



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
SISTEMAS DE LOS ORDENADORES**

**TEMA
“ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE
SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE EN EL CENTRO
DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”.**

**AUTOR
RIOFRÍO DÍAZ MIGUEL ANTONIO**

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
ING. TELECOM. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MBA**

**2018
GUAYAQUIL – ECUADOR**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”.

Riofrío Díaz Miguel Antonio

C.C.: 1206114090

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme cada día la vida por mantenerme con salud y enseñarme que cada día hay una nueva oportunidad de superarme.

A toda mi familia por brindarme ese apoyo incondicional para alcanzar ese sueño de ser un profesional, a mis padres por darme los consejos necesarios, a mis hermanos; porque sé que ellos se sienten orgullosos de mí por saber que el resultado de esfuerzos y desvelos no ha sido en vano.

.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres Miguel Valentín Riofrío Cortés y a Juliana Merli Díaz Alvarado que con esfuerzo y empeño me han apoyado en toda mi vida académica, son mi ejemplo de lucha y perseverancia. A toda mi familia por confiar en mí, por apoyarme cuando lo necesitaba

ÍNDICE GENERAL

N°	Descripción	Pág.
	INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	3
1.1.1	Formulación del Problema	4
1.1.2	Sistematización del Problema	4
1.2.	Objetivo de la investigación	5
1.2.1	Objetivos	5
1.2.2	Objetivo General	5
1.2.3	Objetivos específicos	6
1.3.	Justificación	6
1.4	Alcance	7

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes de la investigación	8
2.2.	Actualidad	
2.2.1	Sistema de semaforización en la ciudad de Guayaquil	10
2.3	Marco teórico	11
2.3.1	Sistemas	11
2.3.2	Sistemas inteligentes	11
2.3.3	Semáforos	12
2.3.4	Semáforos inteligente	12

N°	Descripción	Pág.
2.3.5	Sensores	13
2.3.6	RFID	14
2.3.7	Sistema de semaforización inteligente usando RFID	15
2.3.8	Protocolos confidencial integración de datos	22
2.3.9	Estándar de Autenticación Encriptación 800.11i	24
2.3.10	IEEE 802.1EE	25
2.3.11	Cámara con sensor de presencia para el conteo de vehículos	26
2.3.12	WSN (Wireless Sensor Network)	26
2.3.13	Semaforización utilizando WSN.	27
2.3.14	Procesamiento de Imágenes	28
2.3.15	Segmentación de imágenes	30
2.4.	Marco contextual	32
2.5.	Marco conceptual	33
2.4.1	Teoría del tráfico	33
2.5.	Marco legal	33

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

N°	Descripción	Pág.
3.1	Enfoque	34
3.2	Modalidad	34
3.3	Investigación bibliográfica	34
3.4	Investigación descriptiva explicativa	35
3.5	Investigación de campo	35
3.6	Investigación de analítica deductiva.	35
3.7	Técnica de recolección de datos	36
3.7.1	Población	36
3.7.2	Muestra	37
3.7.3	Resultados de la encuesta	38

N°	Descripción	Pág.
3.7.4	Reporte de resultados	42
3.8	Entrevista	42
3.9	Situación actual del sistema de semaforización del centro de Guayaquil	49
3.10	Sistema de semaforización inteligente	50
3.11	Requerimientos técnicos	50
3.12	Requerimientos de semaforización de la avenida 9 de Octubre y sus intersecciones.	62

CAPÍTULO IV PROPUESTA

N°	Descripción	Pág.
4.1	Simulación de un sistema inteligente de la ciudad clase.	64
4.1.1	Ubicación del Mapa	64
4.1.2	Resultados de la simulación del sistema actual de semáforos	67
4.2	Simulación del sistema de transito inteligente.	68
4.3	Conclusiones y recomendaciones.	
4.3.1	Conclusiones.	70
4.3.2	Recomendaciones.	73
	ANEXOS	73
	BIBLIOGRAFÍA	77

ÍNDICE DE TABLAS

N°	1. Descripción	Pág.
1	2. Resultado de la Simulación S.A.	68
2	3. Resultado de la Simulación STI	69

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1	Esquema de semaforización inteligente	13
2	Diagrama de un SSI usando RFID	16
3	Ilustración de una red de sensores inalámbricos	20
4	Diagrama de un SSI usando WSN	22
5	Días considerados con mayor congestión vehicular	38
6	Horarios que frecuenta el sector	39
7	Horarios que existe mayor afluencia	39
8	Tiempo de demora para atravesar el sector	40
9	Nivel de eficiencia de los Semáforos	41
10	Concordancia para implementar un SSI	41
11	Esquema basado en el actual sistema de semáforos	46
12	Central de monitoreo de la ATM	47
13	Equipos reguladores de semáforos de Guayaquil	48
14	Mapa de la Avenida 9 de Octubre	49
15	Diagrama general del sistema inteligente	53
16	Modelo de intersección	54
17	Tarjeta principal	54
18	Diagrama de rutina de transmisión	56
19	Rutina de transmisión y recepción	57
20	Nomenclatura de los semáforos	58
20	Secuencia de bloques del software de la central	59
21	Diagrama de comunicación de la central	60
22	Aplicación del mapa en el software	64
23	Inserción de links	64
24	Ingreso del flujo vehicular por las calles	65

N°	Descripción	Pág.
25	Configuración de semáforos	66
26	Ubicación de los Semáforos configurados	67
27	Tabal de resultados de la simulación trafico actual	68
28	Configuración de semáforos	69
29	Tabla de resultados del SSI	69

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Descripción	Pág.
1	Centro de la Ciudad de Guayaquil	76
2	Encuesta a un Usuario	77
3	Entrevista a la Ingeniera Silvia Campaña	78

AUTOR: RIOFRÍO DÍAZ MIGUEL ANTONIO
TEMA: ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.
DIRECTOR: ING. TELEC. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MBA.

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en la simulación de un sistema adaptativo de semáforos, encaminado al control de los tiempos de duración de las fases de los semáforos, directamente ligado con el número de vehículos existentes en la vía, dando siempre preferencia a la ruta con mayor número de automotores, mediante el procesamiento de imágenes. Para el presente estudio se consideró el centro de la ciudad de Guayaquil en la avenida 9 de octubre ya que es una de las zonas con mayor aglomeración de vehículos. Los sistemas se constituyen por cámaras que adquieren imágenes de las áreas de interés, para posteriormente realizar el procesamiento de las imágenes y establecer transformaciones sistemáticas que permiten mejorar la información obtenida, de esta manera se adquiere el número de vehículos existentes, además también emplea tecnología de paneles solares que representan un ahorro económico. Con el número de vehículos de ambas calles, se procede a la toma de decisiones para determinar los tiempos de duración de las diferentes fases, Además permite el monitoreo a partir de videocámaras que puedan identificar accidentes o infracciones de tránsito logrando así planear soluciones inmediatas tales emergencias viales, desvíos, etc. También realizó un análisis del sistema actual de los semáforos en el centro de la ciudad de Guayaquil.

PALABRAS CLAVES: Sistema, Inteligente, Semáforos, Adaptativo, Guayaquil, Sensores.

AUTHOR: RIOFRÍO DÍAZ MIGUEL ANTONIO.

**SUBJECT: ANALYSIS AND SIMULATION OF TRAFFIC LIGHTS
INTELLIGENT SYSTEM FOR GUAYAQUIL DOWNTOWN.**

**DIRECTOR: ING. TELEC. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY,
MBA.**

ABSTRACT

The present research focuses on the simulation of an adaptive system of traffic lights, aimed at controlling the duration times of the phases of the traffic lights, directly linked to the number of existing vehicles on the road, always giving preference to the route with the greatest number of automotors, through image processing. For this study, the center of the city of Guayaquil on "9 de Octubre Avenue" was considered as it is one of the areas with the largest number of vehicles. The systems are constituted by cameras that acquire images of the areas of interest, performing and processing the images and establishing systematic transformations that allow to improve the obtained information, in this way the number of existing vehicles is acquired, in addition it also uses technology of solar panels that represent an economic saving. With the number of vehicles on both streets, the decision is made to determine the duration times of the different phases. It also allows monitoring from video cameras that can identify accidents or traffic infractions, thus planning immediate solutions such emergencies vials, detours, etc. He also made an analysis of the current system of traffic lights in Guayaquil downtown.

KEY WORDS: System, Intelligent, Traffic Light, Adaptive, Guayaquil, Sensors.

INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación centralmente trata sobre el análisis de la viabilidad de un sistema de semaforización inteligente en el centro de la ciudad de Guayaquil, ya que existe una cantidad de población muy alta en las ciudades del planeta, por lo tanto es necesario la implementación de estos sistemas porque no solamente las calles son circuladas por humanos sino también por vehículos automóviles que es el medio de transporte más popular.

La idea de esta investigación es que se realizara un dispositivo capaz de tomar decisiones sobre como dirigir el tráfico de vehículos en una intersección, de manera más efectiva que los semáforos convencionales ya que estos no toman una decisión, solo hacen un cambio de luces cada cierto tiempo de manera repetitiva y esto genera problemas como largos tiempos de espera innecesarios para desplazarse por la ciudad o congestiones de vehículos que pueden ser resueltos de manera más efectiva.

Capítulo 1: Este capítulo se enfoca en el problema y planteamiento de la causa de la investigación, el objetivo general, los objetivos específicos, la justificación y por último la delimitación.

Capítulo 2: titulado Marco teórico, donde se desarrollaron puntos como los antecedentes relacionados con el objeto de estudio a desarrollar, Asimismo se explicaron las bases teóricas sustentadas en la investigación y por último se definieron términos básicos claves dentro del proyecto..

Capítulo 3: denominado Marco metodológico, en donde se procede a definir el tipo de investigación, diseño, unidad de análisis y las técnicas

de recolección de la información. Asimismo, se explican de forma breve las fases y subfases específicas utilizadas para el desarrollo del sistema.

Capítulo 4: titulado Análisis e interpretación de resultados, se desarrollan las fases de la metodología seleccionada y se explican los resultados obtenidos a medida que se aplican cada una de las fases, asimismo, se definen los requerimientos necesarios. De igual forma se muestra el diseño y parte de la programación específica de cada algoritmo de decisión del sistema.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este primer capítulo se adentra en lo que es el problema central y el porqué de esta investigación, también comprende qué objetivos se plantean cumplir mediante este trabajo y se delimita hasta donde abarca el tema.

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, la ciudad de Guayaquil se encuentra entre las nueve ciudades con problemas de tráfico, esto se debe a que tiene 350.000 carros en el parque automotor y un crecimiento anual que fluctúa entre el 10% y el 15%.

Esto es sin duda es uno de los motivos por los cuales no enfrentamos a diario con uno de los problemas muy comunes que se vive en esta ciudad, que es la constante aglomeración de autos en las calles del centro, creando de esta manera inmensas filas de autos en horarios muy concurridos por la ciudadanía para ejecución y cumplimiento de sus actividades, estableciendo un ambiente poco agradable para las personas transitan en buses, autos o realizan sus actividades sin ningún medio de transporte.

Problemas como la ineficiencia de los semáforos que operan con tecnología obsoleta, la errada sincronización de los mismos o falta de mantenimiento; el irrespeto a las leyes de tránsito, son algunas de las causas por las cuales este tipo de acontecimientos cesa a diario en la ciudad y sus consecuencias parten tanto como problemas con el tiempo de viajes para trasladarse de un lugar a otro, también problemas de tipo económico, de salud y ambiental.

Las calles Boyacá, García Avilés y Rumichaca, en el centro de Guayaquil, son los puntos más complicados para la circulación vehicular. En la intersección con la avenida 9 de Octubre, buses y autos livianos tienen que compartir las estrechas vías. El resultado: bloqueos de calles, congestionamiento y abuso en la utilización de la bocina. (Telegrafo, 2016)

La implementación de un sistema de semaforización inteligente reduciría a un 60% esta problemática, según un estudio reciente del departamento de transporte en New York ya que mejoraría la sincronía de los semáforos y mediante una conexión entre sí mismos aumentaría la eficiencia de su uso; también la implementación de sensores que captan la densidad del tráfico dando lugar diferentes actitudes de sincronización según los datos procesados.

Este sistema actual demuestra la necesidad de una actualización tecnológica eficiente que permita una combinación de servicios para una óptima movilidad tales como centros de gestión de tránsito, reportes de movilidad, tráfico actuado, sistemas caza infractores, monitoreo de seguridad e integración de las entidades entre las más importantes, que permita a la ciudad desarrollar en el buen manejo de la movilidad y el tránsito hacia los ahora conocidos como sistema inteligente (ITS).

La investigación realizada servirá como guía hacia la implementación de un ITS para la ciudad de Guayaquil al igual que una perspectiva del mejoramiento en el desarrollo e investigación en sistemas inteligentes de tráfico en el país.

1.1.1. Formulación del problema

¿Es factible la implementación de un sistema de semaforización inteligente en el centro de la ciudad de Guayaquil?

1.1.2. Sistematización del problema

En las ciudades de gran tendencia económica, el problema de la afluencia de personas es muy común lo que trae consigo la congestión de las calles.

Dentro de este trabajo de titulación se necesita dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cuál es el funcionamiento del sistema actual de semáforos en el centro de la ciudad?

¿Qué tipo de tecnologías requiere este sistema de semaforización inteligente?

¿Cuáles son los horarios más concurridos por los usuarios para transitar la zona?

¿Cómo crear alianzas entre las autoridades de tránsito y aplicaciones de tránsito y navegación?

1.2. Objeto de la investigación

La intención del actual proyecto es realizar una simulación de un sistema inteligente de semaforización en una de las avenidas más concurridas por la aglomeración de autos causada por la intensidad de tráfico en centro de la ciudad de Guayaquil cuyas coordenadas (-2.192658, -79.887242) que corresponde a las avenidas Machala, Quito, 6 de Marzo, Rumichaca, Francisco García Avilés; con esto buscar la manera de disminuir la cantidad de congestionamiento vehicular que existe; el otro motivo por lo que es importante desarrollar este proyecto es que ayudará a

resolver la mayoría de los grandes problemas que existen como los incidentes de tránsito y así optimizar la calidad de vida de los ciudadanos.

1.2.1. Objetivo

1.2.2. Objetivo general

Analizar la viabilidad de un nuevo sistema de semaforización inteligente en el centro de la ciudad de Guayaquil mediante la investigación y simulación.

1.2.3. Objetivos específicos

1. Analizar el funcionamiento y tecnología actual de los semáforos en el centro de la ciudad de Guayaquil.
2. Establecer los requerimientos técnicos para la ejecución del sistema de semáforos inteligentes.
3. Analizar las exigencias de semaforización de una avenida y sus intersecciones en el centro de la ciudad de Guayaquil, utilizando planos del sector que consientan simular el desempeño del semáforo inteligente.

1.3. Justificación

En la actualidad en la ciudad de Guayaquil existen sistemas de semaforización vehicular adaptativos es decir que las duraciones de períodos se encuentran programadas según el horarios, el sistema de semaforización inteligente mediante el procesamiento de imágenes consiste en controlar la duración de los períodos de los semáforos según el número de vehículos existentes en la vía.

De esta forma la distribución de tiempo permitirá un mejor flujo de la actividad vehicular del parque automotor en el sector.

Los favorecidos de este sistema son todas las personas que circulen por las vías ya que minimizará los tiempos de espera innecesarios generados por los semáforos, los tiempos de viajes se verán favorablemente reducidos, los conductores tendrán el beneficio de transitar de forma más fluida, consumir menos combustible y minimizar niveles de estrés

El presente proyecto es base para el progreso de trabajos futuros en sistemas de semaforización con procesamiento de imágenes mejorados como la detección de vehículos.

1.4. Alcance

Este proyecto busca recopilar la información sobre los sistemas de semaforización inteligente y compararlos con el sistema actual para el estudio de su implementación en una avenida y sus intersecciones en el centro de la ciudad de Guayaquil, mediante una simulación de la afluencia de vehículos sobre las calles donde se ejecutará este sistema y así obtener posibles resultados de la viabilidad del sistema inteligente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El siguiente capítulo consta de todos los antecedentes, bases teóricas e información pertinente que fue revisada exhaustivamente para el desarrollo del proyecto, con la finalidad de manejar los conceptos y teorías más sólidas, con antecedentes que ayuden de guía como otras vías que ya han sido estudiadas y fundamentos legales que sustenten cada procedimiento y alerten sobre procesos ilícitos que no se deben cometer.

2.1. Antecedente de la investigación.

Alrededor del mundo encontramos millones de semáforos de diferentes marcas una de ellas es Siemens, afirma que produce cerca de 22.000 unidades al año así que nos podemos hacer una idea de los que hay por el mundo adelante.

En el último **Balance de Seguridad Vial** elaborado por la Dirección General de Tráfico (DGT), en **2014** se registró un **descenso del 18,5% en el número de peatones fallecidos**. Esto parece indicar que tanto los paseantes como los conductores, cada vez son más conscientes sobre los riesgos que pueden producir al momento de realizar alguna maniobra o distracción, como no dar importancia a las señales de tránsito o saltarse algún semáforo. (Profesoresyseguridadvial, 2015)

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan las ciudades es el tráfico vehicular. Miles de automóviles, motocicletas, buses, entre otros medios de transporte, permanecen atrapados durante las de nominadas “horas pico” en las calles dando lugar a convulsionar los más sofisticados asentamientos. No obstante, hace 100 años se desarrolló el

semáforo como uno de los elementos que ayuda a regular el tránsito y aplaca este problema.

