naturaleza del	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?

conocimiento		
Formal, riguroso	Si	
Empírico, cuantitativo	Si	Datos estadísticos
Heurístico, sentido común	No	
Altamente especializado, específico del dominio	No	
Basado en la experiencia	No	
Basado en la acción	Si	
Incompleto	Si	El dominio de movilidad es muy amplio
Incierto, puede contener incorrecciones	Si	
Bastante cambiante	Si	
Difícil de verificar	Si	
Tácito, difícil de transferir	Si	
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Mental	Si	
Papel	No	
Electrónico	No	
Habilidades	Si	
Otras		
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Limitaciones de tiempo	Si	
Limitaciones de espacio	No	
Limitaciones de acceso	No	

Limitaciones de calidad	Si	
Limitaciones de forma	Si	

Modelo de Tareas	**Plantilla TM-2: Análisis de cuellos de botella del conocimiento**	
NOMBRE	Conocimiento personal	
POSEÍDO POR	Funcionarios de transito	
USADO EN TAREA	1,2,3,4,5,6	
DOMINIO	Ingeniería	
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Formal, riguroso	No	
Empírico, cuantitativo	No	
Heurístico, sentido común	Si	
Altamente especializado, específico del dominio	No	
Basado en la experiencia	Si	
Basado en la acción	Si	
Incompleto	No	
Incierto, puede contener incorrecciones	Si	
Bastante cambiante	Si	
Difícil de verificar	No	
Tácito, difícil de transferir	No	
Naturaleza del	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?

conocimiento		
Mental	No	
Papel	No	
Electrónico	No	
Habilidades	No	
Otras		
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Limitaciones de tiempo	No	
Limitaciones de espacio	No	
Limitaciones de acceso	Si	
Limitaciones de calidad	No	
Limitaciones de forma	No	

Modelo de Tareas	Plantilla TM-2: Análisis de cuellos de botella del conocimiento	
NOMBRE	Conocimiento de la cultura de los ciudadanos que transitan en la vías	
POSEÍDO POR	Secretaria de tránsito y subsecretaria	
USADO EN TAREA	1,2,5,6	
DOMINIO	Ingeniería	
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Formal, riguroso	Si	Ciudadanos
Empírico, cuantitativo	Si	
Heurístico, sentido común	No	
Altamente especializado,	No	

específico del dominio		
Basado en la experiencia	Si	Historias de ciudadanos
Basado en la acción	Si	
Incompleto	Si	Siempre son casos diferentes
Incierto, puede contener incorrecciones	Si	
Bastante cambiante	Si	
Difícil de verificar	Si	
Tácito, difícil de transferir	Si	
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Mental	Si	
Papel	No	
Electrónico	No	
Habilidades	Si	
Otras		
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Limitaciones de tiempo	Si	
Limitaciones de espacio	Si	
Limitaciones de acceso	Si	
Limitaciones de calidad	No	
Limitaciones de forma	Si	

Modelo de Tareas	Plantilla TM-2: Análisis de cuellos de botella del conocimiento
NOMBRE	Conocimiento de la experiencias vidas en la vía

POSEÍDO POR	Secretaria de tránsito y subsecretaria	
USADO EN TAREA	1,2,3,4,5,6	
DOMINIO	Ingeniería	
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Formal, riguroso	Si	Funcionarios de la Secretaria de Movilidad
Empírico, cuantitativo	Si	
Heurístico, sentido común	No	
Altamente especializado, específico del dominio	No	
Basado en la experiencia	Si	Hechos ocurridos en las vías
Basado en la acción	Si	Todo está basado en movilidad
Incompleto	Si	
Incierto, puede contener incorrecciones	Si	
Bastante cambiante	Si	
Difícil de verificar	Si	
Tácito, difícil de transferir	Si	
Naturaleza del	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?

conocimiento		
Mental	Si	
Papel	No	
Electrónico	No	
Habilidades	Si	
Otras		
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Limitaciones de tiempo	Si	
Limitaciones de espacio	Si	
Limitaciones de acceso	Si	
Limitaciones de calidad	No	
Limitaciones de forma	Si	

Modelo de Tareas	Plantilla TM-2: Análisis de cuellos de botella del conocimiento	
NOMBRE	Conocimiento de la atención de casos de incidente de transito	
POSEÍDO POR	Secretaria de tránsito y subsecretaria	
USADO EN TAREA	1,2,3,4,5,6	
DOMINIO	Ingeniería	
Naturaleza del	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?

conocimiento		
Formal, riguroso	Si	Funcionarios de la Secretaria de Movilidad
Empírico, cuantitativo	Si	
Heurístico, sentido común	No	
Altamente especializado, específico del dominio	No	
Basado en la experiencia	Si	
Basado en la acción	Si	
Incompleto	Si	
Incierto, puede contener incorrecciones	Si	
Bastante cambiante	Si	
Difícil de verificar	Si	
Tácito, difícil de transferir	Si	
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Mental	Si	
Papel	No	
Electrónico	No	
Habilidades	Si	

Otras		
Naturaleza del conocimiento	Si/No	¿Cuello de botella? / ¿Qué se puede mejorar?
Limitaciones de tiempo	Si	
Limitaciones de espacio	Si	
Limitaciones de acceso	Si	
Limitaciones de calidad	No	
Limitaciones de forma	Si	

6.2.3. Modelo de Agentes

6.2.3.1 AM-1: Descripción de agentes

De los listados de personal y de recursos de la plantilla OM-2 obtenemos conjunto de agentes. Para cada uno de los agentes encontrados y que estén directamente relacionados con el SBC propuesto, se diligencia una copia de la siguiente tabla.

