



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN SEMÁFORO  
INTELIGENTE PARA EL CONTROL  
DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA LA  
AV DON JULIO CENTENO MUNICIPIO  
SAN DIEGO EDO CARABOBO**

**Autor:** Virguez Gilberto  
C.I:26.116.379

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UN SEMÁFORO INTELIGENTE PARA EL CONTROL DEL  
TRÁFICO VEHICULAR PARA LA AV DON JULIO CENTENO MUNICIPIO  
SAN DIEGO EDO CARABOBO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
**INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

**Autor:**  
Virguez Gilberto C.I: 26.116.379  
**Tutor:**  
Ing. Sthefani Zambrano

San Diego, Octubre de 2019.



FI-T -001 -2019-2CE


Valencia, 18 de Julio de 2019

Ciudadanos:  
Gilberto Virguez  
C.I:26.116.379  
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 18-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **DISEÑO DE UN SEMÁFORO INTELIGENTE PARA EL CONTROL DEL TRAFICO VEHICULAR PARA LA AV DON JULIO CENTENO MUNICIPIO SAN DIEGO EDO CARABOBO** Presentado por usted como requisitos para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones.

Se ratifica la designación del Ing. Sthefani Zambrano C.I:21.213.561 y la Ing. Alicia De Pizzela C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

  
Prof. Luis Lira  
Decano de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

L/Lc



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ing. Sthefani Zambrano, portadora de la cédula de identidad N°21.213.561, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Gilberto Virguez, portador de la cédula de identidad N° 26.116.379, titulado **DISEÑO DE UN SEMÁFORO INTELIGENTE PARA EL CONTROL DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA LA AV DON JULIO CENTENO MUNICIPIO SAN DIEGO EDO CARABOBO.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 12 días del mes de agosto del año dos mil diecinueve.

Ing. Sthefani Zambrano  
C.I.: 21.213.561

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
RESUMEN INFORMATIVO .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
<b>1.1 Planteamiento del Problema .....</b>	<b>3</b>
1.2 Formulación del problema .....	5
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>5</b>
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	5
<b>1.4 Justificación de la Investigación .....</b>	<b>6</b>
1.5 Alcance.....	6
1.6 Delimitación.....	6
1.6.1 Delimitación espacial.....	6
1.6.2 Delimitación temporal .....	6
1.6.3 Delimitación temática.....	6
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
<b>2.1 Antecedentes .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Imagen digital .....	8
2.2.2 Transformada de Fourier .....	9
2.2.3 Teorema de la Convolución.....	9
2.2.4 Filtrado.....	9
2.2.5 Procesamiento de imágenes en Matlab.....	11

2.2.6 Procesamiento de imágenes en Matlab.....	12
2.3 Bases legales .....	<b>13</b>
2.3.1 Reglamento de la Ley de Tránsito Terrestre.....	14
2.3.2 Ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación .....	14
2.4 Definición de términos básicos .....	<b>14</b>
<b>III MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Tipo de investigación .....	<b>16</b>
3.2 Diseño de la investigación .....	<b>16</b>
3.3 Nivel de la investigación.....	<b>26</b>
3.4 Población y Muestra.....	<b>26</b>
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos .....	<b>27</b>
3.5.1. Técnicas empleadas.....	<b>27</b>
3.5.2. Instrumentos empleados .....	28
3.6 Fases de la Investigación.....	<b>28</b>
<b>IV RESULTADOS</b>	
4.1 Fase I. ....	21
4.1.1 Observación directa.....	<b>21</b>
4.1.2 Revisión documental del funcionamiento de los semáforos .....	<b>21</b>
4.2 Fase II.....	31
4.2.1 Resultados de la Aplicación Encuesta .....	31
4.2.2 Diagrama de Pareto .....	<b>35</b>
4.2.3 Diagrama de Ishikawa.....	<b>36</b>
4.3 Fase III .....	37
4.3.1 Binarización de una imagen en Matlab.....	<b>37</b>
4.3.2 Erosión y Dilatación en Matlab.....	<b>38</b>
4.3.3 Conteo de objetos en una imagen en Matlab .....	<b>40</b>
4.3.4 Captura de imágenes mediante cámaras conectadas a la PC .....	<b>41</b>
4.4 Fase IV. ....	47
4.4.1 Factibilidad técnica operativa .....	<b>47</b>