En un inicio estos no eran automáticos y se manipulaban por un oficial de policía para dar paso a los vehículos que iban en distintas direcciones. Se considera, inclusive, que el concepto en el cual se basa la palabra semáforo es más antiguo que el del automóvil. Y es que en 1868 ya se contaba con un candelabro que funcionaba tradicionalmente con gas y que se le podía adaptar luces rojas y verdes para uso nocturno. Sin embargo, pasaron 46 años hasta que en Cleveland, en el estado de Ohio, Estados Unidos, se presentara en funcionamiento el primer semáforo tal y como se lo conoce en la actualidad. Lester Wire, un policía de Salt Lake City Y Garrett Morgan, el hijo de un antiguo esclavo que también inventó la máscara de gas y un suavizante para el cabello son conocidos como los creadores de tan importante invención. Juntos realizaron aportes importantes para desarrollar este dispositivo que con los años tendría una gran responsabilidad en la vida diaria de la gente.

Según la empresa Siemens, existen 1,5 millones de semáforos solo en Alemania. El fabricante cerciora que si un conductor intentara recorrer cada uno de ellos y todos estuvieran en rojo, el tiempo que tardaría para pasarlos sería de casi tres años. Por su parte, el ingeniero Wilke Reints, trabajador en Siemens, aseguró que nadie duda de la utilidad del semáforo.

“Aunque a veces incomode, pocos cuestionan el beneficio de este dispositivo. Como mucho se puede modificar su temporización y eso es todo un arte, Hay algoritmos muy compuestos para regular el tráfico, aunque no siempre guste a los conductores”

. Debido a su utilidad, eficiencia y aunque la tecnología avance, el semáforo seguirá integrando parte de la vida diaria de los peatones y conductores. (Comercio, 2014)

2.2. Actualidad

Actualmente existen diversos tipos de semáforos. Algunos funcionan por tiempo es decir se configuran para que una luz mantenga un período de tiempo, pero cada vez más se opta por controlar desde un centro, mediante algoritmos que regulan el tráfico, permitiendo la circulación en la zona fluya.

Hoy las bombillas de los semáforos están pasando a la historia y los semáforos LED se imponen, proporcionando su considerable ahorro de energía, su luminosidad y su larga utilidad. En comparación con las bombillas incandescentes las lámparas de LED utilizan sólo el 10% de energía y tienen una vida útil 50 veces superior.

Eso implica a que haya mayor fiabilidad del producto y más seguridad vial, y mejoras en los tiempos de viajes debido a que los semáforos ahora tienen mejor calidad y tecnología.

2.2.1. Sistema de semaforización actual en la Ciudad de Guayaquil

A más de 2 años de que la ATM sea quien se encargue del control de movilidad de Guayaquil, el tráfico vehicular y las contravenciones de tránsito han sido de gran mejora para el optimismo de una buena afluencia en el sistema.

Con la llegada de la Agencia de Tránsito Municipal muchos de estos semáforos han sido reprogramados y otros han sido retirados de las calles para su respectivo mantenimiento o simplemente porque ya cumplieron con el tiempo de vida útil, y aun así los usuarios se quejan del mal funcionamiento del sistema ya que no hay considerables mejoras en el tránsito vial.

La ATM debe lidiar con al menos 350.000 vehículos que circulan en los cerca de 5.000 kilómetros de vías con que cuenta la ciudad. Una tarea nada fácil para la entidad, si se toma en consideración que la carga vehicular crece cerca de un 10 % cada año, siendo la principal causa del congestionamiento, especialmente en las horas pico. (Expreso.ec, 2016)

2.3. Marco teórico

Para realizar un análisis de riesgo es importante tomar en cuenta las distintas teorías planteadas de varias fuentes consultadas para obtener conocimientos más congruentes.

2.3.1. Sistema.

Un sistema es una colección de elementos o componentes que están organizados para un propósito común. La palabra a veces describe la organización o el plan en sí (y tiene un significado similar al método, como en "Tengo mi propio pequeño sistema") y algunas veces describe las partes en el sistema (como en "sistema informático").

2.3.2. Sistemas inteligentes.

Un sistema inteligente es un sistema basado en computadora que puede representar, razonar e interpretar datos. Al hacerlo, puede aprender sobre la estructura de los datos, analizar los datos para extraer patrones y significado, derivar nueva información e identificar estrategias y comportamientos para actuar sobre los resultados de su análisis.

Los sistemas inteligentes vienen en muchas formas y tienen muchas aplicaciones, desde el procesamiento de grandes conjuntos de datos hasta el control de robots y drones. Las ideas y conceptos se extraen de las áreas de inteligencia artificial, aprendizaje automático y una variedad de campos

como la psicología, la lingüística y las ciencias del cerebro, formando muchas relaciones interdisciplinarias.

2.3.3. Semáforos.

Los semáforos, también conocidos como luces de tráfico, luces de freno, robots (en Sudáfrica y la mayor parte de África) y señales de control de tráfico (en lenguaje técnico) son dispositivos de señalización colocados en intersecciones de carreteras. Pasos peatonales y diferentes lugares donde se necesita controlar los flujos de tráfico.

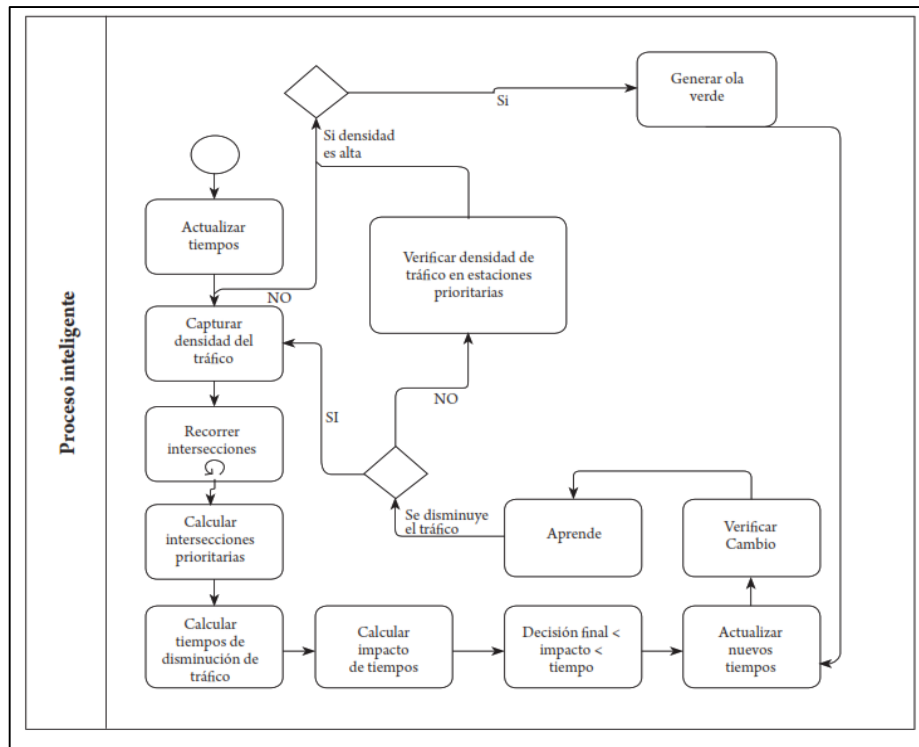
El primer semáforo del mundo fue efímero. Era una señal de gas operada manualmente, que se instaló en Londres en diciembre de 1868. Explotó menos de un mes después de su implementación, hiriendo a su operador de policía. El control del tráfico comenzó a parecer necesario a fines de la década de 1890 y Earnest Sirrine de Chicago patentó el primer sistema de control de tráfico automatizado en 1910. Utilizó las palabras "STOP" y "PROCEED", aunque ninguna de las dos palabras se iluminó.

2.3.4. Semáforos inteligentes.

Semáforos inteligentes o señal de luces inteligentes son un sistema de control del tráfico vehicular que combina los semáforos tradicionales con una serie de sensores e inteligencia artificial para operar de forma inteligente el tráfico de vehículos y peatones según la situación en la que se encuentre el tráfico.

Los mencionados semáforos inteligentes o autónomos disponen de nuevas tecnologías que le permite aportar con diversas funcionalidades mejoradas para facilitar la regulación del tráfico y ayudar en la seguridad vial por medio de una cámara que trabaja con sensores que pueden calcular la densidad del tránsito vehicular.

FIGURA N° 1.
ESQUEMA DE UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE.



Fuente: (García, 2013)

Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel

2.3.5. Sensores

Un sensor es un dispositivo que detecta y responde a un tipo de entrada desde el entorno físico. La entrada específica podría ser luz, calor, movimiento, humedad, presión o cualquiera de una gran cantidad de otros fenómenos ambientales. La salida generalmente es una señal que se interpreta en una pantalla legible para el ser humano en la ubicación del sensor o se transmite electrónicamente a través de una red para leer o procesar más. Ubicación del sensor o se transmite electrónicamente a través de una red para su lectura o procesamiento posterior.

Aquí hay algunos ejemplos de los diferentes tipos de sensores:

En un termómetro de vidrio a base de mercurio, la entrada es la temperatura. El líquido contenido se expande y se contrae en respuesta,

haciendo que el nivel sea más alto o más bajo en el medidor marcado, que es legible por el ser humano.

Un sensor de oxígeno en el sistema de control de emisiones de un automóvil detecta la relación gasolina / oxígeno, generalmente a través de una reacción química que genera un voltaje. Una computadora en el motor lee el voltaje y, si la mezcla no es óptima, reajusta el equilibrio.

Los sensores de movimiento en varios sistemas, incluyendo luces de seguridad domésticas, puertas automáticas y accesorios de baño, generalmente envían algún tipo de energía, como microondas, ondas ultrasónicas o haces de luz, y detectan cuándo el flujo de energía se interrumpe por algo que ingresa en su camino.

Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (e.g. un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un visualizador) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, por ejemplo un puente de Wheatstone, amplificadores y filtros electrónicos que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de los circuitos.

2.3.6. RFID

RFID significa identificación por radiofrecuencia. El acrónimo se refiere a pequeños dispositivos electrónicos que consisten en un pequeño

chip y una antena. (xccrfid, s.f.) El chip generalmente es capaz de transportar 2,000 bytes de datos o menos.

El dispositivo RFID realiza la misma función de un código de barras o una banda magnética en la parte posterior de una tarjeta de crédito o tarjeta ATM; proporcionando un identificador adecuado para ese objeto. Y, del mismo modo debe escanear un código o una señal magnética para obtener la información, el dispositivo RFID debe escanearse para recuperar la información de caracterización.

2.3.7. Sistema de semaforización inteligente usando RFID

El flujo de camiones puede ser optimizado por comunicación inalámbrica utilizando la tecnología RFID (Radio identificación de frecuencia). Además, los peatones deberían ser capaz de moverse más rápido y seguro a través del puerto ocupado.

La tecnología del llamado "semáforo inteligente" funciona como esto: vehículos y peatones están equipados con un chip RFID, que se comunica a través de Wi-Fi con el sistema de RFID en el tráfico ligero. La luz inteligente controla el tráfico según la congestión. Por lo tanto, los camiones que se acerquen a un semáforo podrán modificar la luz verde para pasar la el semáforo sin detenerse. Al mismo tiempo, los controladores son informados en una pequeña pantalla en la cabina, ya sea que deban o no detenerse o continuar en el semáforo.

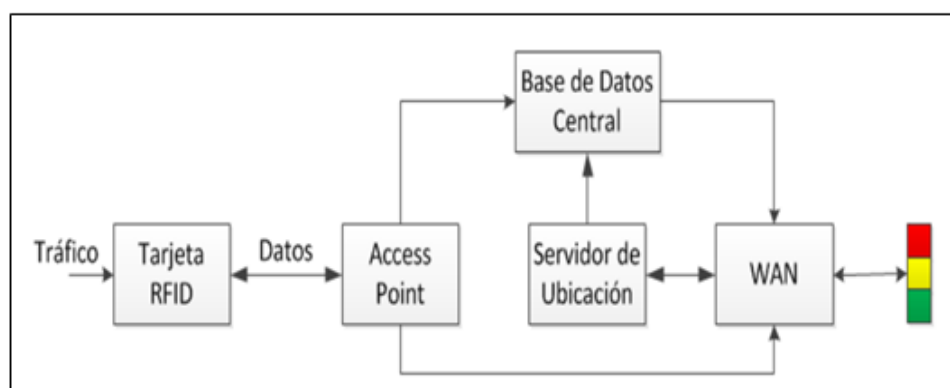
La tecnología RFID es un componente importante del tráfico red ambiental ", explica Thomas Brunner, gerente de ventas de Kathrein RFID. "Como muestra el proyecto en Hamburgo, nuestro poderoso sistema y las soluciones confiables de RFID cumplen con los requisitos técnicos en una manera excepcional. "La administración de la Autoridad Portuaria de Hamburgo (HPA) está convencido de los beneficios de la tecnología RFID.

Kathrein RFID quiere configurar semáforos más inteligentes para navegar en el tráfico de camiones de manera óptima a través del mundo. Esto no solo es razonable económicamente sino también ayuda a proteger el medio ambiente, ya que los camiones llegan a su destino más rápido. La seguridad de los peatones también aumenta: son reconocido por el semáforo que luego transmite una información al vehículo que se acerca. De esa forma el conductor tiene tiempo suficiente para adaptarse al peatón.

El sistema puede aprender las decisiones y puede producir un escenario general del flujo de tráfico mediante la identificación:

- Determinar el patrón de circulación de vehículos en un determinado día.
- Determinar la secuencia más eficaz. Identificar la ruta más activa. (LLansola, 2016)

FIGURA N° 2
DIAGRAMA DE UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE
USANDO RFID.



Fuente: (Martínez, s.f.)
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel.

2.3.8. Protocolos de confidencialidad e integración de datos.

Los Protocolos de confidencialidad e integridad de datos han pasado por un transcurso evolutivo desde TKIP incorporado en el protocolo de

encriptación WAP hasta el protocolo CCMP incorporado en el protocolo de encriptación WAP2.

TKIP (Temporal Key Integrity Protocol): conocido en español como Protocolo de integridad de clave temporal, nació como una actualización para reforzar los sistemas WEP, sin tener que cambiar el antiguo hardware de red. Por lo tanto, al igual que WEP, se basa en el algoritmo de cifrado RC4, que conduce a limitaciones de seguridad que se solucionan con la desconexión de 60 segundos. y establecimiento de nuevas claves cuando se produzcan más de 2 fallas de MIC por minuto. Corrige las siguientes vulnerabilidades de WEP:

- Integridad de mensaje
- Reutilización de claves de inicialización
- Gestión de claves

WRAP (Wireless Robust Authenticated Protocol): este protocolo se Basa en el algoritmo de encriptación AES, fue el primer protocolo elegido por el estándar IEEE 802.11i, pero se abandonó por motivos de propiedad intelectual y posibles licencias.

CCMP (Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol): A diferencia de TKIP, este protocolo no nació para acomodarse al hardware WEP, por ello tiene un nuevo diseño basado en el algoritmo de encriptación de bloques AES (cuenta con un contador extra inicializado en 1 y se incrementa en cada bloque). Además utiliza el método de autenticación de mensajes CBC – MAC (Cipher Block Chaining) para producir un MIC.

Usa una clave única pero con diferentes vectores de inicialización, el vector es incrementado en cada fragmento del paquete. La cabecera CCMP no viaja encriptado pero los datos si, incluido el vector.

2.3.9. Estándar de Autenticación y Encriptación IEEE 802.11i

Esta norma especifica mecanismos de seguridad para redes inalámbricas, reemplazando la breve cláusula de autenticación y privacidad de la norma original con una cláusula de seguridad detallada. El comité IEEE 802.11 es responsable de las LAN inalámbricas e incluye varios subcomités, conocidos como Grupos de tareas. Los Grupos de Tareas se encargan de desarrollar estándares, que a menudo se incluyen en el estándar principal, una vez que se adoptan.]

2.3.10. IEEE 802.1x

El estándar 802.1X está diseñado para mejorar la seguridad de las redes inalámbricas de área local (WLAN) que siguen el estándar IEEE 802.11. 802.1X proporciona un marco de autenticación para LAN inalámbricas, lo que permite que un usuario sea autenticado por una autoridad central. El algoritmo real que se usa para determinar si un usuario es auténtico se deja abierto y son posibles múltiples algoritmos.

2.3.11. Cámara con sensor de presencia para en conteo de vehículos

Este tipo de cámaras permite posicionar y verificar con exactitud las zonas de detección de presencia de vehículos. Dado que estas visualizan una imagen de vídeo procesando la información mediante un algoritmo que permite identificar e interpretar la información.

Zonas de detección de vehículos de precisión múltiple y direccional, detectan vehículos de día y de noche.

Esto permite la localización de presencia de vehículos en diferentes carriles. Disponen de zonas de detección que indican la presencia de vehículos en movimiento hacia una determinada dirección.

Funciones clave:

- Detección de presencia de vehículos en las intersecciones
- Recopilación de datos, detección de retenciones y supervisión del flujo de tráfico

Ventajas clave:

- Todo en un sensor (cámara + detección por vídeo)
- No invasivo, instalación elevada respecto al suelo
- Comprobación y supervisión en tiempo real
- Visión del tráfico en tiempo real

Estas cámaras se basan en tecnología de detección por medio de procesamiento de imágenes probada sobre el terreno, una imagen de vídeo del sensor permite ubicar de forma precisa varias zonas de detección de presencia.