Tabla 8 AM-1 Descripción de agentes

Modelo de Agentes	Plantilla AM-1: Descripción de agentes
NOMBRE	Alcaldía de Itagüí
ORGANIZACIÓN	1
INVOLUCRADO EN	Toma de decisiones
COMUNICADO CON	Secretaria de Movilidad
CONOCIMIENTO	No aplica
RESPONSABILIDADES Y RESTRICCIONES	Velar por el bienestar de los ciudadanos del municipio de Itagüí

Modelo de Agentes	Plantilla AM-1: Descripción de agentes

NOMBRE	Secretaria de Movilidad
ORGANIZACIÓN	2
INVOLUCRADO EN	Conocimiento de la movilidad del municipio
COMUNICADO CON	Alcaldía de Itagüí y subsecretaria de control trasporte y tránsito
CONOCIMIENTO	Base de conocimiento en herramientas de movilidad actuales
RESPONSABILIDADES Y RESTRICCIONES	Velar por la correcta movilidad en las vías del municipio de Itagüí.

Modelo de Agentes	Plantilla AM-1: Descripción de agentes
NOMBRE	Subsecretaria de Control Trasporte y Transporte
ORGANIZACIÓN	3
INVOLUCRADO EN	Conocimiento de la movilidad del municipio, conocimiento de las incidencias presentes en la vías de municipio de Itagüí
COMUNICADO CON	Secretaria de movilidad
CONOCIMIENTO	Base de conocimiento en herramientas de movilidad actuales
RESPONSABILIDADES Y RESTRICCIONES	Atender las solicitudes de control de contravenciones de choques, contravenciones de infracciones, semaforización y señalización, y educación vial.

Modelo de Agentes	Plantilla AM-1: Descripción de agentes
NOMBRE	Sistema experto
ORGANIZACIÓN	4
INVOLUCRADO EN	Identificar las estrategias de mejora para los incidentes de tránsito en el municipio de Itagüí.

COMUNICADO CON	Subsecretaria de Control Trasporte y Transporte
CONOCIMIENTO	Conocimiento de la razón de la organización y como el sistema experto va aportar.
RESPONSABILIDADES Y RESTRICCIONES	Recibir las preguntas y procesarlas con la base de conocimiento frente al tema de movilidad e identificar las estrategias de mejora y entregarlas.

6.2.4. Modelos de Organización, Tareas y Agentes

6.2.4.1. OTA-1: Recomendaciones y acciones de mejora

Tabla 9 OTA-1 Recomendaciones y acciones de mejora

Modelos de Organización, Tareas y Agentes	Plantilla OTA-1: Recomendaciones y acciones de mejora
IMPACTOS Y CAMBIOS EN LA ORGANIZACIÓN	El desarrollo del sistema experto que será se ayuda para la Secretaria de Movilidad del tránsito de Itagüí, tiene como gran impacto la identificación de estrategias para mejorar la movilidad de dicho municipio, el cual generar soluciones, informes y diagnósticos de una problemática que se presenta diario en las vías.
IMPACTOS Y CAMBIOS EN LAS TAREAS Y AGENTES	Al trabajar con un sistema experto aplicado para la identificación de estrategias, las actividades automatizadas, las decisiones y acciones al ejecutarse son más agiles para los agentes, involucrados y a la vez será más interactivos con la tecnología del entorno
ACTITUDES Y COMPROMISOS	En la Secretaria de Movilidad a diario se presenta incidente de tránsito por diferentes

	causas y han buscado en la tecnología un aliado para identificar estrategias para disminuir dicha problemática, y los cuales pueden ser muy útiles, si la base de conocimiento está con la información adecuada y así ser más efectivo.
ACCIONES PROPUESTAS	• Implementación del sistema experto que cuente con la información y base de conocimiento y lograr identificar estrategias de mejora. • Implementar un nueva estrategia tecnológica que contribuya con la mejora de incidencias de movilidad en el municipio de Itagüí

6.3. Modelos Conceptuales

6.3.1. Modelo de Conocimiento

6.3.1.1. KM-1: Modelo de conocimiento

En la siguiente plantilla se hace una descripción del conocimiento usado en la base de conocimiento del SBC propuesto.

Tabla 10 KM-1 Modelo de conocimiento

Modelo de Conocimiento	Plantilla KM-1: Modelo de conocimiento
MODELO DE CONOCIMIENTO	