4.4.2 Factibilidad económica .....	48
4.4.3 Factibilidad ambiental.....	49
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Bloques de procesamiento de imágenes.....	10
Figura 2. Distintos tipos de filtros aplicados a una imagen. ....	11
Figura 3. Representación de una imagen en Matlab.. ....	12
Figura 4. Planos que forman una imagen en Matlab.....	13
Figura 5. Componentes de un semáforo.....	24
Figura 6 Ejemplos de arreglos de secciones en caras de semáforo.....	28
Figura 7. Diagrama de Pareto.....	36
Figura 8. Diagrama de Ishikawa... ..	37
Figura 9. Código para binarizar una imagen.....	38
Figura 10. Binarización del código de la figura 8.....	38
Figura 11. Código en Matlab para Dilatar una imagen.....	39
Figura 12. Resultados obtenidos al aplicar el código de la figura 11... ..	39
Figura 13. Código en Matlab para Erosionar una imagen... ..	39
Figura 14. Resultados obtenidos al aplicar el código de la figura 13... ..	39
Figura 15. Código para obtener el número de objetos de una imagen en Matlab.....	40
Figura 16. Resultados obtenidos al aplicar el código de la figura 15... ..	40
Figura 17. Código en Matlab donde se ejecutan los comandos de capturas.....	41
Figura 18. Código en Matlab donde se ejecutan los comandos imqhwinfo... ..	42
Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de conteo de una imagen... ..	43
Figura 20. Imagen 1 que será utilizada para prueba en Matlab... ..	44
Figura 21. Imagen 2 que será utilizada para prueba en Matlab... ..	44
Figura 22. Código en Matlab para comparar figuras 23 y 24... ..	45
Figura 23. Imagen 1 luego de ser tratada... ..	45
Figura 24. Imagen 2 luego de ser tratada... ..	46
Figura 25. Resultados obtenidos en Matlab tras ejecutar el código de la figura 24....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formatos soportados en Matlab. ....	12
Tabla 2. Tabla del Diagrama de Pareto .....	35
Tabla 3. Costos de personal técnico-operacional. ....	47
Tabla 4. Costos de materiales para la implementación del semáforo inteligente .....	48
Tabla 5. Costos de personal técnico-operacional. ....	48

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultados de los componentes de poca tecnología .....	32
Gráfico 2. Resultados acerca de que los semáforos requieren innovación .....	32
Gráfico 3. Resultados del mantenimiento de los semáforos. ....	33
Gráfico 4. Resultados de fallas en el sistema de los semáforos .....	34
Gráfico 5. Resultados de ausencia de sincronización de los semáforos. ....	35



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UN SEMÁFORO INTELIGENTE PARA EL CONTROL DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA LA CALLE 162 CON LA AVENIDA DON JULIO CENTENO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO**

**Autor:**

Virguez A., Gilberto R.

**Tutor Académico:** Ing. Sthefani Zambrano.

**Fecha:** agosto 2019

**RESUMEN INFORMATIVO**

El propósito de esta investigación se centra en desarrollar el diseño de un semáforo inteligente para el control del tráfico vehicular basado en el procesamiento digital de señales y lenguajes de programación de alto nivel compilados, dicha tecnología es enfocada al público en general para la vida cotidiana en la ciudad. Para esto, se realizará el uso de algoritmos de filtros digitales y estimación espectral a través de la Transformada Discreta de Fourier (TDF); así como también el uso de un convertidor de señales analógicas a señales digitales. El Sistema a desarrollar será capaz de controlar el flujo vehicular de manera adecuada ya que dicho sistema será capaz de saber qué cantidad de vehículos se encuentran en las calles a determinada distancia esto será posible gracias al procesamiento digital señales “DSP”. El sistema será capaz de guardar la información de los vehículos encontrados a una determinada distancia a través de una imagen la cual se define “una imagen digital es una imagen  $f(x,y)$  que ha sido discretizada o cuantificada en las coordenadas espaciales y en su brillo. Así pues, una imagen digital se puede considerar como una matriz cuyos índices de filas y columnas ( $N \times M$ ) identifican a un punto en la imagen y el valor de la matriz en ese punto será el nivel de gris en ese punto (caso de una imagen monocroma con varios niveles de gris)”

**Descriptor:** Tráfico Vehicular, Semáforo inteligente, Sistema de control.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación posee como objetivo primordial la realización de un semáforo inteligente para el control del tráfico vehicular que está enfocado en la Avenida Don Julio Centeno con calle 162 ya que existe una cantidad de población muy alta en cercanías de dicha avenida, por lo tanto, es necesario la implementación de este sistema debido a que actualmente ha venido creciendo la cantidad de vehículos que la transitan.