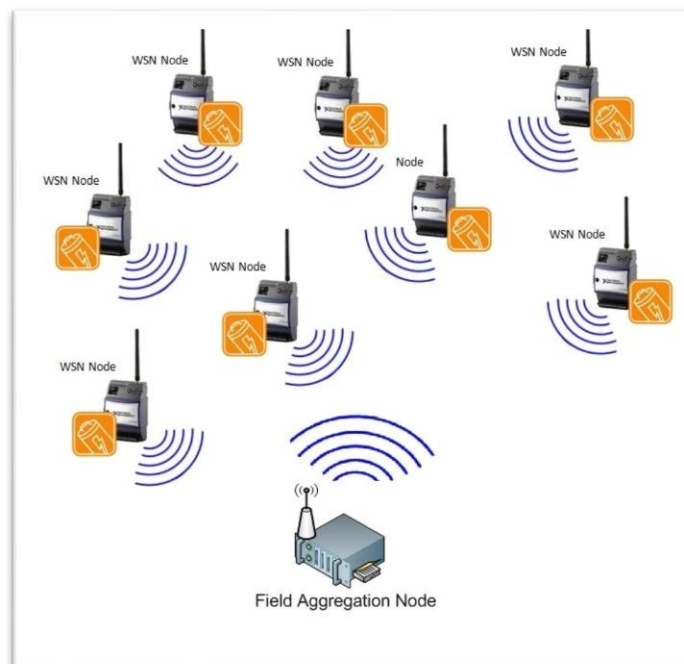
2.3.12. WSN (Wireless Sensor Network o WSN)

Una red de sensores inalámbricos (WSN) es una red inalámbrica que consiste en dispositivos distribuidos espaciados autónomos utilizando Sensores para monitorear condiciones físicas o ambientales.

Un sistema WSN incorpora un Gateway que provee conectividad inalámbrica de regreso al mundo de cables y nodos distribuidos (vea Figura N°3). El protocolo inalámbrico que seleccione depende en los requerimientos de la aplicación.

Algunos de los estándares disponibles incluyen radios de 2.4 GHz basados en los estándares IEEE 802.15.4 o IEEE 802.11 (Wi-Fi) radios propietarios, los cuales son regularmente de 900 Mhz. (INSTRUMENTS, 2009)

FIGURA N° 3.
ILUSTRACIÓN DE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS.



Fuente: (energymonitoringwsn, 2015)
 Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel

2.3.13. Aplicaciones Potenciales

Los ingenieros han creado aplicaciones WSN para diferentes áreas, incluidas la atención médica, los servicios básicos y el monitoreo remoto. En el cuidado de la salud, los dispositivos inalámbricos hacen que el monitoreo del paciente y la atención médica sean menos invasivos. Para servicios básicos como electricidad, alumbrado público y consejos de agua, los sensores inalámbricos ofrecen un método de bajo costo para un sistema de recolección de datos saludable que ayuda a reducir el uso de energía y una mejor gestión de los recursos.

Las posibles aplicaciones de las redes de sensores incluyen:

- Automatización industrial
- Casas automatizadas e inteligentes
- Video vigilancia

- Monitoreo de tráfico
- Monitoreo de dispositivos médicos
- Monitoreo de las condiciones climáticas
- Control de tráfico aéreo
- Control del robot

2.3.14. Componentes de un nodo WSN

Un nodo WSN contiene varios componentes técnicos. Estos incluyen el radio, batería, micro controlador, circuito analógico y una interfaz a sensor. Cuando utilice tecnología de radio WSN, debe hacer compensaciones importantes. En sistemas alimentados con batería, altas tasas de datos y uso frecuente de radio consumen mayor energía. A menudo es un requerimiento tres años de vida de una batería, así que hoy en día muchos de los sistemas WSN están basados en ZigBee debido al bajo consumo de potencia. Debido a que la tecnología de vida de la batería y manejo de potencia están en constante desarrollo y debido al ancho de banda IEEE 802.11 disponible, WiFi es una tecnología interesante.

La segunda consideración tecnológica para los sistemas WSN es la batería. En adición con los requerimientos de larga vida, usted debe considerar el tamaño y el peso de las baterías así como los estándares internacionales para envío de baterías y disponibilidad de baterías. El bajo costo y la gran disponibilidad de carbón zinc y baterías alcalinas las hacen una opción común.

Para extender la vida de la batería, periódicamente un nodo WSN se enciende y transmite datos alimentándose del radio y posteriormente apagándose para conservar energía. La tecnología de radio WSN debe eficientizar la transmisión de una señal y permitir al sistema regresar al modo sleep con un uso mínimo de energía. Esto significa que el procesador involucrado debe ser capaz de despertar, encenderse y volver a sleep de

manera eficiente. La tendencia del microprocesador para WSN incluye la reducción de consumo de energía mientras mantiene o incrementa la velocidad de procesador. Parecido a su opción de radio, la compensación de consumo de energía y velocidad de procesamiento es clave al seleccionar procesador para WSN. Esto hace a la arquitectura x86 una opción difícil para dispositivos alimentados con batería.

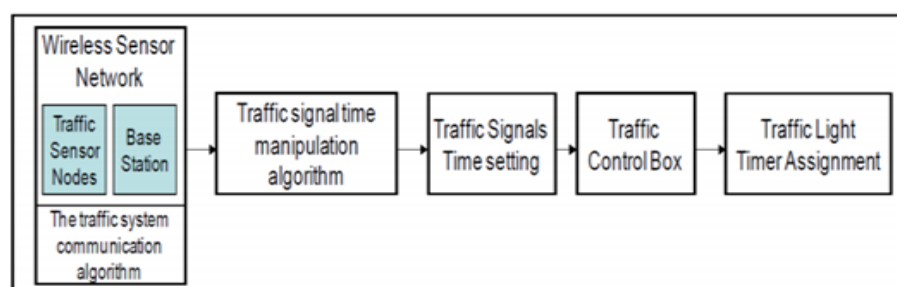
2.3.15. Semaforización Inteligente Utilizando WSN

Este sistema tiene dos partes principales: la red de sensores inalámbricos (WSN) y una estación base (BS), que es responsable de la ejecución de los algoritmos de control.

La red de sensores inalámbricos está compuesta por un grupo de sensores diseñados para proporcionar información sobre la infraestructura de comunicación de tráfico y para facilitar el flujo de tránsito. Cada sensor es responsable de generar el tráfico de dichos vehículos, los procesos de salida, la velocidad de cada vehículo y su longitud.

Los datos recopilados se procesan en tiempo real en la base de datos. TDMA se utiliza para la comunicación, el uso eficiente de la energía porque permite nodos en la red.

FIGURA N°4.
DIAGRAMA DE UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE
USANDO WSN



Fuente: (Martínez, s.f.)
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel.

2.3.16. Procesamiento de imágenes

Es el uso de algoritmos informáticos para realizar el procesamiento de la información visual analógica en imágenes digitales. Como una subcategoría o campo de procesamiento de señales digitales, el procesamiento de imágenes digitales tiene muchas ventajas sobre el procesamiento de imágenes analógicas. Permite aplicar una gama mucho más amplia de algoritmos a los datos de entrada y puede evitar problemas tales como la acumulación de ruido y la distorsión de la señal durante el procesamiento. Dado que las imágenes se definen en dos dimensiones (quizás más), el procesamiento de imágenes digitales se puede modelar en forma de sistemas multidimensionales.

2.3.17. Segmentación de imágenes

Para procesar una imagen es necesaria la segmentación o división de la misma. Este proceso permite encontrar objetos presentes en el entorno de estudio y clasificarlos entre sí. Con una buena segmentación permitirá que el procesado de la imagen sea más eficiente, es decir que se podrán realizar filtrados, obtención de características entre otras operaciones morfológicas de forma independiente a cada objeto presente en la imagen. La segmentación se basa en tres importantes conceptos: (Chávez, 2015)

Similitud: Los píxeles pueden contener valores parecidos con respecto alguna propiedad determinada.

Discontinuidad: Los objetos en un entorno se diferencian del mismo ya que contienen puntos aislados, líneas y aristas.

Conectividad: Los píxeles que forman una región o imagen se agrupan es decir se conectan para formar una región homogénea o de igual forma.

2.4. Marco contextual

Propuesta de Solución. La implementación de este sistema mejorará el flujo del vehículo, ya que esto dependerá de la cantidad de vehículos detectados por medio de sensores (cámara) modificaran la configuración del sistema, reduciendo así el tiempo de espera innecesario al que están sujetos los conductores. El sistema de semáforo actual. El sistema puede detectar la ruta con el mayor flujo de tráfico y configurar las fases de incendio de la manera más óptima, para que haya un mejor flujo de tráfico

2.5. Marco conceptual

2.5.1. Teoría de Tráfico.

Los términos que pertenecen a la teoría de tráfico junto con los del diseño de intersecciones, son los más especializados entre los utilizados durante la investigación, por eso deben conceptualizarse con mayor énfasis.

Ingeniería de tránsito (o de tráfico). Es una rama de la Ingeniería, relacionada con la Ingeniería Civil, que se encarga del planeamiento y la gestión del transporte, tanto urbano como rural, para que el uso de vehículos y peatones hagan de la infraestructura vial, más eficiente, rápido, cómodo y seguro. Dentro de éste campo disciplinal se ubica la Teoría de Tráfico, que se encarga de sustentar el tratamiento de las variables que intervienen en el problema, aplicando observaciones, mediciones, cálculos matemáticos y probabilidades.

Funcionalidad de la teoría de Tráfico. La teoría de tráfico hace uso de métodos matemáticos y probabilísticos en primera instancia para definir la manera de valorar y calcular variables como la intensidad o volumen del tráfico, velocidad, desfase, ciclos, demoras, fases, repartos y capacidad

entre otros. La teoría de tráfico, se utiliza para el análisis de las diversas situaciones a solucionar a través del entendimiento de las distintas variables con sus respectivas relaciones, además del tratamiento matemático que se le debe dar a estas para diseñar correctamente el planeamiento de las intersecciones, aplicando mecanismos geométricos para coordinarlas eficientemente desde la central. Así, se pueden establecer variables como la intensidad o volumen de tráfico, la velocidad, y la separación, mediante observaciones locales o momentáneas como lo plantea Valdés:

El tráfico puede ser observado de 2 maneras:

- “Local”
- “Momentánea”

En una “observación local” se consideran diversos vehículos que atraviesan, a lo largo de un cierto período de tiempo, una determinada sección transversal o sección de observación de una vía (por ejemplo, aforo de tráfico). En una “observación momentánea” se consideran en el mismo instante diversos vehículos en un tramo de vía (por ejemplo, fotografía aérea)

Intensidad o volumen de tráfico también conocida como flujo vehicular, es el total de vehículos que atraviesan un tramo de la vía en un periodo de tiempo de tiempo, que dependiendo de la situación puede estar dado en segundos, minutos u horas. Por lo general las observaciones que se realizan para tomar esta variable, usan períodos de quince minutos y en ocasiones de una hora. La Intensidad de tráfico, depende de la demanda de vehículos, pero también de la oferta de la vía, o dicho en otras palabras de la capacidad de servicio; ésta se define como el parámetro que establece la intensidad de tráfico máxima, tolerable por un tramo de vía.

Dicha intensidad, también depende indiscutiblemente, de la velocidad promedio con la que los vehículos atraviesan dicho tramo

Diseño de Intersecciones. Las intersecciones representan los conflictos más serios entre peatones, ciclistas y conductores, pero también presentan oportunidades para reducir los accidentes cuando se diseñan cuidadosamente. Un buen diseño de intersección puede aprovechar el potencial cívico y económico, infundiéndolo en espacios sobre construido o subutilizados con la vida en la calle.

El diseño de la intersección debe facilitar la visibilidad y la previsibilidad para todos los usuarios, creando un entorno en el que los movimientos complejos se sientan seguros, fáciles e intuitivos. Su diseño debe promover el contacto visual entre todos los usuarios de la calle, generando un paisaje urbano en el que peatones, conductores y ciclistas se conocen entre sí y pueden compartir espacios de manera efectiva. Las intersecciones son el aspecto más desafiante del diseño de la calle en un entorno urbano.

Después de un exhaustivo trabajo de campo, que puede ser reemplazado por referencias de fuentes que tengan todos o parte de los datos actualizados (como la Secretaría de Tránsito y Transporte), y además de identificar las distintas variables con tratamientos similares a los efectuados sobre la intensidad y la velocidad se necesita ejecutar un estudio de cada intersección para sincronizarla a los diferentes conjuntos de semáforos que pertenecen, de esta manera se logra la asignación de sus respectivas fases, para llegar a la conclusión de cuales grupos son compatibles y cuales son opuestos, para inmediatamente asignar los tiempos:

En la distribución de fase, los flujos de tráfico entre compatibles e incompatibles deben diferenciarse. Compatible son aquellos que pueden

viajar simultáneamente sin encontrar puntos de conflicto en la separación de la intersección. Cuando en la misma fase hay un movimiento de peatones paralelo al movimiento de un vehículo con giros a la izquierda o derecha, se sugiere firmar de forma independiente en fases separadas.

Estos son algunos de los conceptos más importantes del diseño de intersección.

Intersección. Es un cruce o un área de la carretera donde dos o más caminos se cruzan o se encuentran. Una intersección puede ser de cuatro vías (o encrucijada), de tres vías (unión en T o unión en Y, a veces se denomina bifurcación) o cinco o más formas.

La intersección también conocida comúnmente como encrucijada es cualquier lugar donde dos o más caminos se cruzan o se encuentran en grado. Las intersecciones pueden ser señalizadas o no señalizadas, pueden o no tener una rotonda. Las intersecciones abarcadas por una rotonda se consideran intersecciones seguras. La eficiencia de una intersección se determina sobre la base de qué tan bien una intersección se acomoda a las demandas de todos los usuarios de la carretera. El rendimiento de una intersección señalizada se juzga en función de sus tiempos de señal.”.

Grupos de semáforos. Es un conjunto de dispositivos sincronizados para controlar por medios de señales (luz roja, luz verde, luz amarilla) el flujo de transporte de una o más vías. Para equilibrar los grupos de semáforos, también conocidos como grupos de vías o de señales, la mejor opción es utilizar el estándar alemán conocido como la norma RILSA.

Plan de Señales. El enfoque anterior y otras especificaciones de diseño deben ser abordados por el administrador del sistema de control de tráfico para registrar el trabajo de mostrar fallas en los grupos de semáforos

y enviar planes de señales que el sistema de control de tráfico diseñe de administrador para ser arreglados. En este problema, un nuevo concepto entra en juego: plan de señales. Es el formato documental, gráfico o numérico, que sintetiza los valores de tiempo asignados a cada fase y ciclo pertenecientes a grupos de semáforos que convergen en una intersección.

Reparto. Se refiere al cálculo preciso de los tiempos que deben ser asignados para cada fase y subsecuentemente para cada grupo de semáforos que haga parte de la estructura de control de una intersección.

Fase. Es la señal o conjunto de señales semafóricas que permite uno o varios pasos simultáneos a través de la intersección.

Ciclo. Es la agrupación de fases que permite dar paso a todos los grupos de la intersección sin que ninguna repita. Dentro del proceso de asignación y distribución de tiempos, cobra relevancia la “longitud del ciclo”, que no es otra cosa que la duración de éste medida en segundos.

Retraso. Es la diferencia entre el tiempo que gasta un vehículo observado en atravesar un tramo, y el tiempo que emplearía a una velocidad constante y sin interrupciones.

Otras variables como los tiempos intermedios, las trayectorias, los conflictos, que determinan la sincronía entre los semáforos de una intersección se deben someter a un proceso de cálculos matemáticos, en algunas ocasiones geométricos, que producen como resultado una estructura de control para el plan de señales de una intersección.

Se deben tener en cuenta además de la realización de cálculos de estas variables, la existencia de factores que pueden alterar el comportamiento normal del tráfico, obligando a reconstruir los planes de señales.

2.6. Marco legal

2.6.1. Ley de tránsito en el ecuador

Las reformas contempladas en la nueva Ley Orgánica del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, están enfocadas en mejorar la administración del tránsito, establecer correctivos en el conocimiento y juzgamiento en las contravenciones y delitos de tránsito, para determinar las sanciones correspondientes. En ese sentido es deber y responsabilidad de todos los ciudadanos en general, conocer, cumplir y hacer que se haga efectiva la ejecución de esta nueva ley, que permita mejorar el sistema del transporte y seguridad vial en el país.

ATM (Agencia de tránsito municipal)

Es una agencia creada por la Municipalidad de Guayaquil en julio del año 2012, con el objetivo de controlar, establecer políticas y precautelar la seguridad vial de los ciudadanos, conforme lo establece la Constitución de la república y el Código Orgánico de Organización Territorial

La misión de la ATM se basa en el control del tránsito en las calles de la ciudad, por lo cual su trabajo es la planificación, regularización y control del tránsito vehicular y peatonal. Asimismo, a través de SGS Revisiones, realiza la revisión técnica de los vehículos que circulan en Guayaquil.

Reglamento técnico ecuatoriano rte inen 004 parte 5 “señalización vial. Parte 5. Semaforización”

Esta regulación establece los requisitos que los sistemas de semáforos deben cumplir para garantizar la seguridad de las personas,

prevenir las prácticas que pueden inducir el accidente de los usuarios de la carretera y minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

Generalidades. Los semáforos son instrumentos para proteger a los usuarios de la vía, regulando los diferentes flujos vehiculares y peatonales, separando en tiempo y espacio a los varios movimientos de acuerdo a la trayectoria de viaje. Para que se respete esta definición, la selección y uso de estos dispositivos de control siempre debe ir precedida de un estudio exhaustivo de la ingeniería de tráfico que evalúe las condiciones del tráfico en las carreteras en cuestión.