Figura 6 Diagrama de entidad relación

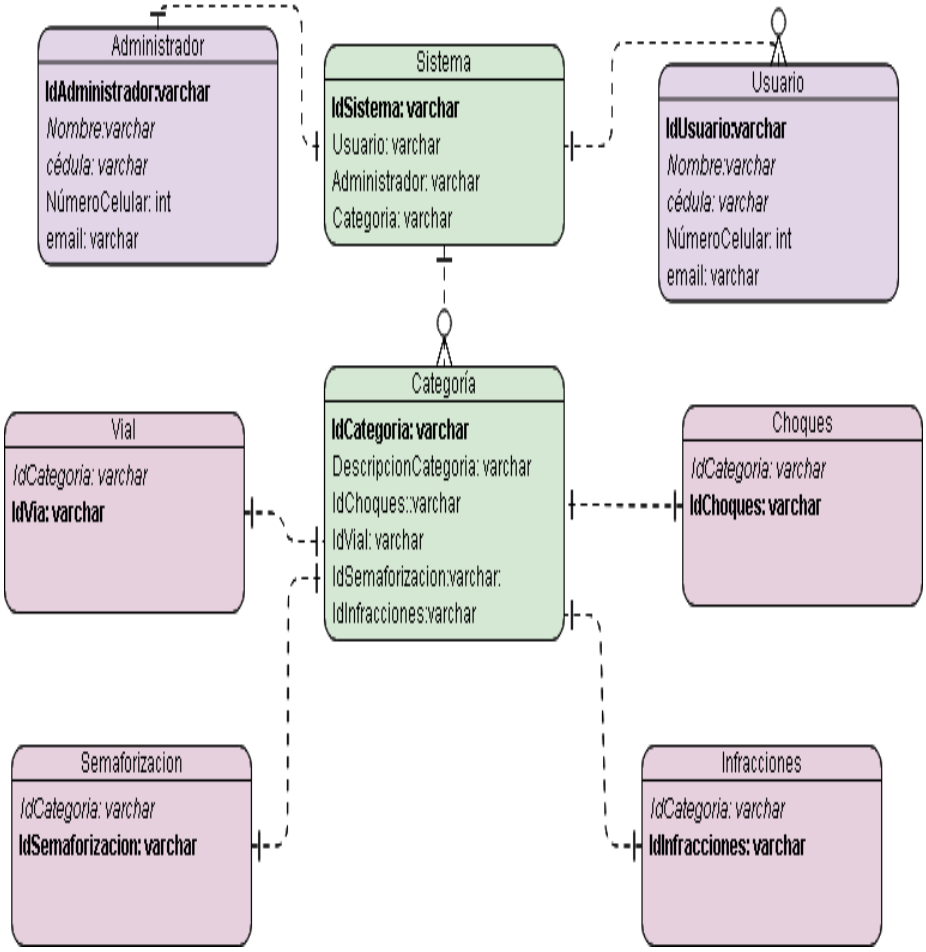
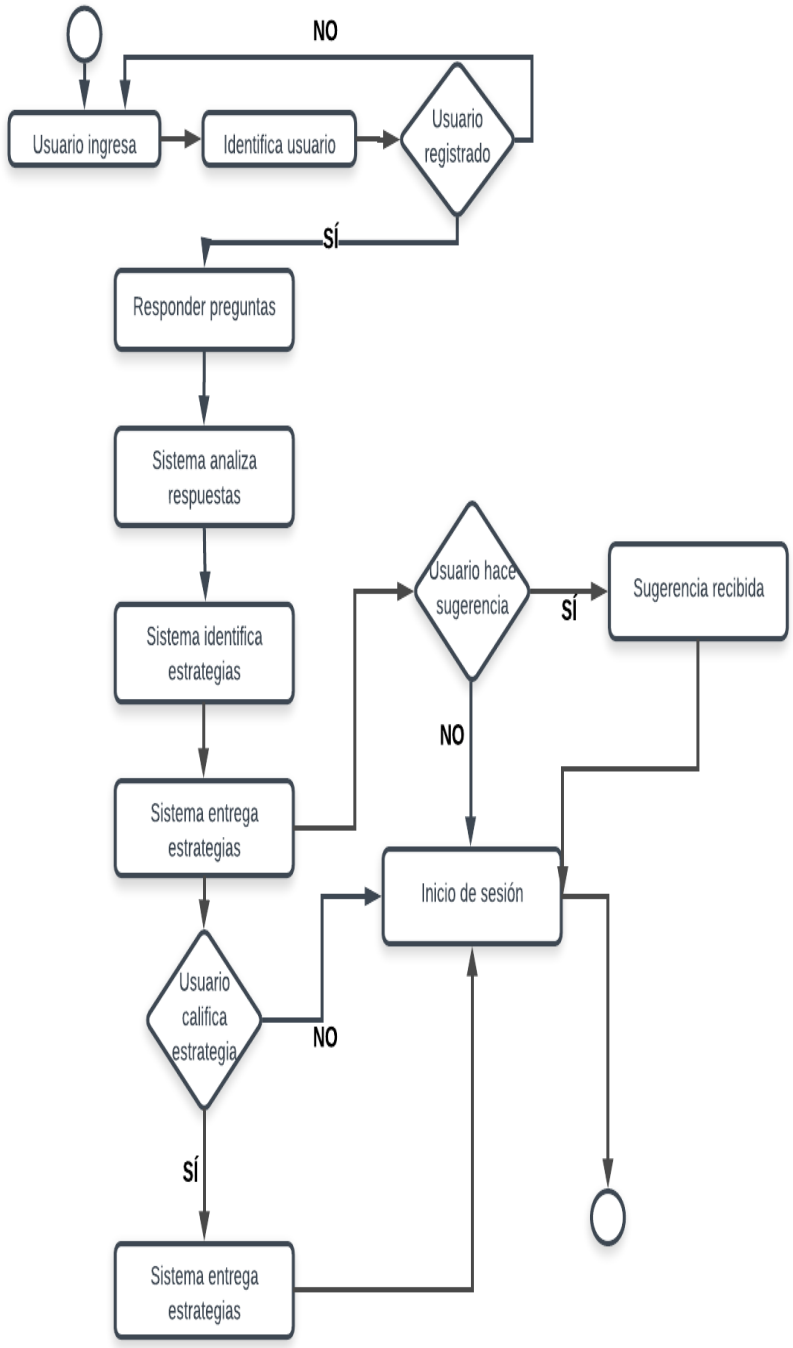


	Figura 7 Diagrama de Actividades

	
FUENTES DE CONOCIMIENTO	• Subsecretaria de Control Trasporte y Transporte • Agente de transito

USADAS	• Página web del tránsito del municipio de Itagüí • Consulta en páginas relacionadas con movilidad
COMPONENTES	No aplica

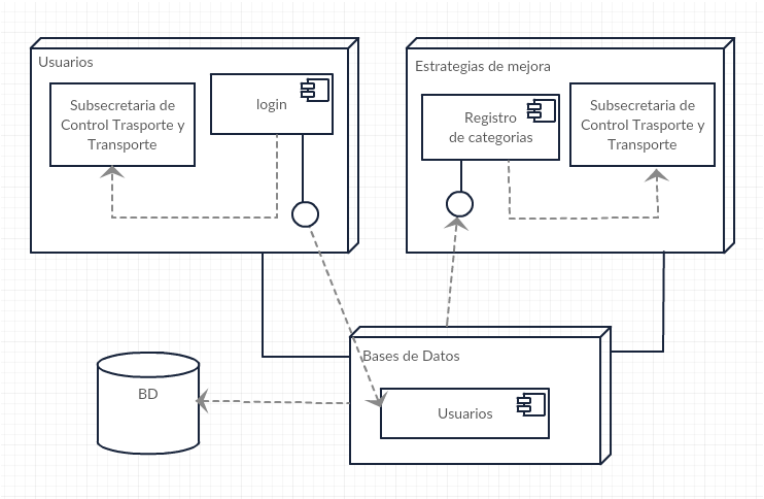
6.4. Modelos Técnicos

6.4.1. Modelo de Diseño

6.4.1.1. DM-1: Arquitectura del sistema

En la siguiente tabla se especifica la arquitectura general del SBC a implementar.