El objetivo principal de esta investigación es proponer el diseño de un dispositivo capaz de tomar decisiones sobre como dirigir el tráfico de vehículos en una intersección, de manera más efectiva que los semáforos tradicionales 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 del mismo modo la acción repetitiva del vehículo en detenerse y arrancar genera mayor emisión de CO2 al medio ambiente.

Dicha investigación estará desarrollada usando la tecnología del software Matlab para el procesamiento digital de señales mediante cámaras digitales para captar el tráfico vehicular, así mismo cabe destacar que solo será una innovación en dichos semáforos, pero estos seguirán funcionando como lo hacen actualmente.

En primer lugar, es necesario conocer el correcto funcionamiento del semáforo, por lo que en cada capítulo se desarrollan diferentes puntos que permitirán el diseño del sistema.

El presente trabajo de investigación está estructurado en cuatro capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, dichos capítulos se describen a continuación:

**Capítulo I:** referido al problema, su planteamiento el cual se trata de comprobar durante todo el curso de la investigación por medio de los objetivos generales y específicos, así como la justificación del estudio y su alcance.

**Capítulo II:** se hace hincapié en los antecedentes, bases teóricas los fundamentos legales.

**Capítulo III:** Marco Metodológico se plantea la naturaleza de la investigación, la cual, por sus características, se trata de una investigación documental con carácter descriptivo, de modo que la estrategia metodológica seleccionada sirvió de guía para el desarrollo del trabajo de grado.

Y por el último el **Capítulo IV:** este capítulo se hablará de los recursos utilizados para por realizar este proyecto, como recursos humanos, financieros, institucionales, etc.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del Problema

El primer semáforo se instaló el 15 de diciembre de 1868 en Londres este semáforo era muy diferente al de hoy en día, trabajaba con dos brazos que se levantaban para indicar que se debía detener, además tenía lámparas de gas de colores rojo y verde para que funcionara de noche. Aunque este semáforo no era útil ya que era manual y requería una persona para que lo manejara, años después de ese invento que no funcionó muy bien, surge en el siglo XIX específicamente en 1910 de nuevo el invento del semáforo debido a los conflictos que aparecieron con el tránsito motorizado y vehicular, entonces, se mejoró el semáforo volviéndolo automático hasta llegar a 1917 en la ciudad de San Francisco Estados Unidos donde se instaló el primer semáforo que utilizaba luces rojas y verdes este podía ser usado de manera manual o de sistema automático. En 1920 se añade la luz amarilla en los semáforos.

Así mismo, este permitía avisarle al conductor sobre el cambio a luz roja cuando estaba en amarillo se reducía la velocidad y se paraba con previo aviso. A lo largo de los años el semáforo se convirtió en un aparato indispensable para la sociedad debido a que se utiliza en el medio urbano para ordenar el tránsito de vehículos y peatones por lo tanto es visible su importancia y necesidad ya que evita accidentes o choques de diversos tipos, problemas que no existían antes de 1900 ya que las ciudades estaban menos pobladas y era más fácil controlar los medios de transporte.

De esta manera, Cuando hablamos de los semáforos tradicionales nos referimos a un dispositivo eléctrico que controla el tráfico de vehículos en las intersecciones de nuestras ciudades, estos vienen comúnmente en una configuración de 3 luces que representan señales para el tráfico de vehículos, rojo para detenerse, amarillo o ámbar como paso intermedio del verde a rojo y verde para avanzar,

Razón por la cual ha sido necesario colocar semáforos en las ciudades, sin embargo, en muchas ocasiones éstos no resuelven el problema de tráfico debido a la inadecuada sincronización entre semáforos y al hecho de que los sistemas actuales no toman en cuenta el flujo de autos en las calles y avenidas.

Entre los principales problemas que se generan debido a la situación actual de los semáforos los más preocupantes son los siguientes:

1. Los accidentes automovilísticos que representan una pérdida para la sociedad, ya que una de las principales causas de mortalidad en el país.
2. Los largos tiempos de esperas para poder desplazarse mientras en las otras calles no se encuentran vehículos.
3. El caos que se forma al interrumpir la energía eléctrica.

En el año 2006 Alemania empezó a implementar semáforos inteligentes y estos han reducido de manera eficaz de CO<sub>2</sub> por los vehículos debido a la sincronización que estos son capaces de generar.