Para un funcionamiento óptimo y seguro del tráfico, las características de ubicación, esquema, sentido legal en indicaciones serán similares en el sistema de intersección o señalización.

Los sistemas de semáforos son significativos para el control del tráfico vehicular y peatonal; y porque determinan el derecho de paso a los distintos movimientos de tránsito, deben cumplir, entre otros, los siguientes aspectos:

- Proporcione un movimiento de tráfico ordenado y seguro.
- Optimizar la circulación de vehículos en una intersección
- Minimice la continuidad de accidentes, especialmente los de ángulo recto, estableciendo un movimiento constante del tráfico a una velocidad determinada en la correspondiente ruta
- Interrumpir los volúmenes de tráfico vehicular a intervalos pertinentes, para permitir que otro tráfico vehicular o peatonal cruce una carretera pública.
- Proporcionar seguridad a peatones y vehículos

En caso de que se implemente el posicionamiento de un semáforo en una intersección y no se cumpla con los requisitos establecidos por la ley

en los que respecta a ubicación, podría provocar los siguientes problemas en el tránsito *REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE* tales como:

- Demoras excesivas
- Provocar la desobediencia de las luces
- Crear congestión en otras vías alternas sin semáforos
- Aumento de accidentes típicos de choque por alcance.
- Gasto innecesario del capital.
- Disminuir el nivel de servicio de la intersección.

Requisitos para la implementación de los sistemas de semaforización tradicional.

De acuerdo con la regulación, propone una guía para la toma de decisiones al instalar semáforos en las intersecciones.

Los semáforos no deben instalarse siempre que no se cumplan ninguno o más de los requisitos establecidos en las reglamentaciones. Esto debe analizarse a través de un estudio de ingeniería de tráfico en caso de incumplimiento, proceder en el proceso y descartar la gestión.

Los factores que intervienen para suministrar equipos a una intersección son:

- Volúmenes de tráfico,
- Acceso a las carreteras principales,
- Volúmenes peatonales,
- Cruces peatonales escolares,
- Conservación de series de flujo,
- Insistencia de accidentes,
- Sistemas,
- combinación de requisitos

Según la Ley Orgánica De Transporte Terrestre en el TITULO II De La Educación Vial Y Capacitación, con respecto a la educación para el tránsito y la seguridad vial terrestre establece objetivos según el artículo 185.

Los cuales detallan reducción de los accidentes de tránsito, proteger la integridad de las personas y sus activos.

Otros objetivos son conceder seguridad en el tránsito tanto peatonal como vehicular; también capacitar a las personas en general para el uso correcto de todos los medios de transporte terrestre. La comunicación entre las autoridades y diferentes instituciones es uno de los objetivos planteados por este reglamento, ya que en coordinación con el Ministerio de Educación se busca capacitar a docentes en temas de seguridad vial y normas en general para que estos transmitan el mensaje a los estudiantes, También se busca capacitar a choferes ya sean profesionales o no profesionales.

Estas capacitaciones se deben garantizar permanentemente para la mejora profesional de los agentes de control, instructores, docentes y conductores.

La difusión del comportamiento de tránsito, los principios, las reglas generales y los principios de señalización universal son parte de este reglamentos para que estos sean divulgados por medios de comunicación con esto se busca la disminución de infracciones de tránsito.

Otros objetivos que se consideran:

- Prevenir y controlar la contaminación ambiental;
- Promover el uso de formas de transporte no contaminantes como medio de movilización

- Salvaguarde la integridad física y proteja los derechos de niños y adolescentes, con discapacidades y otros grupos vulnerables;
- Promover el respeto por los derechos humanos, eliminar todas las formas de discriminación y generar un tratamiento inclusivo para niños, adolescentes, mujeres, adultos mayores de 65 años y con discapacidades, y otros usuarios de la vía.

El Ministerio de Educación, la Comisión Nacional y los Gobiernos Autonómicos Descentralizados, en el ámbito de sus competencias, garantizarán el estricto cumplimiento de los objetivos establecidos en este artículo.

Nota: Inciso último reformado por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 415 de 29 de Marzo del 2011.

En el artículo 186 detalla las funciones que debe cumplir de manera conjunta el Director Ejecutivo de la Comisión Nacional, el Ministerio de Educación, y la Dirección Nacional de Control de Tráfico y Seguridad Vial la cual se basa en diseñar y autorizar planes y programas educativos los cuales estarán destinado a los estudiantes, peatones, choferes y usuarios en general.

De igual manera en el ámbito de sus competencias, especifica que el Ministerio De Salud Pública junto a la Comisión Nacional, diseñen y autoricen planes y programas de capacitación para los profesionales del área médica en tanto a víctimas de lesiones situaciones de manejo de emergencia y rehabilitación, el mismo que esta detallado en el artículo 187. (Constituyente, 2012)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Este capítulo tiene como objetivo principal presentar la metodología a emplear para realizar el estudio de la propuesta, en primer lugar se define el problema a estudiar para poder fijar el tipo de investigación que se debe utilizar, Luego se define la muestra a analizar, inmediatamente se efectúa las encuestas para poder recolectar y posteriormente analizar de los datos que se obtengan con de la búsqueda. Este estudio se realizará en el centro de la ciudad de Guayaquil.

3.1. Enfoque

Durante la elaboración de este Trabajo de Titulación se hizo uso de diversas metodologías y técnicas de investigación, las cuales ayudaron a conseguir los objetivos planteados anteriormente.

Por lo consiguiente se adoptaron algunas metodologías existentes como: la bibliográfica o documental, descriptiva, de campo, analítico, deductivo; y a su vez herramientas como lo son la encuesta y entrevista; ayudando de esta forma con la aplicación de técnicas investigativas como la de laboratorio y exploratoria. Obteniendo finalmente datos que fueron analizados e interpretados de forma estadística.

3.2. Modalidad

3.3. Investigación bibliográfica

Para la realización de este plan de investigación se inquirió información en libros digitales, tesis, manuales, también se utilizó internet

como recurso principal para obtener una información más profunda con respecto a problemas similares, de esta manera se logró recopilar información de suma importancia la cual fue usada como soporte teórico del plan de investigación.

3.4. Investigación descriptiva explicativa

Se utilizará una investigación descriptiva, por cuanto se trata de obtener información acerca del control vehicular en la ciudad de Guayaquil.

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas que frecuentan el área donde se da la aglomeración de vehículos provocando la inconformidad al momento de transitar por este sector de la ciudad.

Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

3.5. Investigación de Campo

En el presente proyecto se ha hecho una investigación de campo debido a que se cuenta con datos reales sobre el flujo vehicular en la ciudad de Guayaquil, lo que permitió conocer de forma real la situación actual del tráfico vehicular que abarca el centro de la ciudad de esta manera proporcionar una investigación certera para el análisis y simulación de un sistema de semaforización inteligente.

3.6. Investigación analítica deductiva

En este método se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado. Si se

analizan las características de los métodos enunciados anteriormente, es fácil concluir que todos ellos se relacionan y complementan. A partir del método analítico se observan fenómenos singulares; con la inducción se formulan leyes universales; mediante el método deductivo se aplican esas leyes a situaciones particulares y a través de la síntesis se integran conocimientos aparentemente no relacionados.

3.7. Técnica de recolección de datos.

En este tema se establece la técnica de recolección de datos a utilizar, este paso detalla que fuente se debe utilizar para obtener los datos y como deben ser analizados, hay varios tipos de recolección entre los más populares están observación, entrevistas, sesiones de grupos de enfoque, documentos, registros, materiales y artefactos, biografías e historias.

Por lo tanto se ha decidido usar como fuente: documentos y registros ya que estos pueden darnos información acerca la tecnología actual usada en la ciudad.

Para el desarrollo del proyecto “Análisis y Simulación de un Sistema de Semaforización Inteligente en la Ciudad de Guayaquil” se obtendrá información real sobre el tráfico vehicular en la ciudad, proporcionada en una entrevista a personal de la Agencia de Tránsito Municipal (ATM), de la misma manera se elaboró un encuesta a taxistas, conductores en general que transitan por las calles Lorenzo de Garaycoa, Rumichaca, Boyacá y la Avenida 9 de Octubre, lugar donde se desarrolla la propuesta.

3.7.1. Población

Definimos como población al conjunto de individuos con características similares que comprenden un mismo tiempo e igual locación.

La población que se considera para realizar la encuesta según el Arq. Richard Ortiz, Planificador de tránsito en la Agencia de Tránsito Municipal, en cuanto a vehículos y buses que circulan la zona son aproximadamente 6800 unidades que transitan en los periodos de mayor aglomeración vehicular.

3.7.2. Muestra

La muestra es una sección representativa de la población, que permite obtener datos congruentes de una situación. El tipo de muestro que se llevara a cabo es probabilístico, de esta manera podremos conseguir el resultado.

Formula

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) * Z^2 * p * q}$$

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población (6800)

p= Porcentaje de probabilidades de éxito (0.5)

q= Porcentaje de probabilidad de fracaso (0.5)

Z= Nivel de Confianza (95%)

e= Porcentaje de error (0.05)

Desarrollo

$$n = \frac{1.96^2 * 6800 * (0.5) (0.5)}{0.05^2 * (6800 - 1) * (0.5) * (0.5)} = \frac{653072}{4.249} = 153$$

n= 153

El tamaño de la muestra es igual a 153 vehículos de los cuales se medirá el alcance del proyecto en el centro de la ciudad de Guayaquil.

3.7.3. Resultados de la encuesta.

Se procede a representar de manera gráfica y detallada el resultado de la encuesta realizada a continuación.

FIGURA N° 5.
DIAS CONSIDERADOS CON MAYOR CONGESTIÓN VEHICULAR EN EL SECTOR



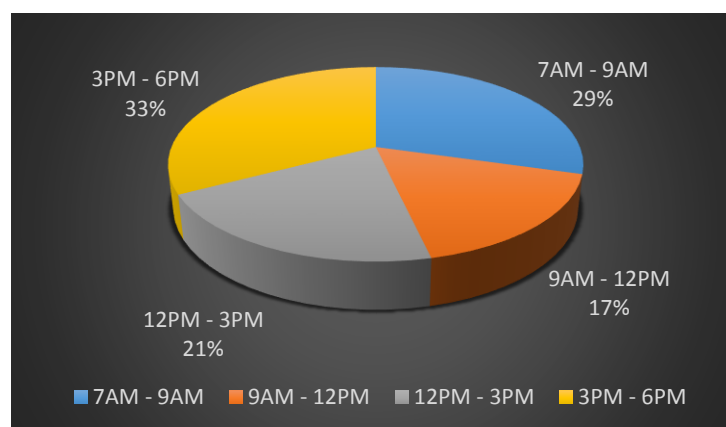
Fuente: Encuesta dirigida a conductores que frecuentan el sector.
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel.

En el resultado de la primera pregunta según la encuesta elaborada podemos concluir que del 100% de los conductores encuestados un 74% considera que los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes son días en los cuales se encuentra mayor aglomeración de vehículos en el sector; otro 12% cree que solo los días lunes y un 14% de las personas cree q solo los días viernes son días muy difíciles de transitar.

Se puede decir que los días de congestión vehicular en el sector del centro son de lunes a viernes o comúnmente conocidos como horarios de oficina siendo el lunes y el viernes días en los cuales hay mayor tránsito de vehículos y personas.

Otra parte de los encuestados ubica los días festivos como un problema para transitar sin importar el día de la semana.

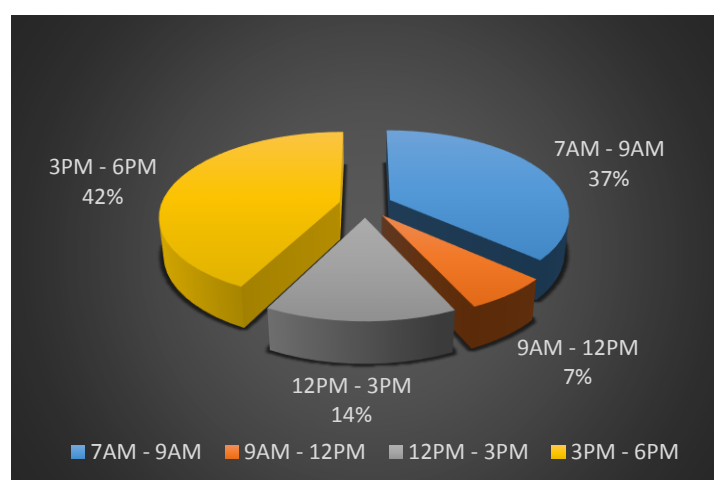
FIGURA N° 6.
HORARIOS DE MAYOR FRECUENCIA EN EL SECTOR



Fuente: Encuesta dirigida a conductores que frecuentan el sector.
 Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel.

Del 100% de la muestra obtenida, se obtiene según la pregunta #2 que el 33% de las personas encuestadas transita el sector en horarios de 3pm a 6pm, seguido por un 29% que concurre en horarios de 7am a 9am,; por otro lado el 21% considera transitar en un periodo de 12pm a 3pm, finalmente un 17% de la ciudadanía frecuenta el lugar entre 9am y 12pm. Se considera que los usuarios no frecuentan tanto el horario de 9am a 12pm ya q en su mayoría son taxistas, mientras que en mayor nivel las 3 opciones restantes donde el horario es más concurrido por los usuarios.

FIGURA N° 7.
HORARIOS QUE EXISTE MAYOR AFLUENCIA DE VEHÍCULOS

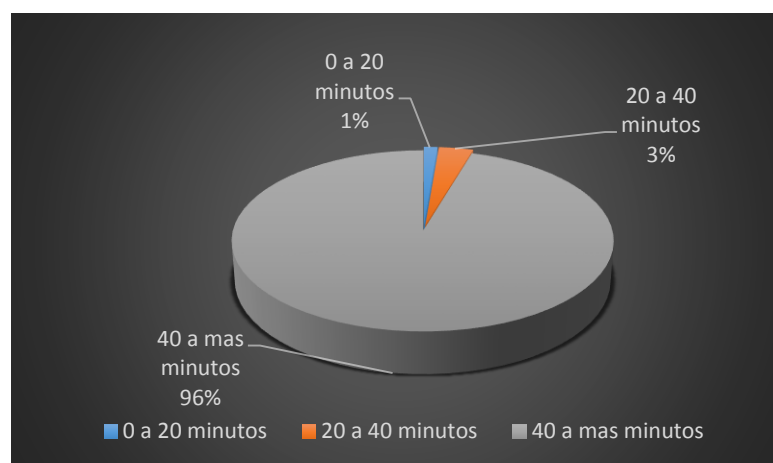


Fuente: Encuesta dirigida a conductores que frecuentan el sector.
 Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel.

El 42% de los conductores considera que hay mayor congestión vehicular en horarios de 3pm a 6pm, un 37% ubica al horario de la mañana como horario de mayor aglomeración de vehículos seguido de un 14% quienes creen que de 12pm a 3pm se encuentra problema vial seguido del 7% que encuentra intransitable la zona en horario de 9 a 12pm.

Concluyendo que los periodos de mayor atascamiento se encuentra básicamente en los horarios de entrada y salida de labores en la zona ya que al ser una área de alta movilidad laboral y comercial, encontramos mayor presencia de peatones y choferes que inician o terminan sus actividades laborales al igual que estudiantes de escuelas, colegios e incluso universidades que también se encuentran ubicados en la zona provocando las aglomeraciones.

FIGURA N° 8.
TIEMPO QUE TOMA ATRAVESAR LA CONGESTIÓN VEHICULAR EN EL SECTOR



Fuente: Encuesta dirigida a conductores que frecuentan el sector.
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel.

El 96% de usuarios aseguran que 40 minutos o más es el promedio de tiempo que le toma atravesar la congestión vehicular, a un 3% le toma entre 20 y 40 minutos y finalmente 1% considera que le toma entre 0 a 20 minutos, demostrando que hay un alto porcentaje de personas que

considera que es muy alto el tiempo para trasladarse en horas de congestión vehicular en el centro de la ciudad de Guayaquil.

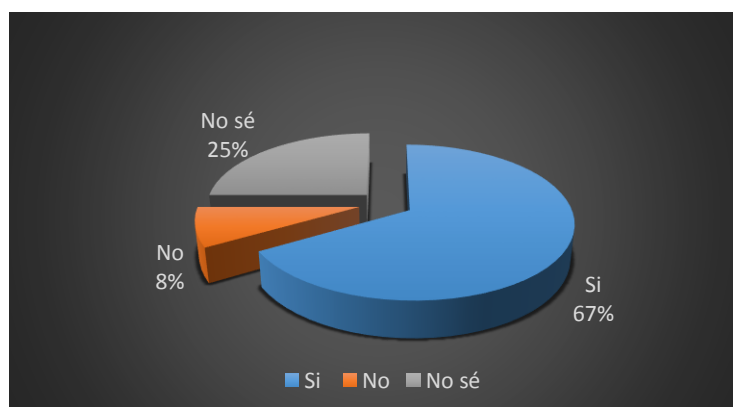
FIGURA N° 9.
NIVEL DE EFICIENCIA DE LOS ACTUALES SEMAFOROS



Fuente: Encuesta dirigida a conductores que frecuentan el sector.
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel.

Concluyendo con la pregunta #5 correspondiente a la eficiencia del actual sistema de semaforización el 73% de los encuestados cree que es poco eficiente mientras un 17% considera q son nada eficiente por otra parte un 5% asegura que son eficiente al igual que un 5% piensan que son poco eficiente.