Tabla 11 DM-1 Arquitectura del sistema

Modelo de Diseño	Plantilla DM-1: Arquitectura del sistema
ORGANIZACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS	*Figura 8 Diagrama de Componentes* 
MODELO DE CONTROL	El modelo de control del sistema experto a implementar está bajo tres subsistemas: • El usuario, es un funcionario de la Secretaria de Movilidad, el cual ingresa a la aplicación con una validación (login). • Estrategias de mejora es donde el usuario

	ingresado interactúa con la aplicación de acuerdo a la información que se tiene, registrado las categorías. • Bases de datos, donde se tiene almacenada la información el usuario que está haciendo uso del sistema experto.
DESCOMPOSICIÓN DE LOS SUBSISTEMAS	La arquitectura de acuerdo a las herramientas planteadas, permite desarrollar la parte lógica de la programación con la herramienta NetBeans, con un lenguaje de programación Java y utilizando como librerías: Jess y jsr94, utilizando la base de conocimiento con extensión .clp, y una interfaz gráfica y visual realizada en Java, a partir de formularios.

6.4.1.2. DM-2: Plataforma de implementación

En la siguiente tabla se especifica la plataforma sobre la que se implementará el SBC.

Tabla 12 DM-2 Plataforma de implementación

Modelo de Diseño	Plantilla DM-2: Plataforma de implementación
PRODUCTO (SOFTWARE)	SISTEMA EXPERTO PARA LA GESTIÓN DE ESTRATEGIAS DE MOVILIDAD EN EL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ.
HARDWARE POTENCIAL	Computador con sistema operativo Windows (cualquier versión), memoria RAM 4gb, procesador Core i5 o superiores.
LIBRERÍA DE VISUALIZACIÓN	JDK 1.8, JESS, jsr94
LENGUAJE DE IMPLEMENTACIÓN	Java, SQL Server

REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO	-Base de datos SQL Server - Base de datos basada en reglas en Java
PROTOCOLOS DE INTERACCIÓN	Protocolo de paso de mensajes
CONTROL DE FLUJO	
SOPORTE PARA COMMONKADS	Uso de herramientas Ofimáticas

6.4. Control de Versiones

Tabla 13 Control de versiones

Versión	Fecha	Asunto	Autor
1		Construcción inicial	León Jaramillo
2	19/11/18	Prototipo sistema experto	Yuliana Salazar, Daniela Calle.

6.5. Pruebas Funcionales

Tabla 14 Pruebas funcionales

Fecha Revisión	Módulo Revisado	Observaciones	Resultados de la Ejecución	Errores y Éxitos Detectados
19/11/18	Inicio sesión	Probar que los usuarios registrados ingresen con su debida usuario y contraseña asignada	La aplicación permite ingresar a los usuarios registrados	El ingreso a la aplicación es exitosa
19/11/18	Registro	Probar que se	La aplicación	El registro de usuarios se

	de usuario	pueda realizar el registro de los usuarios correctamente	permite registrar usuarios	realizó correctamente
19/11/18	Eliminar usuario	Probar que el aplicativo permita eliminar usuarios	La aplicación permite eliminar usuarios	La eliminación de usuarios se realizó correctamente
19/11/18	Actualizar usuario	Probar que el aplicativo permita actualizar usuarios	La aplicación permite actualizar usuarios	La actualización de usuarios se realizó correctamente
19/11/18	Calificar estrategia	Probar que el aplicativo permita calificar estrategias	La aplicación no permite calificar estrategias.	La calificación de estrategias se hizo erróneamente
19/11/18	Cambiar contraseña	Probar que el aplicativo permita cambiar contraseña al usuario	La aplicación permite el cambio de contraseña	El cambio de contraseña que realizó correctamente
19/11/18	Responder preguntas	El aplicativo permite responder preguntas al usuario arrojando una estrategia como respuesta	La aplicación permite responder preguntas	El aplicativo permite responder preguntas a los usuarios obteniendo una respuesta satisfactoria
19/11/18	Enviar sugerencias	La aplicación permite al usuario enviar sugerencias	La aplicación permite enviar sugerencias	El aplicativo permite enviar sugerencias por correo satisfactoriamente

		por correo		

6.6. Despliegue del Sistema

6.6.1. Herramientas necesarias para la instalación del sistema experto.

- **Librería Jess:** https://www.jessrules.com/jess/software/ok.shtml?name=Daniela+Calle&company=Tecnologico+de+Antioqua&email=danielacallevargas%40gmail.com&phone=000-000-0000
- **NetBeans:** https://netbeans.org/downloads/8.0.2/
- **SQL Server:** https://www.microsoft.com/es-es/sql-server/sql-server-downloads

6.6.2. Manual de Usuario

Se realizó como anexo un vídeo explicando paso por paso dicho manual https://drive.google.com/open?id=1hqY7q8xPQkzjLXM6YktZzylI1KOtEs2v

6.6.3. Manual de Instalación

Se realizó como anexo un vídeo explicando paso por paso dicho manual. https://drive.google.com/open?id=1hqY7q8xPQkzjLXM6YktZzylI1KOtEs2v

6.6.4. Link para descargar aplicación

https://drive.google.com/open?id=1hqY7q8xPQkzjLXM6YktZzylI1KOtEs2v

7. RESULTADOS

De acuerdo a la información recolectada e investigada en la página web de la Secretaría de Movilidad de Itagüí, de la Alcaldía de Itagüí y del SIMM (Sistema Inteligente de Movilidad), y con las correspondientes visitas a las oficinas de Tránsito, se obtuvieron cifras importantes de accidentalidad, del aumento del parque automotor en el municipio, factores que son muy importantes ya que son la causa de que haya un tráfico vehicular.