En este mismo orden de ideas, los semáforos en Venezuela se instalaron en los años 50 en la ciudad de Caracas luego a medida que las demás ciudades fueron creciendo se instalaron en los demás sitios. La forma de interpretar sus indicaciones puede variar de país a país porque cada uno maneja sus diferentes leyes y señales de tránsito, aunque nosotros en nuestro país manejamos el semáforo universal, en otras palabras, el más común y este es el que tiene tres luces: roja, que significa que se debe detener, amarillo, que debe tener precaución y debe detenerse y si no le da tiempo debe pasar con cuidado y el verde que tiene libre tránsito.

Se puede decir que la importancia del semáforo en Venezuela es la misma que a nivel mundial es un instrumento que se encarga de mantener el orden del tránsito vehicular y es el aparato más usado para controlar el mismo. Gracias a este aparato podemos prevenir accidentes y choques en las intersecciones y así controlar el pase de vehículos en las avenidas de manera ordenada. Los semáforos deben tener un tiempo de 30 a 60 segundos para cambiar del color rojo al verde y así mantener el flujo vial activo sin que se genere cola en cada semáforo o parada. Un ejemplo claro

de para qué sirve el semáforo es de cuándo se va la luz que en las avenidas y calles no existe control y todo el mundo quiere pasar al mismo tiempo generando un caos y trancado el paso vehicular y es necesario la presencia de una autoridad o un agente del tránsito para que controle la Situación.

Así mismo a principios del siglo XXI en Venezuela Estado Carabobo Municipio San Diego “Avenida. Don Julio Centeno” se emplean los semáforos usados actualmente en dicha avenida a los que llaman “semáforos inteligentes”, sin embargo, estos semáforos no cuentan con la capacidad de decidir por sí mismos a que vía debe darle más prioridad debido a la cantidad de vehículos que estas presenten, debido a lo expuesto anteriormente es importante la innovación de dichos semáforos haciéndolos capaz de detectar la cantidad de vehículos que circulen por cada calle para dar mayor prioridad donde existe mayor aforo vehicular.

## **1.2 Formulación del problema:**

Luego del planteamiento expuesto, la siguiente investigación estará orientada al desarrollo de una propuesta del diseño de un semáforo inteligente para el control del tráfico vehicular, de la cual surgen la siguiente interrogante. ¿Cómo controlar el tráfico vehicular de manera eficiente?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Proponer el diseño de un semáforo inteligente para el control del tráfico vehicular para la Av. Don Julio Centeno San Diego Edo. Carabobo.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el funcionamiento actual de los semáforos de la Av. Don Julio Centeno San Diego Edo. Carabobo.
- Identificar las fallas o puntos críticos de los semáforos de la Av. Don Julio Centeno San Diego Edo. Carabobo.
- Diseñar un semáforo inteligente para el control del tráfico vehicular para la Av. Don Julio Centeno San Diego Edo. Carabobo.

- Realizar un estudio de factibilidad técnica operativa, económica y ambiental.

#### **1.4 Justificación de la Investigación**

Los semáforos tradicionales que se encuentran instalados en la avenida Don Julio Centeno funcionan no son inteligentes generando así mayor tráfico vehicular; el diseño del semáforo a desarrollar estará basado en un sistema de procesamiento digital de señales con cámaras digitales las cuales son procesadas mediante el software Matlab; el cual permite de manera efectiva reducir el tráfico vehicular que se encuentra en dicha avenida.

Por otra parte, este trabajo ofrece a la Universidad José Antonio Páez la motivación a sus estudiantes a desarrollar más proyectos en el área del tráfico vehicular, así como la mejora del sistema a desarrollar.

#### **1.5. Alcance**

La propuesta del diseño de un semáforo inteligente para el control del tráfico vehicular para la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego estado Carabobo. El proyecto será realizado tomando como área de estudio la calle 162 con la Avenida Don Julio Centeno municipio San Diego Estado Carabobo

#### **1.6 Delimitación**

La investigación se realizó según las delimitaciones siguientes:

##### **1.6.1 Delimitación espacial**

El trabajo de investigación se realizará en la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno, ubicada en el municipio San Diego- Estado Carabobo.

##### **1.6.2 Delimitación temporal**

El cual se efectuará entre los meses comprendidos desde julio de 2019 hasta octubre de 2019, en el transcurso de este tiempo se realizará el estudio de los sistemas de control de tráfico mediante el uso de semáforos inteligentes.