FIGURA N° 10.
CONCORDANCIA PARA IMPLEMENTAR SEMAFOROS INTELIGENTES



Fuente: Encuesta dirigida a conductores que frecuentan el sector.
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel.

Del 100% de los encuestados el 67% está de acuerdo con la implementación de un sistema de semáforos con tecnología inteligente mientras que 25% desconoce de la eficiencia de estos por otro lado el 8% no está de acuerdo con la implementación de dicho sistema.

3.7.4. Reporte de resultados.

Se realizaron 153 encuestas a conductores de vehículos, taxistas y choferes de buses privados que transitan con frecuencia el sector llegando al análisis resultante de la presente investigación el cual indica que los días de mayor afluencia de vehículos automotores son los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes en horarios muy comunes de entrada y salida a las diversas actividades que se ejecutan en el centro como lo son entre 7am - 9am y 3pm – 6pm causando dicha congestión, llevando a muchos a tomar más de 40 minutos en atravesar las diferentes avenidas. Gran parte de las personas encuestadas creen que el actual sistema de semáforos es obsoleto y son poco eficientes al momento de descongestionar la afluencia de vehículos en comparación a las personas que piensan que estos dispositivos realizan su trabajo de manera eficiente, llegando concluir que es necesario un sistema adaptativo para el control de tráfico en la zona central de la ciudad de Guayaquil contra un grupo de personas que desconocen de la tecnología que estos poseen.

3.8. Entrevista.

La siguiente entrevista se realizó en la Agencia de Tránsito Municipal de Guayaquil con el fin de obtener datos e información oficial con respecto a la situación actual del tránsito en la ciudad.

Se procedió a entrevistar al personal que labora en el departamento de semaforización y estadística en mismo quien es dirigido por la Ingeniera Silvia Campaña quien ocupa el cargo de Jefa de Semaforización, al

Arquitecto Richard Ortiz quien se desempeña como Planificador de Transito y al Ingeniero Christian Rochina quien es Encargado del departamento de Estadística.

¿Qué tecnología usan los actuales sistemas de semáforos?

Ing. Campaña: Anteriormente existían 2 Instituciones encargadas del control de tránsito en Guayaquil, como lo era el Municipio y la Comisión de Tránsito. Cuando se crea la ATM, se presenta esta dificultad la cual no permitía centralizar y debía proceder a solucionar este problema.

El sistema está compuesto por una central cuyo propósito es integrar los equipos de semáforos para poder ser visto y monitoreados; y de esta manera llevar una coordinación. Este sistema se encuentra instalado en la ciudad New York, el cual permite integrar diferentes protocolos de comunicación.

El protocolo de comunicación que usamos actualmente, es usado también implementado por las troncales de la Metro Vía, como lo es NTC IP Y NEMA. Los equipos reguladores los cuales están encargados controlar los semáforos son los que precisamente los trabajan con el protocolo de comunicación NEMA.

¿Con cuántos sistemas de semáforos cuenta el sector del centro?

Ing. Campaña: la ventaja del sistema de semáforos, hace más de 13 años trabajan con la norma NEMA. Hay un perímetro que se integra con el proyecto de los túneles que consiste en las calles Loja, Malecón, Olmedo y García Avilés donde se repotenció el sistema de semáforos la misma que cuenta con 110 intersecciones semaforizada.

¿En que se basan para programar los semáforos del Sector?

Ing. Campaña: Justamente si es el sector central tenemos 2 fuentes de alimentación de tráfico, más aun la que aporta al centro es el Túnel. Aunque ha cambiado bastante, los volúmenes han aumentado debido a que la calle Boyacá donde desemboca el túnel no estaba destinado para el transporte público la misa que reduce la capacidad.

La programación de los semáforos se basa en los volúmenes y en los equipamientos urbanos (edificios, Seguro Social, bancos, colegios), ya que estos son los generadores de tránsito, también las fechas son justificación para la programación de los semáforos, al ser una zona comercial, turístico tiene un comportamiento urbano diferente a los demás sectores.

¿Cuentan con monitoreo de la zona?

Ing. Campaña: Tenemos un sistema de monitoreo hace 14 años que lo administraba anteriormente el municipio, que se encarga de revisar las intersecciones para atender las necesidades de la misma.

¿Los actuales sistemas de semáforos cuentan con un control remoto?

Ing. Campaña: Con la renovación de los actuales sistemas de semáforos se implementó un sistema de monitoreo que permite el acceso y control remoto de las unidades desde la central.

¿Cuál es el horario de mayor afluencia de automotores?

Ing. Campaña: El horario, como se conoce en tránsito, encontramos entradas y salidas dependiendo el sector. En el centro existen muchos lugares de trabajo, recreación tanto en la mañana en periodos de 7:30 am

y 9:00 am de igual manera en periodos de las 4:30pm a 6:30pm que son horarios definidos por las actividades de los usuarios.

¿En qué calles es mayor la aglomeración de vehículos en el centro de la ciudad de Guayaquil?

Arq. Ortiz: Las calles Boyacá alimentada por el túnel, Malecón debido a que la mayoría de los usuarios que transitan en automotores prefieren usar el túnel para llegar a sus domicilios.

¿Cuáles son los requerimientos de semaforización de una avenida y sus intersecciones en el centro de la ciudad de Guayaquil?

Arq. Ortiz: En este momento ya está consolidado, los requerimientos de semaforización ahora son mínimos por ejemplo: un cambio de sentido de vías, una nueva escuela. Hace 14 años este sector ya está definido en las intersecciones semaforizada aunque también durante ese tiempo se han venido semaforizando por que el volumen aumento. Uno de los requerimientos también base es las solicitudes de la ciudadanía.

¿Cuál es el promedio de accidentes en la Zona?

Ing. Rochina: Mensualmente se registran aproximadamente 400 siniestros los cuales el 18% son en el centro de la ciudad.

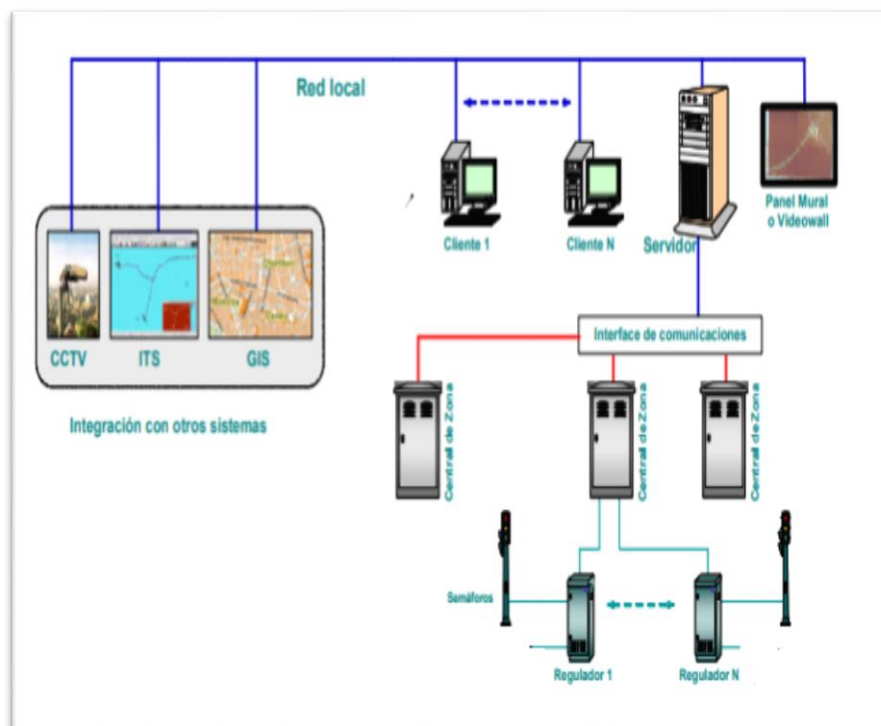
3.9. Situación actual del sistema de semaforización de la ciudad de Guayaquil.

Los sistemas de semaforización, en la ciudad de Guayaquil, trabajan con una central controladora de todas las intersecciones, equipos reguladores y los dispositivos (semáforos). Los actuales semáforos que funcionan en la ciudad de Guayaquil trabajan con 2 diferentes protocolos

de comunicación, NTC IP y NEMA, los cuales funcionan con una central de operaciones cuyo objetivo es integrar ambos protocolos para de esta manera ser monitoreados y controlar situaciones que correspondan al estado de los mismos por ejemplo fallos técnicos de esta manera darle asistencia inmediata.

El conjunto de intersección está controlado mediante un equipo regulador ubicado en cada central de zona, este actúa como coordinador que permite ajustar las fases de los ciclos de luces atendiendo a las condiciones que el tráfico amerite.

FIGURA N° 11.
ESQUEMA BASADO EN EL SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUAL
DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

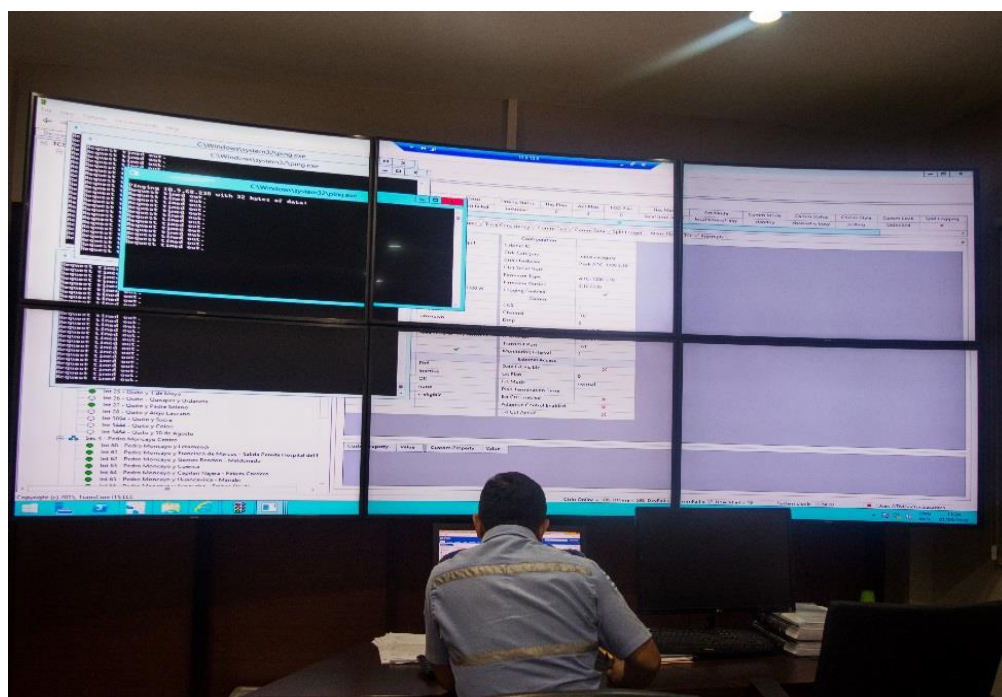


Fuente: Análisis y simulación de un Sistema de semaforización inteligente.
Elaborado por Ríofrío Díaz Miguel.

En el perímetro del centro de la ciudad entre las calles Loja, Malecón, José Joaquín de Olmedo y García Avilés, hace 10 años se repotencio el sistema de semaforización con la norma NEMA.

Esta cuenta con 110 intersecciones semaforizadas las cuales operan con ciclos igual a 90s, los mismos que son monitoreados desde la central instalada en la A.T.M.

FIGURA N° 12.
CENTRAL DE MONITOREO DE SEMÁFOROS DE LA ATM.



Fuente: Análisis Y Simulación de un SSI en el centro de la ciudad de Guayaquil
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Los sistemas de semáforos que operan en estas intersecciones cuentan con lámparas LED las cuales, a más de su larga duración representan un relativo ahorro económico en el consumo de energía eléctrica siendo 70w de consumo las bombillas incandescentes en comparación a 10w de las lámparas LED esto equivale a un 80% - 90% de ahorro.

Los equipos reguladores también conocidos como controladores se encuentran situados en armarios ubicados por lo general cerca de las intersecciones semaforizadas, tienen la capacidad de integrar hasta 854 intersecciones semaforizadas, estos permiten controlar los ciclos de los semáforos y están conectados entre sí mediante el protocolo de

comunicación TCP/IP la misma que usa líneas de fibra óptica para la comunicación entre controladores, a su vez este sistema permite la conexión con el centro de control de tráfico ubicado en la instalaciones de la ATM; encargada de tomar decisiones, gestionar de forma remota las fases de los ciclos y almacenar información del rendimientos de los dispositivos implantados para el control de tránsito.

FIGURA N° 13.
EQUIPOS REGULADORES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

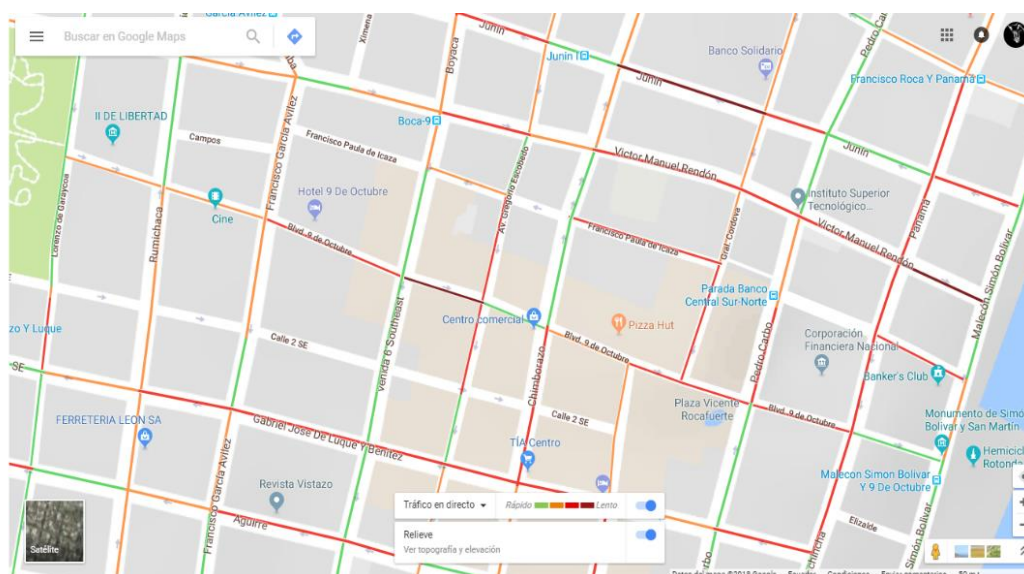


Fuente: (Universo, 2017)
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

A pesar de la renovación de equipos tecnológicos, en lo que respecta al control de tránsito vehicular, el problema de la congestión cesa, si bien es cierto que el buen uso de nuevas tecnología es una ventaja en muchos aspectos de la vida diaria, una desventaja es su mala implementación muchos de los semáforos establecidos en las calles de mayor congestión se encuentran configurados de manera estándar según la vía a la cual refieren.

En la investigación de campo realizada en el sector se pudo percibir que en la calle Lorenzo de Garaycoa, los semáforos no tienen la debida programación observando que mientras un vehículo avanzaba en luz verde a la siguiente intersección se encontraba con una luz roja, mientras que a la consecuente intersección ubicábamos el estado de semáforo en luz verde el mismo q cambiaria a rojo, al momento que el estado actual del anterior semáforo cambie a verde, creando así el atascamiento y la descenso de la circulación de vehículos. Por otro lado en la avenida 9 de octubre en horarios de mayor concurrencia en tramos de la calle no se encontraban vehículos consecuencia de la mala implementación de fases.

FIGURA N° 14.
PLANO AVENIDA BOULEVARD 9 DE OCTUBRE SEÑALIZADO
SEGÚN LA AGLOMERACIÓN DE VEHÍCULOS.



Fuente: (Google, 2018)
 Elaborado por Riofrío Díaz Miguel.

Las líneas rojas representan la congestión vehicular.

En la entrevista realizada a la ingeniera Silvia Campaña, jefa de semaforización de la Agencia de Tránsito Municipal, manifiesta que se implementara un sistema de paneles con mensajes variables conjuntamente usando dispositivos que calculen el tiempo de viaje para

alertar a los usuarios sobre diferentes eventos imprevistos que se den en la zona y crear alternativas viales, el mismo que trabajaría con el sistema de Google Maps. De esta manera se piensa establecer una comunicación entre las autoridades controladoras de tránsito y los usuarios.

3.10. Sistema de semaforización Inteligente

Un Sistema de Tráfico Inteligente (ITS) implica una interacción mucho más estrecha entre todos sus componentes: conductores, peatones, transporte público y sistemas de gestión del tráfico. Los sistemas de señal adaptable, la asesoría del conductor y la planificación de rutas y los vehículos automatizados son algunos de los objetivos establecidos para aumentar la eficiencia de los sistemas reales.

Se desarrolla una arquitectura descentralizada para el control del tráfico de la ciudad, donde las intersecciones son agentes portuarios. Un sistema autoadaptable sería capaz de responder rápidamente a los cambios en las condiciones del camino, modificando las políticas de señal y redirigiendo los controladores para evitar congestiones. Los temas de investigación incluyen arquitectura y optimización de control distribuido, comunicación entre agentes y modelos de controladores.

3.11. Requerimientos técnicos

Para la establecer los requerimientos técnicos necesarios del sistema de semaforización inteligente, debemos detallar su funcionamiento.