Con la ayuda en la obtención de dicha información, se pudieron realizar las plantillas CommonKADS, donde se definió el proceso a realizar, entender la importancia de todos los conceptos y la relación que se tiene en ellos desde la formulación de la tarea y como intervienen los agentes, en este caso los funcionarios del Tránsito de Itagüí: Secretaría de Movilidad, así mismo como la conceptualización de la relación entre lo que se tiene claro de la organización y como se comunica con el sistema experto, se completa la información de cada una de las platillas dejando claro el papel de la organización, y cómo el sistema experto desarrollado entra para generar una mejora en el proceso de toma de decisiones.

Así mismo con esta información se realizan los diagramas necesarios para darle a toda la información una orientación más grafica de cómo se desarrolló, que información fue más importante y cual fue relevante, y así mismo se adquiere conocimiento del manejo de una metodología diferente (CommonKADS) y menos conocida para la ejecución de proyectos de desarrollo sistemáticos.

El sistema experto cuenta con una interfaz amigable y fácil para la interacción con el usuario, el sistema experto tiene un formulario del login, al cual se puede ingresar de acuerdo al tipo de usuario asignado, el usuario ya estando en la página de inicio, si es un tipo de usuario: Administrador puede cambiar su contraseña, registrar usuarios, actualizar usuarios y eliminarlos, puede responder las preguntas a los diferentes casos que se pueden presentar para obtener como resultado dichas estrategias para la mejora en la toma de decisiones de movilidad de la Secretaría de Movilidad de Itagüí,

calificar dichas estrategias y enviar sugerencias. Si el usuario es un tipo de usuario: Usuario, puede cambiar su contraseña, realizar las preguntas para obtener las estrategias, calificarlas y enviar sugerencias.

Se espera que el usuario o agente de tránsito obtenga una estrategia para mejorar la toma de decisiones y de esta manera cuando se presente una contravención, le sea más fácil realizar los procedimientos requeridos, haciendo que de esta manera sea más ágil y el tráfico no aumente.

8. IMPACTO ESPERADO

Todos los habitantes del municipio de Itagüí se movilizan por las vías y en su mayoría con un medio de trasporte, es este medio de transporte uno de los más importantes en la vida cotidiana de las personas, las inconformidades a la hora de su desplazamiento son muchas ya que se presenta un alto flujo vehicular el cual incrementa día a día, ya sea por la cantidad de vehículos o por accidentes y entre otras muchas causas que afectan una buena movilidad por al vías del municipio de Itagüí; es este un sistema experto que apunta al campo de la movilidad y a la toma de decisiones para generar planes de mejora en los incidentes de tránsito presentados que ocasionan una movilidad más difícil, y que así mismo pueda impactar de una forma positiva a los ciudadanos.

Se presenta una herramienta que en cadena ayude a muchos usuarios y así mismo que los problemas y novedades presentadas en las vías no se queden ahí, que el crecimiento y la generación de nuevas estrategias que ayuden con la calidad de vida de los habitantes del municipio de Itagüí.

Las entidades hoy en día implementan en las organizaciones aplicativos que mejoren algún proceso, que lo puedan hacer en menos tiempo posible que se utilice para realizar unas secuencias específicas, pero un sistema experto que ayude en la toma de decisiones son muy pocos los casos, un cosa es mejorar un proceso existente para hacerlo más eficiente, otra cosa es que el sistema aporte como si fuera otra persona estrategias para mejorar en una problemática específica.

9. CONCLUSIONES

- El sistema experto para la gestión de estrategias de movilidad en el municipio de Itagüí, con la implementación de las infraestructuras actuales, es un medio de ayuda para identificar nuevas estrategias de mejora, para la ejecución de toma de decisiones, que permitan disminuir los incidentes de tránsito en el municipio de Itagüí partiendo de la verificación, clasificación y registros de las categorías manejadas por el tránsito de acuerdo a las novedades presentadas.
- Implementando la metodología CommonKADS, la cual fue parte fundamental para el desarrollo de dicho sistema experto, se obtuvo información relevante para la creación de la base de conocimiento.
- Realizando la implementación de Jess con Java, se puede evidenciar que la elaboración del código se hace más corta y más fácil de entender.
- Ampliar las entidades de tránsito para implementar dicho sistema experto, abarcando más lugares y no se reduzca sólo en el municipio de Itagüí.

TRABAJO FUTURO

Se presenta como primera entrega un sistema experto para la gestión de estrategias de movilidad en el municipio de Itagüí, Siendo grande y extenso el campo de la movilidad y teniendo en cuenta el impacto en la cotidianidad de las personas se proyecta generar más crecimiento de la tareas planteadas para la ejecución de dicha herramienta para otros muchos temas que maneja las Secretaria de Movilidad esto como fase de una primer publicación y fortalecer los conocimientos adquiridos en el desarrollo del sistema experto con la ampliación de la base de conocimiento y de esta manera sea un sistema más completo.

Para el avance y crecimiento del sistema experto se tiene otro campo que es grande y extenso como lo es la tecnología que cada vez su auge en la implementación de la Inteligencia Artificial (IA), y se plantea la posibilidad de desarrollar nuevas herramientas para la creación de sistemas expertos basados en redes neuronales, que permitan de una forma más eficaz y completa, sabiendo que la tecnología ya es posible, cada vez son más descubrimientos de cosas que se creían imposibles.