##### **1.6.3 Delimitación temática**

Esta investigación estará enmarcada en los sistemas de control de tráfico, sistemas de semáforos y sistemas inteligentes.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

Lamego. J. (2017) en el trabajo el cual se titula: **“Desarrollo de un sistema inteligente de control de tráfico con software de código abierto en sistemas embebidos”** para optar por el título de Maestro en Sistemas Inteligentes Multimedia, Zapopan-México. el objetivo fue el de comprobar la factibilidad técnica de un sistema de esa magnitud el cual fue basado en códigos y librerías de uso de software libre.

Dicha investigación es considerada un antecedente ya que aporta información significativa para el desarrollo del proyecto, debido a que el sistema inteligente esta basado en programación de alto nivel similar a la que será utilizada para el desarrollo del proyecto propuesto.

Así mismo, Piña. J. y Zuñiga. G. (2017) en el trabajo titulado **“Análisis comparativo del sistema tradicional de semaforización VS una propuesta de semaforización inteligente, para la reducción del congestionamiento vehicular, en la ciudad de Guayaquil”** para optar por el título Ingeniero en Sistemas Administrativos Computacionales presentado en la Universidad de Guayaquil, Quito-Ecuador. el objetivo de este proyecto fue la comparación de un semáforo tradicional con uno inteligente mediante redes de PLC, conjunto con Sensores y cámaras. Dicha investigación fue del tipo de campo.

Los resultados obtenidos fueron que al implementar un sistema inteligente se reduciría la congestión vehicular, así como la emisión de CO<sub>2</sub> al medio ambiente del mismo modo se obtuvieron resultados favorables en la parte del costo de implementación VS el semáforo tradicional.

. Resulta importante gracias a que su enfoque tecnológico tiene relación con la investigación a desarrollar.

Por último, Machaca. A (2016) en el trabajo titulado “**Análisis y diseño de un sistema de control de tráfico vehicular utilizando semáforos inteligentes con tecnología Arduino**” para optar por el título Ingeniero Electrónico presentado en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno-Perú. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un diseño de un semáforo inteligente a través de Arduino interconectado con el software Matlab.

Dicha investigación fue un gran aporte debido a que esta utiliza el mismo software que se propone para el diseño a desarrollar, en ella se obtuvieron resultados satisfactorios generando así mayor base para el desarrollo de este diseño.

## **2.2 Bases teóricas**

En la investigación se necesitaron desarrollar los siguientes conceptos:

### **2.2.1 Imagen digital**

Una imagen digital o gráfico digital es una representación bidimensional de una imagen a partir de una matriz numérica, frecuentemente en binario (unos y ceros). Dependiendo de si la resolución de la imagen es estática o dinámica, puede tratarse de una imagen matricial (o mapa de bits) o de un gráfico vectorial.

La imagen digital puede describirse como una función continua  $F(x,y)$ , denominada imagen, donde las coordenadas  $x$ ,  $y$  son variables espaciales y la función valor (amplitud) es la densidad. Esta función es además el producto de dos funciones separadas: Una función es la de iluminación  $I$ , mientras que la otra función describe las propiedades del objeto que está siendo iluminado, conocida como reflexión  $R$ .

- **Imágenes escala grises:** Es la representación de una imagen en la que cada pixel se dibuja usando un valor numérico individual que representa su luminancia, en una escala que se extiende entre blanco y negro.
- **Imágenes Binarias:** Es una imagen digital que tiene únicamente dos valores posibles para cada pixel. Normalmente, los colores utilizados para su representación son negro y blanco, aunque puede usarse cualquier pareja de

colores. Uno de los colores se emplea para el fondo y el otro para los objetos que aparecen en la imagen.

### 2.2.2 Transformada de Fourier

La imagen digital es una función bidimensional, finita y discreta. Su transformada de Fourier  $\varphi$  es una función generalmente compleja que puede describirse así:

$$\varphi(r, s) = \sum_{i=0}^{k-1} \sum_{j=0}^{k-1} \varphi(i, j) e^{-i2\pi(ir+js)/k} \quad (I)$$

Que donde  $r$  y  $s$  son frecuencias espaciales,  $i$  y  $j$  las líneas y columnas de la imagen original de dimensiones  $k \times k$ .

### 2.2.3 Teorema de la Convulación

El teorema de convolución establece que, bajo determinadas circunstancias, la transformada de Fourier de una convolución es el producto punto a punto de las transformadas. En otras palabras, la convolución en un dominio (por ejemplo, el dominio temporal) es equivalente al producto punto a punto en el otro dominio (es decir dominio espectral).