Se espera determinar si la implementación de un sistema de señalización inteligente ayuda a aumentar el flujo de tráfico, en los sectores con mayor congestión de tránsito en la ciudad de Guayaquil, el funcionamiento del sistema tendrá como inclusión capturar el congestión vehicular a través de sensores, esto implica que si no se detecta congestión

en la carretera o la calle, cederá en el tiempo normal, mientras que si se detecta la congestión, se modificará el tiempo para los ciclos de fases semáforos, a fin de acelerar el paso de una calle, y lo mismo ocurrirá un poco más, siempre que detecte mayor flujo de congestión.

3.12. Desarrollo del Sistema en una intersección.

Con el fin de optimizar cada intersección no es necesario desechar los actuales dispositivos de luces, los mismos que se pueden reutilizar adaptándolos al nuevo sistema de las intersecciones inteligentes. En una intersección se requiere de:

- Controlador electrónico
- Paneles solares.
- Cámaras con sensores para detección de vehículos.
- Diseño del sistema modular y escalable.
- Personal mínimo en la operación.
- Capacitación integral de personal técnico.
- Compatibilidad con diferentes marcas.
- Tecnología moderna fácil de operar.
- Comunicación bidireccional en tiempo real.

Beneficios del sistema:

- Optimización de la infraestructura vial existente.
- Tiempos de viaje más cortos.
- Coordinación adecuada de semáforos.
- Menos cantidad de paradas y arreglos.
- Reducción de horas hombre en transferencias.
- Personal mínimo para la gestión del Sistema.
- Consulta de información de tráfico (capacidad del vehículo).

Ventajas del sistema:

- Observación visual del mapa de la red de semáforos, de toda la ciudad o por intersección.
- Mantenimiento programado.
- Informes técnicos y físicos automáticos de todo el sistema.
- Registro computarizado de comportamiento de flujo vehicular.
- Ejecución de cambios en la red coordinada de semáforos desde el centro de control.

Controlador electrónico.

La estructura del sistema de señalización de tráfico estará compuesta por un con controlador electrónico. La tarjeta principal es responsable de controlar las pantallas de visualización de vehículos y peatones, ajustar la intensidad de la luz del reflector, así como las pantallas.

También es responsable de recibir señales de un sensor de ultrasonido (detección de peatones), un sensor de luz (intensidad de luz) y un sensor de cámara (detección de vehículo).

Paneles solares.

Una segunda tarjeta electrónica se encarga del control de la fuente de alimentación que detecta el nivel de la batería, lo que evita que se descargue y el sistema se apaga siendo este sistema muy útil en días donde no haya energía o sea poco estable en la ciudad.

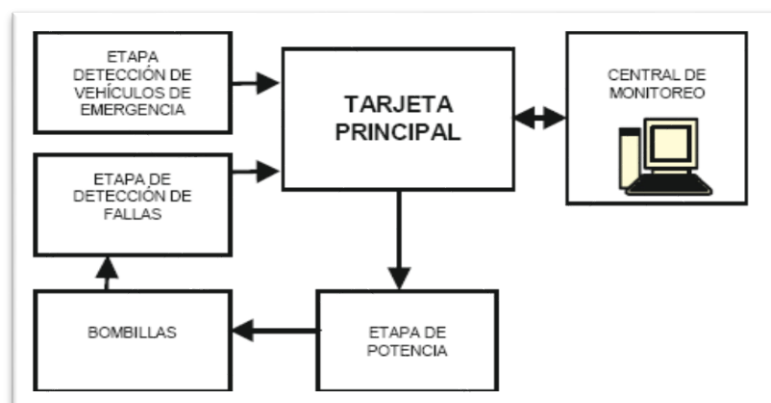
Tendrá un pequeño panel solar que almacenará energía hasta que se use cuando los niveles de la energía sean bajos, de la misma manera cuando el nivel batería está completamente completa, estas se distribuye directamente al semáforo. De esta manera los semáforos operarían incluso en días donde haya cortes de energía o flujo inestable de la misma.

Cámaras con sensores para detección de vehículos.

El sensor de presencia vehicular y la recogida de datos con streaming de vídeo. Ya sea que TráficoCam y TráficoCam x-stream se utiliza para la detección y seguimiento de movimiento y estacionamiento de vehículos en las intersecciones con semáforos. La información sobre la presencia del vehículo se transmiten al controlador de semáforo a través de las salidas de detección o el protocolo IP, por lo que la sincronización de los semáforos se ajusta dinámicamente. De esta manera se reduce el tiempo de espera del vehículo en el semáforo optimización de los flujos de tráfico.

La figura 16 presenta el diagrama general del sistema, el cual está compuesto por una tarjeta principal, tarjetas de potencia que permiten el encendido de los semáforos y monitorean el correcto funcionamiento de las luces presentes en dicha intersección, una central remota que registra el estado de la intersección por medio del protocolo TCP/IP.

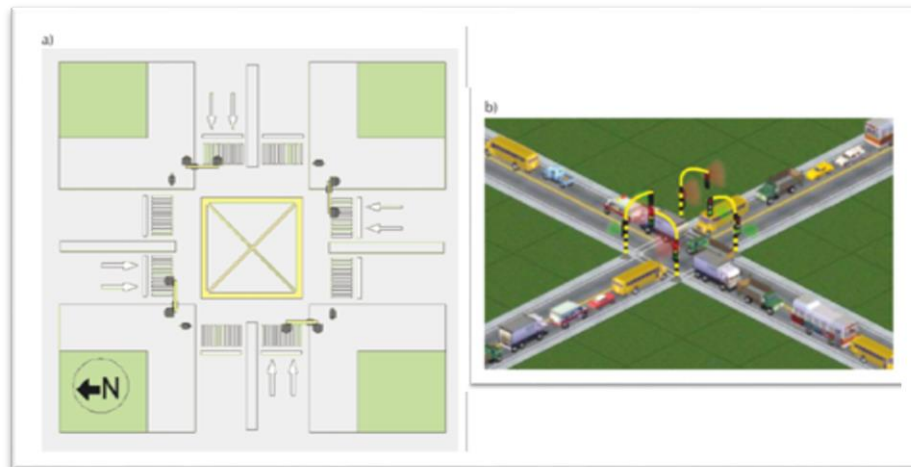
FIGURA N° 15.
DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA.



Fuente: Fuente especificada no válida.
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

El modelo de intersección planteado es el mostrado en la figura 17, está compuesto por una vía en cada sentido de Sur a Norte y de Este a Oeste, y viceversa. Cada vía presenta un semáforo vehicular doble y dos peatonales en cada acceso a la intersección.

FIGURA N° 16.
MODELO DE INTERSECCION.

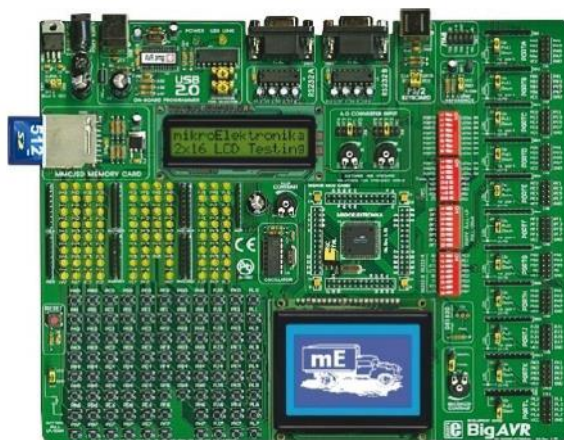


Fuente: Fuente especificada no válida.
Elaborado por Miguel Riofrío

Módulo principal

Este módulo se realiza utilizando la tarjeta BigAVR (figura 18), que está compuesta por un microcontrolador de alta gama Atmega 128 de Atmel. Esta tarjeta se escogió para el desarrollo del proyecto, debido a la gran escalabilidad y versatilidad que presenta con otros sistemas (Mikroelektronika, 2006).

FIGURA N° 17.
TARJETA PRINCIPAL (Mikroelektronika, 2006).



Fuente: Fuente especificada no válida.
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

En el microcontrolador de esta tarjeta, se programan los tiempos de duración de las luces de los semáforos de la intersección, aunque pueden ser modificados por la central de monitoreo a través de la comunicación basada en TCP/IP, mediante una tarjeta Serial Ethernet.

La tarjeta Ethernet para la comunicación con la central remota, la visualización con la pantalla LCD y la tarjeta de potencia que permite el encendido de las luces del semáforo y la detección de las fallas que se puedan presentar.

Módulo de comunicación

La comunicación entre la tarjeta principal y la tarjeta Ethernet se divide en dos rutinas: la rutina principal y la rutina de recepción/transmisión. A continuación, se explican las funcionalidades de cada rutina.

Rutina principal

Esta rutina se encarga de realizar la detección de luces fundidas, el manejo de secuencias de los semáforos y la detección de vehículos de emergencia. Ahí se encuentra una secuencia especial para vehículos de emergencia que permite agilizar el cambio del semáforo a luz verde en caso de detectar alguna señal de alerta. Por otra parte, existe un bloque de destello temporal en luz amarilla, que se genera si se recibe una comunicación de luces rojas fundidas o luces verdes conflictivas. La duración de este destello depende del tiempo que necesite el equipo técnico para solucionar la falla.

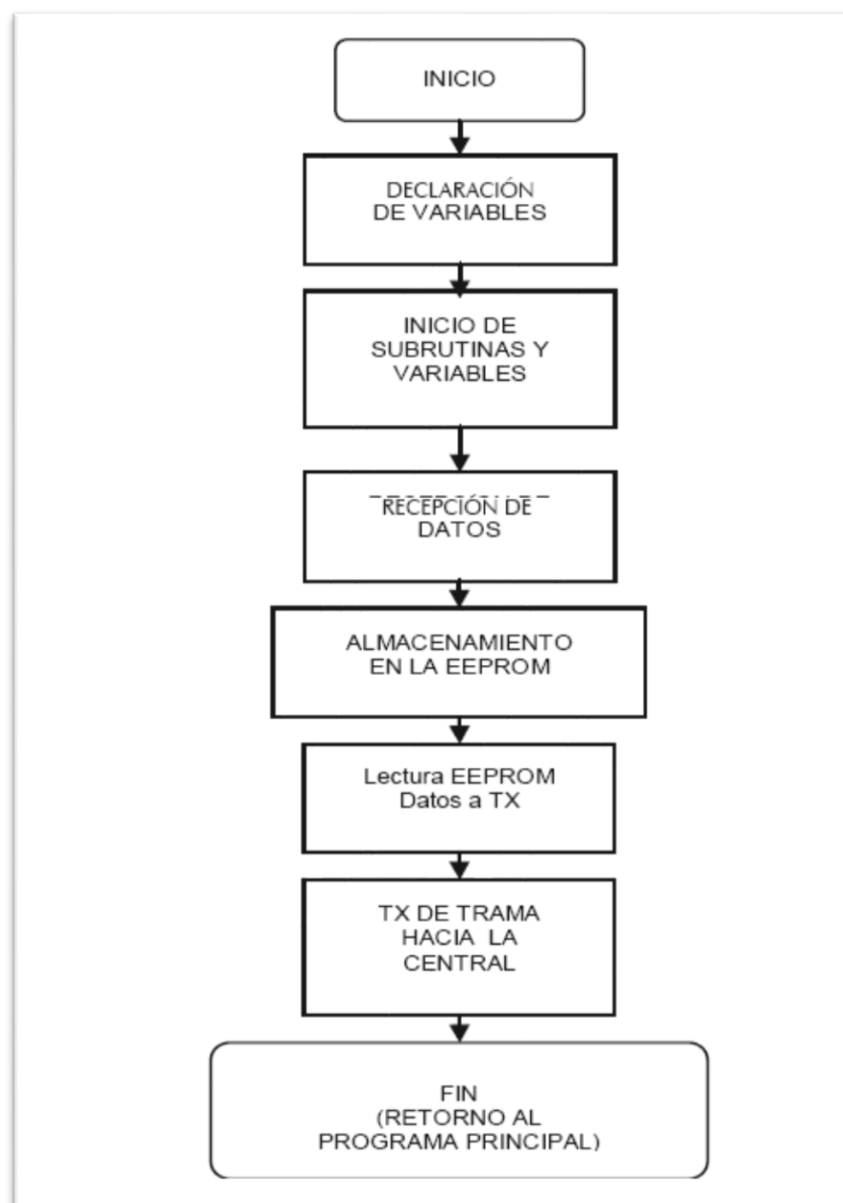
Rutina de transmisión y recepción

La rutina de recepción/transmisión, como su nombre lo indica, recibe las tramas provenientes de la central de monitoreo y transmite los reportes hacia la misma usando el protocolo TCP/IP (figura 19). Por ejemplo, si una

falla se soluciona en un controlador de tráfico, a través de esta rutina se informa a la central para que suspendan las rutinas de seguridad y se inicie, lo antes posible, el funcionamiento normal de los semáforos de la intersección.

A continuación se muestra en el diagrama de flujo.

FIGURA N° 18.
DIAGRAMA RUTINA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN



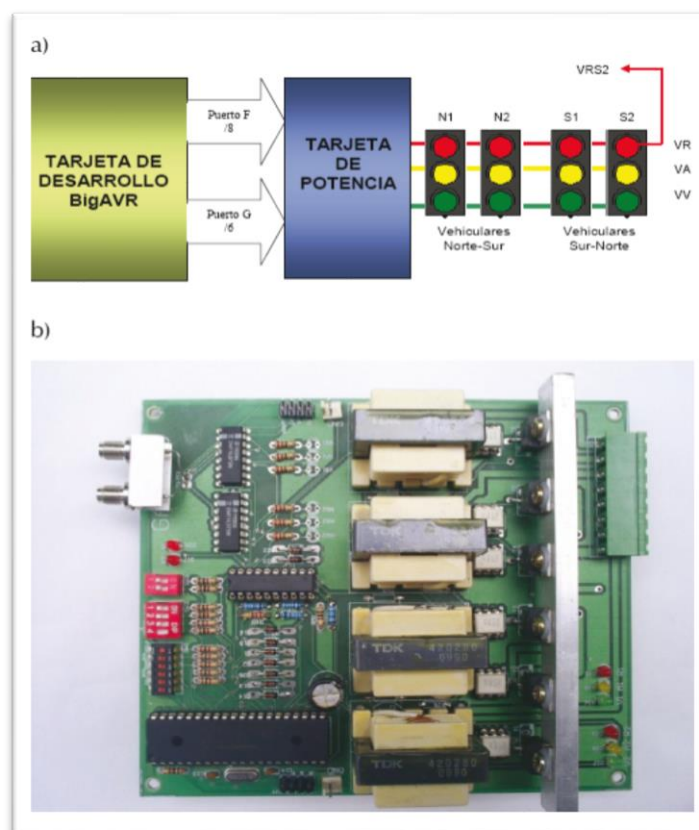
Fuente: Fuente especificada no válida.
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Módulo de potencia

Por medio de esta etapa se transforman los estados lógicos provenientes de la tarjeta principal, a los niveles de corriente alterna manejados por las luces de los semáforos (120 VAC) en el caso de los bombillos halógenos, incandescentes y de LED.

El módulo de potencia desarrollado se muestra en la figura 19a, con la que se activan dos semáforos de grupos diferentes (por ejemplo, Norte-Sur y Este-Oeste) a través de los optoaisladores y los Triacs. Por lo tanto, se necesitan cuatro tarjetas en total para una intersección, dos para los semáforos vehiculares y otras dos para los semáforos peatonales.

FIGURA N° 19.
RUTINA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN

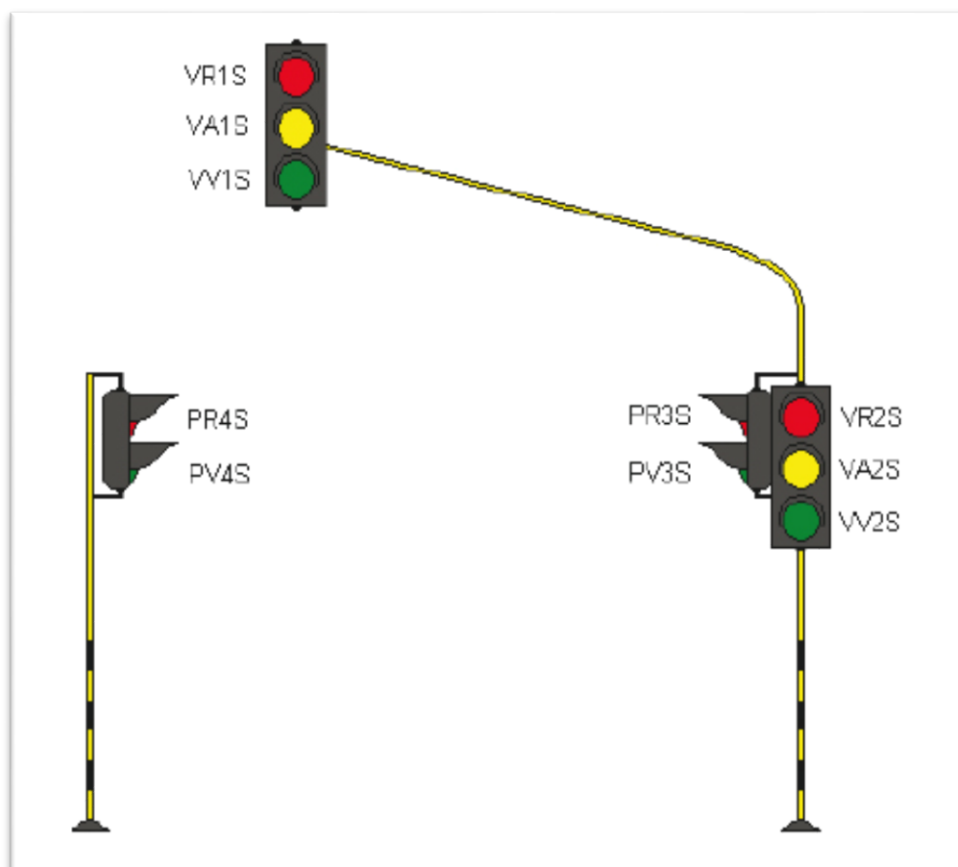


Fuente: Fuente especificada no válida.
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Esta tarjeta a su vez, sensa, mediante los transformadores, las luces rojas fundidas y el encendido de los bombillos verdes, lo cual se reporta a la tarjeta principal.