Es la secuencia de una primer idea de un tema amplio, pero que son muchos los otros temas o campos en los que un sistema experto pueda aportar, en todas la organizaciones el papel de toma decisiones es esencial y más cuando se relaciona con lo importante que es la tecnología en el desarrollo de la sociedad, es donde los sistemas expertos; como su nombre lo dice sistemas capaces de superarse a ser interactivos parecidos al pensamiento humano.

Se entrega un proyecto que cumpla los objetivos propuestos, que pueda ser tomado y puesto en uso de entidades que trabajan por el desarrollo social en la movilidad y así seguir desarrollar nuevas versiones que se acomoden a la necesidad de los usuarios que vaya hacer uso de la aplicación, y desarrollar más módulos de acuerdo a la demanda de se pueda presentar, emprender una mejora de la herramienta.

REFERENCIAS

Accidentalidad vial en Itagüí ha bajado 14% en 2017. (s. f.). Recuperado 19 de octubre de 2018, a partir de http://www.elcolombiano.com/antioquia/movilidad/accidentalidad-vial-en-itagui-bajo-en-lo-que-va-de-2017-BX6527021

Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2018). Recuperado 25 de octubre de 2018, a partir de https://ansv.gov.co/

Alcaldía de Itagüí. (2017). Recuperado 16 de noviembre de 2018, a partir de https://www.itagui.gov.co/sitio/ver_noticia/itagui-fortalece-la-seguridad-vial-desde-las-instituciones-educativas

Alcaldía de Itagüí. (2018). Recuperado 25 de octubre de 2018, a partir de https://www.itagui.gov.co/alcaldia/index/mision_vision

Bergolla, Y. C., Bárbaro, L., Acosta, R., & Ramírez, A. V. (2017). Modelo de agente lógico con inferencia basada en hechos Model of logic agent with facts-based inference, *11*(2), 29-45.

Cámaras de Fotodetección - SIMM. (2013). Recuperado 25 de octubre de 2018, a partir de https://www.medellin.gov.co/simm/fotodeteccion

Castro, G. B., Hirakawa, A. R., & Martini, J. S. C. (2017). Adaptive traffic signal control based on bio-neural network. *Procedia Computer Science*, *109*(2016), 1182-1187. https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.394

Castro, K., & Rojas, J. D. (2018). Programación Lógica. Recuperado 15 de noviembre de 2018, a partir de https://ferestrepoca.github.io/paradigmas-de-programacion/proglogica/logica_teoria/lang.html

Dalgleish, T., Williams, J. M. G. ., Golden, A.-M. J., Perkins, N., Barrett, L. F., Barnard, P. J., … Watkins, E. (2007). Informe de Movilidad. *Journal of Experimental*

Psychology: General, *136*(1), 23-42.

Gutierrez, J. (2008). Sistemas Expertos Basados en Reglas, 1-12. Recuperado a partir de http://personales.unican.es/gutierjm/cursos/expertos/Reglas.pdf

Informe de calidad de vida en el Sur del Valle de Aburrá. (2014).

Jess, el motor de reglas para la plataforma Java - La API javax.rules. (2018). Recuperado 17 de noviembre de 2018, a partir de https://www.jessrules.com/doc/71/jsr94.html

Julián, Q., & Lina, P. (2015). Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y administración. *OLOGÍAS EN EL CONTROL Y ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE Y NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL CONTROL Y ADMINISTRACIÓN TRANSPORTE Julián Rodrigo Quintero González1, Magíster en Ingeniería Ambiental Lina Fernanda Prieto Vaca2, Ingenie*, 53-62.

Kelmansky, D. M. (2006). Introducción al lenguaje R, 1-14. https://doi.org/10.1109/IGARSS.2007.4423634

Lilia, S., & Guti, M. (n.d.). JESS.

Macedo, J., Rodrigues, F., & Tavares, F. (2017). Urban sustainability mobility assessment: Indicators proposal. *Energy Procedia*, *134*, 731-740. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.569

Marín, Morales, María, I., Correa, Ríos, Luisa, F., & Aguilar, Londoño, Luis, A. (2014). MAS-CommonKADS para el desarrollo de un Sistema Multiagente de Información de Recomendación de Rutas de Transporte : SINRUT . Introducción. *Cuaderno Activa*, 33-47.

Microsoft. (2014). Características de SQL Server Management Studio | Microsoft Docs. Recuperado 16 de noviembre de 2018, a partir de https://docs.microsoft.com/es-es/sql/database-engine/features-in-sql-server-management-studio?view=sql-server-

2014

Palma, J., & Roque, M. (2008). *Inteligencia Artificial*.

QUIPUX. (s. f.). Recuperado 19 de octubre de 2018, a partir de http://www.quipux.com/

Registro Nacional de Accidentes de Tránsito | RUNT. (2017). Recuperado 25 de octubre de 2018, a partir de https://www.runt.com.co/registros-runt/rnat

Secretaría de Movilidad | Metas y Expectativas. (2018). Recuperado 25 de octubre de 2018, a partir de https://www.transitoitagui.gov.co/institucional-2/metas-y-expectativas/

Secretaría de Movilidad | Organigrama institucional. (2018). Recuperado 26 de octubre de 2018, a partir de https://www.transitoitagui.gov.co/institucional-2/organigrama/

simm - SIMM. (2018). Recuperado 2 de octubre de 2018, a partir de https://www.medellin.gov.co/simm/

Villalón-Sepúlveda, G., Torres-Torriti, M., & Flores-Calero, M. (2017). Sistema de detección de señales de tráfico para la localización de intersecciones viales y frenado anticipado. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, *14*(2), 152-162. https://doi.org/10.1016/j.riai.2016.09.010

ANEXOS

Anexo A:

Base de Conocimiento: En esta sección encontramos la base del conocimiento del sistema experto la cual contiene las posibles preguntas de diferentes situaciones que se presentan día a día en las vías del municipio de Itagüí, las cuales serán respondidas por el usuario.

1. ¿Hay vehículos varados en la vía?
2. ¿Hay obras en la vía?

3. ¿Hay objetos en la vía?
4. ¿Hay baches en la vía o vía en mal estado?
5. ¿Hay vehículos mal estacionados sin la presencia del conductor?
6. ¿Hay vehículos mal estacionados con la presencia del conductor?
7. ¿Están haciendo mantenimientos en la vía?
8. ¿Semáforo no funciona?
9. ¿Semáforo cambia muy rápido?
10. ¿Semáforo se demora para cambiar?
11. ¿Semáforo no cambia?
12. ¿Es un accidente de tránsito?
13. ¿Está lloviendo?
14. ¿El conductor tiene poca experiencia conduciendo?
15. ¿El conductor no tiene educación vial (imprudente)?
16. ¿El accidente involucra motocicletas?
17. ¿El accidente involucra automóviles?
18. ¿El accidente involucra ciclista(s)?
19. ¿El accidente involucra peatones?
20. ¿El accidente involucra conductores ebrios?
21. ¿Quién tuvo la culpa?
22. ¿Hay heridos?

Anexo B:

En la siguiente sección podemos evidenciar unas secuencias de números (Cada número corresponde a las preguntas del Anexo A) de posibles respuestas que el usuario puede generar según las preguntas planteadas, arrojando de acuerdo a las respuestas una estrategia recomendada al usuario.

Ejemplo: Secuencia: **12-13-16-17-21** (moto - auto) **-15 -22** (respondiendo no)

Respondiendo a dichas preguntas, la secuencia queda de la siguiente manera:

12. ¿Es un accidente de tránsito? **Sí - 13**. ¿Está lloviendo? **Sí - 16.** ¿El accidente involucra motocicletas? **Sí - 17.** ¿El accidente involucra automóviles? **Sí 21.** ¿Quién tuvo la culpa? **Moto – 15** ¿El conductor no tiene educación vial (imprudente)? **Sí - 22.** ¿Hay heridos? **No.**

"**La estrategia es :** Multar al infractor con asistencias obligatorias a capacitaciones donde se educa para entender la importancia de transitar con cuidado, tener en cuenta señalizaciones viales, reducir la velocidad y mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción"

1. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-13-16-18-21 (moto – ciclista) – 15 -22 (respondiendo no)

12-13-16-17-21 (moto - auto)-15 -22 (respondiendo no)

12-13-16-19- 21 (moto - peatón) – 15 -22 (respondiendo no)

12-13-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 15 -22 (respondiendo no)

12-13—17-19 – 21(auto – peatón) – 15 -22 (respondiendo no)

12-13-18-19-21(ciclista – peatón) – 15 -22 (respondiendo no)

"La estrategia es : Multar al infractor con asistencias obligatorias a capacitaciones donde se educa para entender la importancia de transitar con cuidado, tener en cuenta señalizaciones viales, reducir la velocidad y mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción

2. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-13-16-18-21 (moto – ciclista) – 15 -22

12-13-16-17-21 (moto - auto)-15 -22

12-13-16-19- 21 (moto - peatón) – 15 -22

12-13-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 15 -22

12-13—17-19 – 21(auto – peatón) – 15 -22

12-13-18-19-21(ciclista – peatón) – 15 -22

“La estrategia es: Llamar la ambulancia para atender inmediatamente a el o los heridos, luego multar al infractor con asistencias obligatorias a capacitaciones donde se educa para entender la importancia de transitar con cuidado, tener en cuenta señalizaciones viales, reducir la velocidad y mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción ”

3. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-16-18-21 (moto – ciclista) – 15 -22 (respondiendo no)

12-16-17-21 (moto - auto)-15 -22 (respondiendo no)

12-16-19- 21 (moto - peatón) – 15 -22 (respondiendo no)

12-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 15 -22 (respondiendo no)

12-17-19 – 21(auto – peatón) – 15 -22 (respondiendo no)

12-18-19-21(ciclista – peatón) – 15 -22 (respondiendo no)

“La estrategia es : Multar al infractor con asistencias obligatorias a capacitaciones donde se educa para entender la importancia de transitar con cuidado, tener en cuenta señalizaciones viales, mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción ”

4. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-16-18-21 (moto – ciclista) – 15 -22

12-16-17-21 (moto - auto)-15 -22

12-16-19- 21 (moto - peatón) – 15 -22

12-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 15 -22

12-17-19 – 21(auto – peatón) – 15 -22

12-18-19-21(ciclista – peatón) – 15 -22

“La estrategia es: Llamar la ambulancia para atender inmediatamente a él o los heridos, luego multar al infractor con asistencias obligatorias a capacitaciones donde se educa para entender la importancia de transitar con cuidado, tener en cuenta señalizaciones viales, reducir la velocidad y mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción ”

5. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-13-16-18-21 (moto – ciclista) – 14 -22 (respondiendo no)

12-13-16-17-21 (moto - auto)-14-22 (respondiendo no)

12-13-16-19- 21 (moto - peatón) – 14 -22 (respondiendo no)

12-13-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 14 -22 (respondiendo no)

12-13—17-19 – 21(auto – peatón) – 14 -22 (respondiendo no)

12-13-18-19-21(ciclista – peatón) – 14 -22 (respondiendo no)

“La estrategia es: Conciliación entre afectado y afectante , imponer capacitaciones pedagógicas al afectante para tener en cuenta señalizaciones viales, reducir la velocidad y mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción ”

6. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-13-16-18-21 (moto – ciclista) – 14 -22

12-13-16-17-21 (moto - auto)-14-22

12-13-16-19- 21 (moto - peatón) – 14 -22

12-13-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 14 -22

12-13—17-19 – 21(auto – peatón) – 14 -22

12-13-18-19-21(ciclista – peatón) – 14 -22

“La estrategia es: Llamar ambulancia más cercana para atender herido o heridos, imponer capacitaciones pedagógicas al afectante para tener en cuenta señalizaciones viales, reducir la velocidad y mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción ”

7. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12- 16-18-21 (moto – ciclista) – 14 -22 (respondiendo no)

12-16-17-21 (moto - auto)-14-22 (respondiendo no)

12-16-19- 21 (moto - peatón) – 14 -22 (respondiendo no)

12-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 14 -22 (respondiendo no)

12-17-19 – 21(auto – peatón) – 14 -22 (respondiendo no)

12-18-19-21(ciclista – peatón) – 14 -22 (respondiendo no)

“La estrategia es: Conciliación entre afectado y afectante, imponer capacitaciones pedagógicas al afectante para tener en cuenta señalizaciones viales y mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción”

8. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-16-18-21 (moto – ciclista) – 14 -22

12-16-17-21 (moto - auto)-14-22

12-16-19- 21 (moto - peatón) – 14 -22

12-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 14 -22

12-17-19 – 21(auto – peatón) – 14 -22

12-18-19-21(ciclista – peatón) – 14 -22

“La estrategia es: Llamar ambulancia más cercana para atender herido o heridos, imponer capacitaciones pedagógicas al afectante para tener en cuenta señalizaciones viales, reducir la velocidad y mantener distancias adecuadas con otros vehículos y de esta manera no vuelva a cometer infracción ”

9. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-13-16-18-21 (moto – ciclista) – 20 -22 (respondiendo no)

12-13-16-17-21 (moto - auto)-20 -22 (respondiendo no)

12-13-16-19- 21 (moto - peatón) – 20 -22 (respondiendo no)

12-13-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 20 -22 (respondiendo no)

12-13—17-19 – 21(auto – peatón) – 20-22 (respondiendo no)

12-13-18-19-21(ciclista – peatón) – 20 -22 (respondiendo no)

“La estrategia es : A partir del grado de alcoholemia que se halla registrado por el guarda de tránsito, establecer multas de dinero, quitar pase en el caso de ser conductor, realizar trabajo social, y asistencia obligatoria a capacitaciones pedagógicas ”

10. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-13-16-18-21 (moto – ciclista) – 20 -22

12-13-16-17-21 (moto - auto)-20 -22

12-13-16-19- 21 (moto - peatón) – 20 -22

12-13-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 20 -22

12-13—17-19 – 21(auto – peatón) – 20-22

12-13-18-19-21(ciclista – peatón) – 20 -22

“La estrategia es : Llamar ambulancia más cercana para atender a heridos o heridos, a partir del grado de alcoholemia que se halla registrado por el guarda de tránsito, establecer multas de dinero, quitar pase en el caso de ser conductor, realizar trabajo social, y asistencia obligatoria a capacitaciones pedagógicas ”

11. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-16-18-21 (moto – ciclista) – 20 -22 (respondiendo no)

12-16-17-21 (moto - auto)-20 -22 (respondiendo no)

12-16-19- 21 (moto - peatón) – 20 -22 (respondiendo no)

12-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 20 -22 (respondiendo no)

12-17-19 – 21(auto – peatón) – 20-22 (respondiendo no)

12-18-19-21(ciclista – peatón) – 20 -22 (respondiendo no)

“La estrategia es : A partir del grado de alcoholemia que se halla registrado por el guarda de tránsito, establecer multas de dinero, quitar pase en el caso de ser conductor, realizar trabajo social, y asistencia obligatoria a capacitaciones pedagógicas ”

12. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-16-18-21 (moto – ciclista) – 20 -22

12-16-17-21 (moto - auto)-20 -22

12-16-19- 21 (moto - peatón) – 20 -22

12-17-18 – 21 (auto - ciclista) – 20 -22

12-17-19 – 21(auto – peatón) – 20-22

12-18-19-21(ciclista – peatón) – 20 -22

“La estrategia es : Llamar ambulancia más cercana para atender a heridos o heridos, a partir del grado de alcoholemia que se halla registrado por el guarda de tránsito, establecer multas de dinero, quitar pase en el caso de ser conductor, realizar trabajo social, y asistencia obligatoria a capacitaciones pedagógicas ”

13. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-13-16-17-18-19-21 (motociclista, peatón, automóvil, ciclista)- 22 (respondiendo no)

“La estrategia es: Tener más cuidado al transitar, tener en cuenta las señalizaciones viales, si es conductor reducir la velocidad, guardar la distancia con otros vehículos, conciliar con los afectados de forma ágil”

14. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

12-16-17-18-19-21 (motociclista, peatón, automóvil, ciclista)- 22 (respondiendo no)

“La estrategia es: Tener más cuidado al transitar, tener en cuenta las señalizaciones viales, si es conductor reducir la velocidad, guardar la distancia con otros vehículos, conciliar con los afectados de forma ágil”

15. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

5

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para multar al conductor y retirar con grúa el vehículo mal estacionado”

16. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

6

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para hacer que el conductor deje de obstaculizar la vía y hacer llamado de atención para que el conductor tengas más educación vial”

17. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

4

“La estrategia es: Avisar a Secretaría de Infraestructura para intervenir en el mantenimiento y reparación de dichos baches o calles en mal estado para solucionar dicho problema en el menor tiempo posible”

18. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

7

“La estrategia es: Sugerir a conductores por medio de paneles informativos a elegir otras rutas para llegar a su destino”

19. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

3 - 7

“La estrategia es: Sugerir a conductores por medio de paneles informativos a elegir otras rutas para llegar a su destino”

20. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

8

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”

21. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

9

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”

22. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

10

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”

23. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

11

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”

24. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

8-9

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”

25. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

8 - 11

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”

26. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

8-10-11

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”

27. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

8-9-11

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”

28. Estrategias - secuencias (Usuario responde sí)

2-8

“La estrategia es: Llamar a guarda de tránsito para que controle adecuadamente el flujo vehicular y haga las veces de semáforo”