En la figura 19b se observa el diagrama de interconexión entre la tarjeta principal, las tarjetas de potencia y los semáforos de la intersección. En la figura 20 se muestra un ejemplo de la nomenclatura a usar, la primera letra indica el tipo de semáforo: peatonal (P) o vehicular (V), la segunda letra corresponde al color de la luz: Roja (R), Amarilla (A) y Verde (V), posteriormente aparece el número del semáforo y finalmente se encuentra su punto cardinal: Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (O).

FIGURA N° 20.
NOMENCLATURA DE LOS SEMAFOROS



Fuente: Fuente especificada no válida.
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Central de monitoreo.

La central de monitoreo implementa un software control remoto el mismo con que establece el control total del sistema. Permite tomar decisiones de operaciones en base a la información recibida en cada intersección, también visualizar el estado de las luces de la intersección de forma remota así como la administración de los tiempos de las luces verdes y rojas de la intersección.

En la figura 20 se muestra una secuencia en bloques de las actividades del software de la central. En un comienzo se establece una configuración, donde se determinan características como la dirección IP destino y el puerto, luego se procede a enviar la trama (la cual se describe más adelante) a la tarjeta principal del controlador, después la central queda en espera de la respuesta de la tarjeta principal y luego se toman decisiones a partir de la información recibida en la trama.

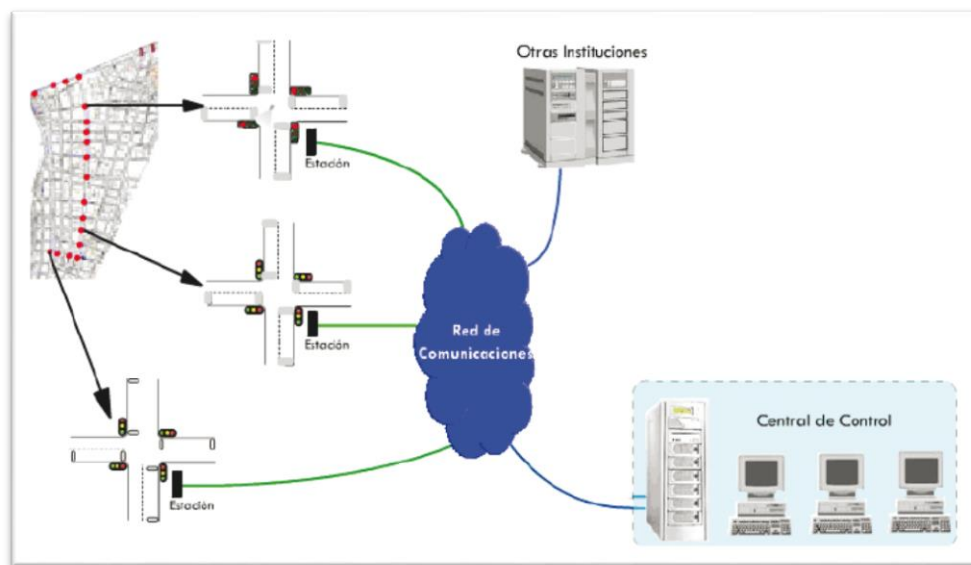
FIGURA N° 21.
SECUENCIA DE BLOQUES DEL SOFTWARE DE LA CENTRAL



Fuente: Fuente especificada no válida.
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

En la figura 21 se muestra el diagrama de interconexión entre la central y los controladores de tráfico de cada cruce, en donde éstos se comunican a través de la infraestructura de un proveedor de servicios de internet o una red TCP/IP dedicada para este fin.

FIGURA N° 21.
DIAGRAMA DE COMUNICACIÓN DE LA CENTRAL Y LOS
CONTROLADORES



Fuente: Fuente especificada no válida.
 Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

En la figura se muestran los semáforos de los cuatro accesos a la intersección (Norte, Sur, Este y Oeste) visualizados desde la central, de tal forma que si aparecen todas las luces encendidas es porque la intersección se encuentra funcionando correctamente.

En la figura, se especifican las características temporales del sistema, como el tiempo total del ciclo de la intersección y los tiempos máximos y mínimos de la misma, teniendo en cuenta la norma alemana DIN VDE 0832.

El software presente en la central, almacena en un archivo de texto las anomalías que se presentan en el controlador de tráfico, además se

realiza un registro cada 10 segundos del estado de la luces de la intersección. En la figura 14, se observa el tiempo en el que las luces de los semáforos vehiculares y peatonales están encendidas, según la nomenclatura de la figura 8.

3.13. Requerimientos de semaforización de la avenida 9 de Octubre y sus intersecciones.

Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano resuelve:

Artículo 1:

Reglamento técnico ecuatoriano rte inen 004 parte 5
“señalización vial. Parte 5. Semaforización”

Requisitos básicos para instalar semáforos: Ninguno debe instalarse a menos que uno o más de los requisitos detallados en este. La información de regulación debe obtenerse a través de la ingeniería de tráfico; si estos requisitos no se cumplen, un semáforo no debe ponerse en funcionamiento, ni debe continuar operación uno que ha sido instalado previamente. (INEN, 2012-2015)

Factores que influyen:

- Volúmenes de tránsito.
- Acceso a vías Principales.
- Volúmenes peatonales.
- Cruce peatonales escolares.
- Conservación de progresión.
- Frecuencia de accidentes.
- Sistemas
- Combinación de requisitos

Tomando en cuenta el principal factor que influye en esta avenida podemos decir que califica para la implementación, a esto se le suma la frecuencia de accidentes y los Volúmenes peatonales ya que nos encontramos en una zona comercial.

Según el Ing. Christian Rochina, jefe de estadística de la ATM, con respecto a los siniestros por accidentes se registran 400 incidentes mensuales en toda la ciudad de los cuales el 18% ocurren en el centro de la ciudad. De esta manera se cumple con los parámetros establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización para la instalación de semáforos. La misma que indica que hayan ocurrido 5 o más accidentes notificados en un periodo consecutivo de 12 meses, los cuales son susceptibles a corrección con semáforos. De igual manera si han ocurrido 3 o más accidentes cada año durante 3 años.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para este Trabajo de Titulación se analizó el sistema actual de los semáforos y mediante la simulación de las funciones que cumpliría el sistema de semaforización inteligente y evaluar su rendimiento.

Luego de evaluar el sistema simulando, usando datos reales del tráfico en la ciudad, se determinó que los sistemas de comunicación que pueda adaptarse al sistema.

4.1. Simulación del sistema de semaforización inteligente usando PTV VISSIM 9.

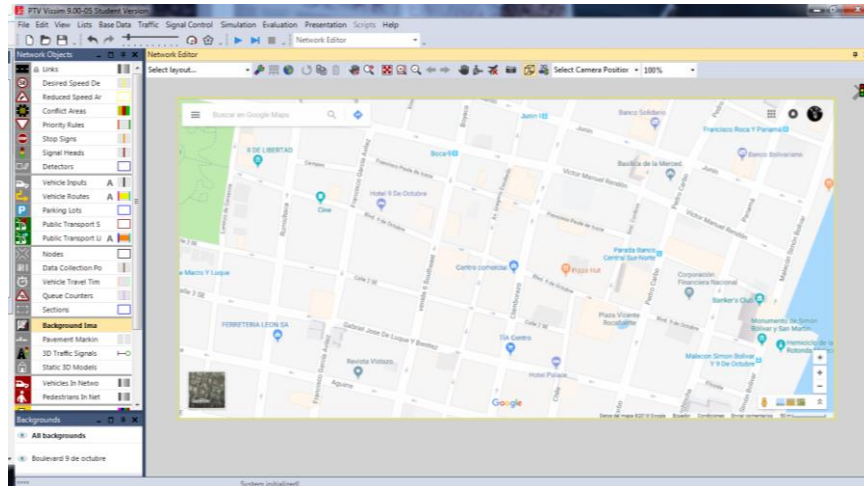
Mediante este programa de simulación de tránsito se procede a elaborar el sistema actual de semaforización de la avenida 9 de Octubre y sus intersecciones, en base a datos reales obtenidos en encuestas y entrevistas realizadas en el sector.

4.1.1. Ubicación del Mapa

Para iniciar con el desarrollo de la propuesta se ejecuta el programa donde se desenvuelve la simulación, como primer paso se localiza la zona, con ayuda de Google maps la región es adquirida haciendo una captura de pantalla creando una imagen con formato PNG y colocándola en el PTV VISSIM 9 para usarla como base donde se establece: las calles, el curso de los autos, los semáforos, entre otras variables importantes del ambiente real donde se elabora la simulación, que tiene como rango la Avenida 9 de Octubre desde las calle Lorenzo de Garaycoa hasta el Malecón con sus

intersecciones donde ocurre la afluencia de vehículos que genera la aglomeración de automotores

FIGURA N° 22.
APLICACIÓN DEL MAPA DE LA ZONA EN PTV VISIMM



Fuente: (Google, 2018)
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Para continuar, se establecen las líneas o carreteras usando la herramienta **links** que corresponde a la avenida y sus intersecciones, en este caso se procede a ubicar una calle de 3 carriles que represente a la Avenida 9 de Octubre, 9 calles transversales de 2 carriles y 2 calles de 3 carriles que represente a la Avenida Boyacá y Pedro Carbo donde corresponde el paso de la metrovía así mismo le asignamos los propios nombres.

FIGURA N° 23.
INSERCIÓN DE LINKS SOBRE LA BASE DEL MAPA.



Fuente: (Google, 2018)
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Para unir las calles con las intersecciones se crearon conectores dependiendo la vía a la cual tenga el sentido. En cada intersección existen vías de preferencia; así mismo se especificó el sentido de las vías a la cual se le atribuye.

En el estudio realizado de la cantidad de autos que circulan por las calles de mayor tráfico vehicular encontramos que: en la calle Lorenzo de Garaycoa circulan aproximadamente 1800 vehículos por hora con una cantidad similar a las calles García Avilés Y Rumichaca, en la calle Boyacá circulan alrededor de 1900v/h y en el malecón aproximadamente 2000 vehículos entre buses y autos. También se analizó la toma de decisiones de los conductores al momento de elegir las vías que tomaran. Concluyendo que 3 de cada 10 vehículos toman un desvío de la avenida 9 de Octubre para continuar su curso.

Tomando en cuenta la investigación del flujo vehicular en las vías se procedió a simular en base a los resultados obtenidos, agregando los cursos que tomarían los vehículos en la simulación y la cantidad de unidades que atraviesan la avenida y sus respectivas intersecciones.

FIGURA N° 24.
INGRESO DEL FLUJO VEHICULAR POR LAS CALLES EN PTV
VISIMM.

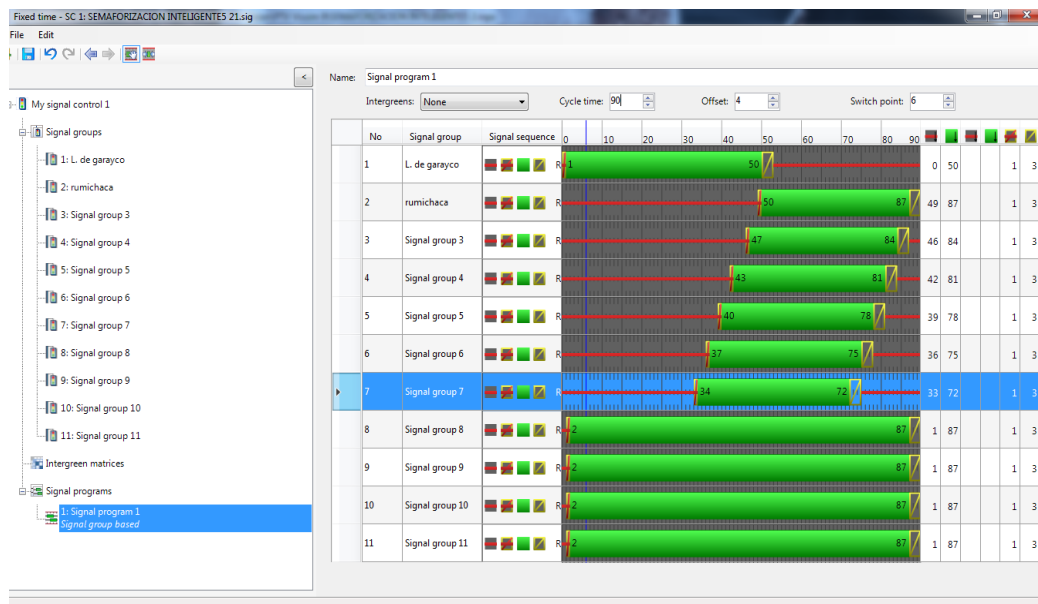
Vehicle Inputs / Vehicle Volumes By Time Interval					
Select layout...		Vehicle volumes by			
Count: 10	No	Name	Link	Volume(0)	V
1	1	1: L de Garaycoa		20000,0	1:
2	2	2: Rumichaca		2000,0	1:
3	3	3: g de aviles		1600,0	1:
4	4	4: Boyaca		1800,0	1:
5	5	5: Escobedo		1800,0	1:
6	6	6: Baquerizo Mor		1600,0	1:
7	9	9: Pichinncha		1600,0	1:
8	11	8: Pedro Carbo		1400,0	1:
9	13	12: Gral. Cordova		1000,0	1:
10	14	10: Malecon		2000,0	2:

Fuente: (Google, 2018)
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Se establecieron cursos vehiculares dinámicos en base a la investigación realizada, también implementamos en cada intersección los semáforos programados según el ciclo real del sistema actual, el mismo que fue otorgado en la entrevista con la Ing. Silvia Campaña que corresponde a 90s, dados por 40 en luz verde y 50 en luz de alto.

Con la herramienta **Signal Control** en la barra de menú, agregamos el tipo de señal que se encuentre útil, para este caso se ingresó un grupo de 16 señales que corresponde a los semáforos de cada intersección

FIGURA N° 25.
CONFIGURACIÓN DE SEMÁFOROS PTV VISIMM 9.



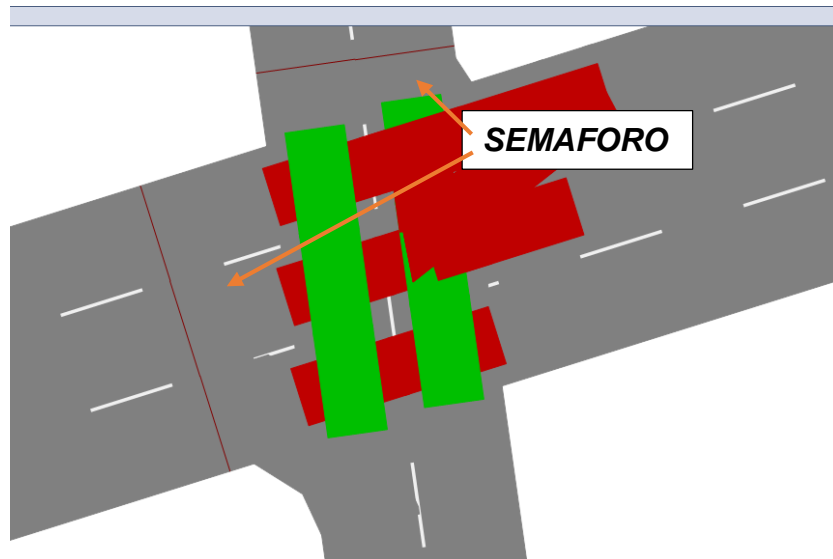
Fuente: PTV VISSIM
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Con los semáforos respectivamente configurados en tiempo y nombrados según la intersección, se ubicaron en cada cruce tomando en cuenta los nombres de las calles y los semáforos.

Estos se representan como una línea roja sobre la calzada (figura 25), ubicados de forma que interrumpan el tráfico mientras que en la simulación

lo mismos adoptan los colores previamente configurados en el **Signal Control** (figura 24)

FIGURA N° 26.
UBICACIÓN DE LOS SEMAFOROS CONFIGURADOS.



Fuente: PTV VISSIM
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

4.1.2. Resultados de la simulación del sistema actual de semáforos.

PTV Vissim 9 permite realizar una evaluación del esquema implementado en el cual se analizan los tiempos de demora de vehículos, la longitud de las filas en las intersecciones, la emisión de CO2 y el consumo promedio de combustible de los vehículos mediante la ubicación de **Nodos** de evaluación.

Se trata la ubicación de cuadros nominados nodos en las intersecciones de mayor congestión siendo estos lugares para el desarrollo de la evaluación.

Ubicamos nodos en las siguientes intersecciones:

- García Avilés y 9 de Octubre.
- Boyacá y 9 de Octubre.

- Chimborazo y 9 de Octubre.
- Malecón Y 9 de Octubre.

En los cuales obtuvimos los siguientes resultados:

En la intersección García Avilés y 9 de Octubre, en el punto crítico de la simulación que representa la congestión de los horarios de mayor recurrencia la longitud de las filas pueden llegar hasta a 283.66m con una cantidad de 264 vehículos tomando tiempos de espera entre 32 y 50 minutos y su consumo de gasolina promedio es de 3.2 galones.

La intersección Boyacá y 9 de Octubre suma un promedio de 152.38m al ser una vía de 3 carriles alberga más vehículos aproximadamente 324 y reduce su longitud en comparación a la García Avilés, el tiempo de demora puede llegar entre 43 y 50 minutos ocupando un promedio de 4.3 galones de combustible.

TABLA N° 1.
RESULTADO DEL ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN
ACTUAL SEGÚN PTV VISSIM 9.

Tiempo	Direcciones	Giros	Long. Fila	Long. Fila M	Vehiculos	Demora Veh	EMISION CO	CONS. GASOLINA
100-600	N-S	1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre - 3: García Avilés@117.5 - 3: g de aviles@137.1	84,480827	131,639468	83	32,999141	69,234106	0,990474
100-600	N-E	1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre - 3: García Avilés@117.5 - 11: Av. 9 de Octubre@200.6	84,480827	131,639468	62	50,731624	73,419255	1,050347
100-600	W-S	1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@180.0 - 3: García Avilés@137.1	44,983658	283,664404	79	17,699421	46,895904	0,6709
100-600	W-E	1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@180.0 - 11: Av. 9 de Octubre@200.6	44,983658	283,664404	40	34,222368	38,691828	0,553531
100-600	Total	1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre	64,732242	283,664404	264	32,7706	227,953602	3,261139
100-600	N-S	2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre - 4: Boyaca@138.6 - 4: Boyaca@163.9	116,07023	152,384906	154	35,188765	137,233254	1,96328
100-600	N-E	2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre - 4: Boyaca@138.6 - 11: Av. 9 de Octubre@339.6	112,53925	148,784138	75	37,228468	74,554214	1,066584
100-600	W-S	2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@312.7 - 4: Boyaca@163.9	99,506773	144,293539	82	41,459747	82,456526	1,179636
100-600	W-E	2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@312.7 - 11: Av. 9 de Octubre@339.6	99,506773	144,293539	13	198,111427	48,899266	0,69956
100-600	Total	2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre	109,37209	152,384906	324	43,785039	343,494655	4,914087
100-600	S-N	3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre - 6: Baquerizo Moreno@82.3 - 6: Baquerizo Moreno@100.8	59,724192	95,434159	73	23,962559	47,213199	0,675439
100-600	S-E	3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre - 6: Baquerizo Moreno@82.3 - 11: Av. 9 de Octubre@474.8	57,536705	92,508853	91	17,728127	51,495198	0,736698
100-600	W-N	3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@455.8 - 6: Baquerizo Moreno@100.8	166,77806	211,260048	72	53,20344	83,419977	1,193419
100-600	W-E	3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@455.8 - 11: Av. 9 de Octubre@474.8	166,77806	211,260048	15	141,261372	47,319332	0,676958
100-600	Total	3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre	94,679654	211,260048	251	37,099979	229,136452	3,278061
100-600	S-N	4: Intersección Malecón y 9 DE Octubre - 10: Malecon@91.8 - 10: Malecon@118.4	14,55424	69,126531	276	12,788842	143,612451	2,054542
100-600	W-N	4: Intersección Malecón y 9 DE Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@822.4 - 10: Malecon@118.4	127,94586	150,254997	120	46,720939	132,045591	1,889064
100-600	Total	4: Intersección Malecón y 9 DE Octubre	71,250051	150,254997	396	23,071296	275,369344	3,939476

Fuente: Trabajo de Titulación
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

4.2. Simulación del sistema de transito inteligente.

En base al mismo esquema planteado en el sistema de transito actual, modificamos la configuración de los semáforos, cambiando las señales

estándar configuradas manualmente, a la señal adaptativa, la misma que trabaja con detectores que permitirán dar más flujo a la fila de mayor cantidad de autos.

FIGURA N° 27.
UBICACIÓN DE LOS DETECTORES SOBRE LOS LINKS



Fuente: PTV VISSIM
Elaborado por Riofrío Díaz Miguel

Se realizó la implementación de nuevos semáforos y detectores en las intersecciones, se mantuvieron los nodos de evaluación en las puntos intersección críticos para ejecutar el análisis.

TABLA N°2.
RESULTADO DEL ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN
ACTUAL SEGÚN PTV VISSIM 9.

Giros	Long. Fila	Long. Fila M	Vehículo	Demora Veh.	EMISION CO	CONS. GASOLINA
1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre - 3: García Avilés@117.5 - 3: g de aviles@137.1	76,260291	131,527209	16	20,462184	13,820057	0,197712
1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre - 3: García Avilés@117.5 - 11: Av. 9 de Octubre@200.6	76,260291	131,527209	13	18,641698	12,06325	0,172579
1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@180.0 - 3: García Avilés@137.1	178,16184	291,622667	13	17,725585	7,644404	0,109362
1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@180.0 - 11: Av. 9 de Octubre@200.6	178,16184	291,622667	11	20,921403	7,925596	0,113385
1: Intersección García Avilés y 9 de Octubre	127,21107	291,622667	53	15,496322	41,441711	0,592871
2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre - 4: Boyaca@138.6 - 4: Boyaca@163.9	81,58767	152,367888	27	24,08346+H27	19,006123	0,271904
2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre - 4: Boyaca@138.6 - 11: Av. 9 de Octubre@339.6	78,292185	148,767121	18	11,645068	9,023867	0,129097
2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@312.7 - 4: Boyaca@163.9	55,688773	82,656451	14	6,697361	6,041845	0,086436
2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@312.7 - 11: Av. 9 de Octubre@339.6	55,688773	82,656451	1	44,41456	1,090827	0,015606
2: Intersección Boyacá Y 9 de Octubre	71,856209	152,367888	60	16,634042	35,189405	0,503425
3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre - 6: Baquerizo Moreno@82.3 - 6: Baquerizo Moreno@100.8	53,015323	95,418198	15	26,331214	10,293698	0,147263
3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre - 6: Baquerizo Moreno@82.3 - 11: Av. 9 de Octubre@474.8	50,955196	92,492891	21	15,599154	11,204855	0,160298
3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@455.8 - 6: Baquerizo Moreno@100.8	142,96767	150,958532	12	44,647943	12,555876	0,179626
3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@455.8 - 11: Av. 9 de Octubre@474.8	142,96767	150,958532	4	79,025582	8,455139	0,120961
3: Intersección Chimborazo y 9 de Octubre	82,312729	150,958532	52	30,277463	42,343429	0,605772
4: Intersección Malecón y 9 DE Octubre - 10: Malecon@91.8 - 10: Malecon@118.4	21,288897	69,126531	58	15,521171	32,757337	0,468631
4: Intersección Malecón y 9 DE Octubre - 11: Av. 9 de Octubre@822.4 - 10: Malecon@118.4	110,7535	150,219756	21	42,608337	22,210739	0,31775
4: Intersección Malecón y 9 DE Octubre	66,021197	150,219756	79	22,721557	54,8962	0,785353

Fuente: PTV VISSIM
Elaborado por Riofrío Díaz

De esta manera se obtiene el resultado con el sistema de semaforización inteligente en el cual se asume que:

En la intersección García Avilés y 9 de Octubre, en el punto crítico de la simulación que representa la congestión de los horarios de mayor recurrencia la longitud de las filas pueden llegar hasta a 291.66m con una cantidad de 270 vehículos siendo mayor la cantidad de vehículos pero menor el tiempo de espera reduciendo a un promedio de 29 minutos y su consumo de gasolina inferior a un galón.

La intersección Boyacá y 9 de Octubre suma un promedio de 152.38m al ser una vía de 3 carriles alberga más vehículos aproximadamente 152 y, el tiempo de demora puede llegar entre 16 y 20 minutos ocupando un promedio de 0.5 galones de combustible.

4.3. Conclusiones y recomendaciones.

4.3.1. Conclusiones.

El análisis que se ha establecido para determinar si la viabilidad de un sistema de semaforización inteligente aporta a descongestionar las zonas de mayor aglomeración de autos de la ciudad de Guayaquil, determinó que la implementación del sistema de semaforización inteligente tendría una del 30% en el tráfico vehicular reduciendo los tiempos de espera, mejorando el tráfico en las avenidas críticas del tráfico y los beneficios ambientales como la emisión del CO, económicos y sociales.

Utilizando técnicas y estudios de recopilación de datos, que han determinado que la opción más apropiada para semáforos en intersecciones críticas en la ciudad, es implementar un sistema de señalización de tráfico inteligente. Mediante el estudio de tiempo movimiento, el cual se lo llevó a cabo en la Avenida 9 de Octubre.

Las calles Lorenzo de Garaycoa, Rumichaca, Boyacá y Malecón, las cuales fueron tomadas para muestra. Se determinó las horas de mayor congestionamiento, también se obtuvo aportes de documentos ya establecidos, donde se tomó información para su estudio. Así también se realizaron flujogramas de ambos sistemas, para un mayor análisis y con el uso de herramientas como PTV VISSIM 9.0 Y PTV VISSIM 10 con el cual se desarrolló el modelamiento del sistema.

Los semáforos inteligentes interactúan con su entorno externo utilizando una capa de sensores y actuadores, que también son componentes.

Para las actividades de control, los sensores perciben los eventos del entorno y los transforman en hechos internos. Sus métodos generan notificaciones a partir de esos hechos que se comunican a otros componentes, incluidos los agentes de administrador. Estos usan la información disponible para verificar los objetivos y decidir la decisión que se debe tomar.

El sistema de señalización inteligente permitirá un mejor desarrollo en varias actividades planificadas en varios aspectos, historias tales como sociales, económicas y ambientales. La posible implementación reducirá la congestión vehicular y al mismo tiempo presentará una economía para las instituciones a cargo del tránsito de tránsito. Otro aspecto relevante del ahorro de energía en relación con el consumo de cada semáforo que tendría un impacto ambiental positivo para el ecosistema y generaría un mayor beneficio económico para las instituciones competentes.

4.3.2. Recomendaciones.

Se recomienda a la Agencia Municipal de Tránsito invertir en un nuevo sistema de control de tránsito adaptativo que permita la mejora de los

tiempos de viaje en la zona del centro de la ciudad, también evaluar frecuentemente el sistema actual de señalización en su totalidad para verificar que los semáforos se encuentren funcionando de manera eficaz y eficientemente sincronizados.

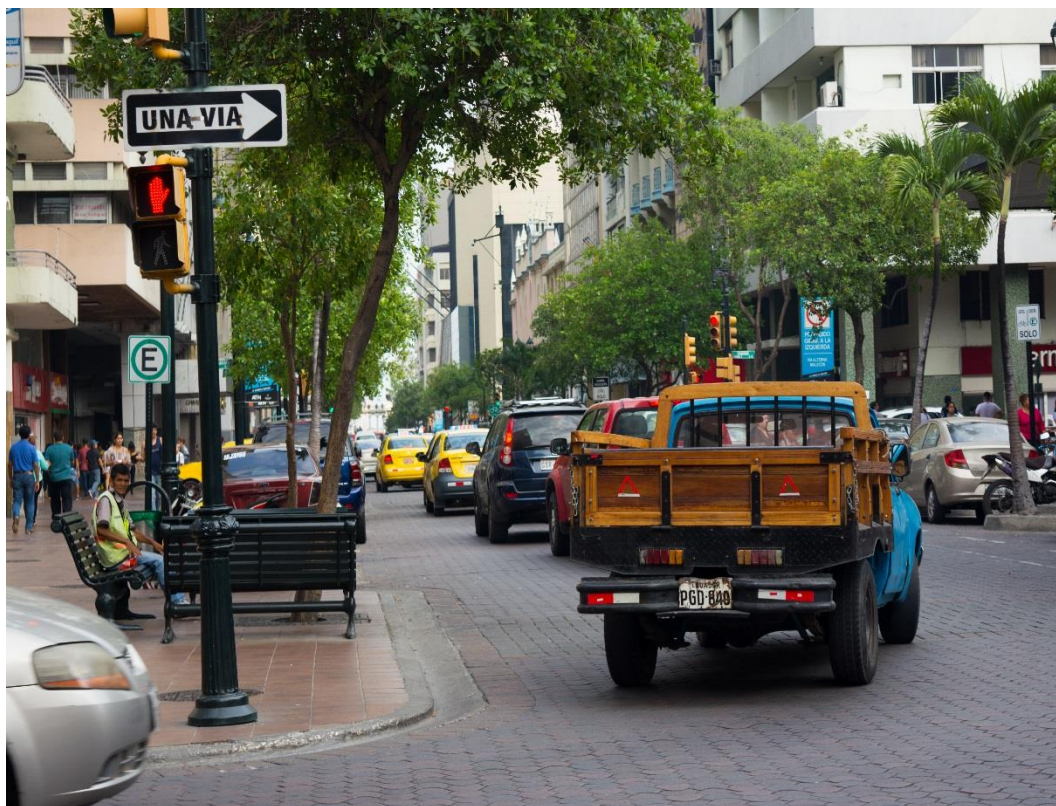
Recomiendo el uso de dispositivos de control de tránsito con nuevas tecnologías que permitan el ahorro de energía mediante el uso de energía solar, la misma inversión que tendrá un impacto económico y ambiental.

El sistema de semaforización inteligente trabaja con una cámara de video por lo que es recomendable ubicar a un administrador de tránsito el mismo que se encargara del control de tráfico desde la central de monitoreo para estar al tanto de los problemas que puedan ocurrir en una intersección, y aplicar multas y sanciones a aquellos que no cumplan con las leyes.

Es recomendable el desarrollo de una aplicación móvil para Smartphones con la que pueda establecer una comunicación entre los conductores y autoridades de tránsito para informar sobre vías alternas o posibles incidentes en las rutas.

ANEXOS

ANEXO N°1
AVENIDA 9 DE OCTUBRE EN MARTES 17:11



Fuente: análisis y simulación de UN SSI.
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel

ANEXO N°2

ENCUESTA A LOS USUARIOS QUE TRANSITAN EL CENTRO DE GUAYAQUIL



Fuente: análisis y simulación de UN SSI.
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel

ANEXO N°3
ENTREVISTA A LA INGENIERA SILVIA CAMPAÑA JEFA DEL
DEPARTAMENTO DE SEMAFORIZACION DE LA A.T.M.



Fuente: análisis y simulación de UN SSI.
Elaborado por: Riofrío Díaz Miguel

BIBLIOGRAFÍA

Campaña, S. (Enero de 2018). Entrevista. Sistema Actual de semáforos en el centro de la Ciudad de Guayaquil. (M. Riofrío, Entrevistador)

Chávez, C. (Julio de 2015). Tesis: Diseño de un prototipo de semáforo inteligente para el control de tránsito. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador

Comercio, D. e. (2014). Artículo: Semáforos. El semáforo cumplió 100 años de existencia, Pág. 1.

Constituyente, A. N. (2012). REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE. En A. N. Constituyente. Pág. 8.

CRE. (2008). Constitución de la República del Ecuador.

Decreto Ejecutivo, 1. (2015). Página web: OBRAS PUBLICAS.: <http://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIAI>

Dias, F. (2015).linkedin. Pagina web:<https://pt.linkedin.com/pulse/implanta-de-sistemas-e-contr.oladores-semAforos-flUvio-dias>.

Energymonitoringwsn. (Noviembre de 2015). Página web: energymonitoring. :<https://energymonitoringwsn.wordpress.com/>

Expreso.ec. (2016). Página web: El tránsito de la ATM tiene avances y pares. Guayaquil.

García, G. (21 de diciembre de 2013). Tesis: Sistema de control de tránsito mediante semaforización inteligente con videocámaras. Lima.

Gobierno de España. S.F. (2014). Página Web: Instituto de Tecnologías Educativas.

:http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/157/cd/m1_1_conceptos_basicos_de_internet/redes_e_internet.html

Google. (Enero de 2018). Google Maps.

:<https://www.google.com.ec/maps/@-2.1910507,-79.8830118,17.75z/data=!5m1!1e4>

INEN. (2012-2015). Señalización Vial. Parte 5. Quito.

INSTRUMENTS, N. (2009). Página web: RED DE SENSORES INALAMBRICOS: <http://www.Nativeinstruments.com>

iso27001.es. (28 de Junio de 2011).

iso27002.es.:<https://iso27002.wiki.zoho.com/Objetivos.html>

LLansola, Z. F. (2016). Sensor de identificación por Radio Frecuencia.

LOPEZ, I. W. (25 de MAYO de 2010). Página web:

<https://es.slideshare.net/wlopezalmarza/ingenieria-de-transito-semaforos>.

Martínez, M. (s.f.). Artículo: <http://jeuazaru.com>. :http://jeuazaru.com/wp-content/uploads/2014/10/semaforos_inteligentes.pdf

Piña Jean Carlos, Z. G. (2017). Proceso actual de semaforización. Guayaquil.

Profesoresyseguridadvial. (2015). Página web: Los semáforos en el mundo. www.Profesoresyseguridadvial.com

Salvado, J. (2003). Ingeniería de proyectos informáticos: actividades y procedimientos. Universitarios.

Telegrafo, E. (2016). Página web: Semaforización y atascos, problemas de Guayaquil.

Universo, E. (26 de noviembre de 2017). Página web: Por fases arranca el plan que busca mejor sincronización de semáforos en Guayaquil. El universo, Pág. 1.