En el caso de dos variables, el teorema afirma que:

$$f(x, y) * g(x, y) = \varphi^{-1}(F(u, v)G(u, v)) \quad (II)$$

El cual puede enunciarse del siguiente modo:

1. La Transformada de Fourier de la convolución entre 2 funciones en el dominio espacial o temporal es igual al producto de las transformadas de Fourier de cada una de ellas.
2. La transformada inversa de Fourier de un producto de dos funciones en el dominio de la frecuencia es igual a la convolución de sus transformadas inversas.

### 2.2.4 Filtrado

Los filtros de frecuencia procesan una imagen trabajando sobre el dominio de la frecuencia en la Transformada de Fourier de la imagen. Para ello, ésta se modifica siguiendo el Teorema de la Convulación correspondiente:

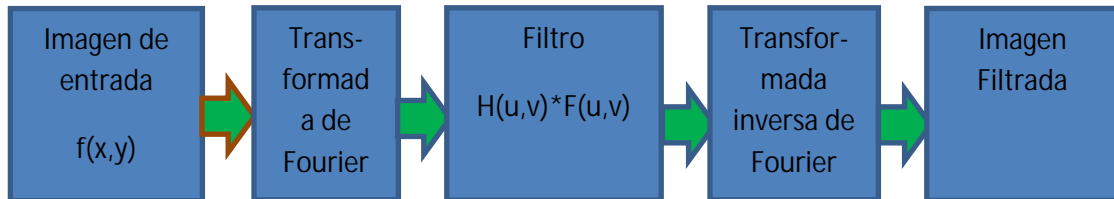
1. Se aplica la Transformada de Fourier,
2. se multiplica posteriormente por la función del filtro que ha sido escogido,

3. Para concluir re-transformándola al dominio espacial empleando la Transformada Inversa de Fourier

$F(u,v)$ : transformada de Fourier de la imagen original.

$H(u,v)$ : filtro atenuador de frecuencias.

Como la multiplicación en el espacio de Fourier es idéntica a la convolución en el dominio espacial, todos los filtros podrían, en teoría, ser implementados como un filtro espacial. El procesamiento de imágenes del dominio de la frecuencia se muestra en la figura 5.

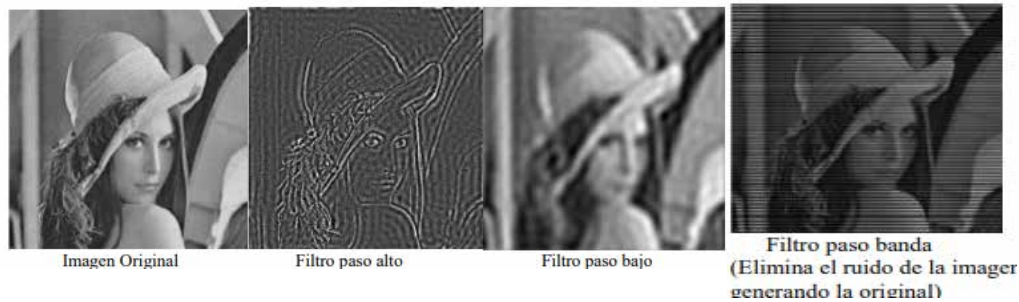


**Figura 1.** Diagrama de Bloques de procesamiento de imágenes  
**Fuente:** Virguez (2019)

#### 2.2.4.1 Tipos de filtros

- **Filtro paso bajo:** atenúa las frecuencias altas y mantiene sin variaciones las bajas. El resultado en el dominio espacial es equivalente al de un filtro de suavizado, donde las altas frecuencias que son filtradas se corresponden con los cambios fuertes de intensidad. Consigue reducir el ruido suavizando las transiciones existentes. Se ponen a cero los módulos de los coeficientes de Fourier relativos a las altas frecuencias, dejando sin modificar los relativos a las bajas frecuencias.
- **Filtro paso alto:** atenúa las frecuencias bajas manteniendo invariables las frecuencias altas. Puesto que las altas frecuencias corresponden en las imágenes a cambios bruscos de densidad, este tipo de filtros es usado, porque entre otras ventajas, ofrece mejoras en la detección de bordes en el dominio espacial, ya que estos contienen gran cantidad de dichas frecuencias. Refuerza

los contrastes que se encuentran en la imagen. Se ponen a cero los módulos de los coeficientes de Fourier relativos a las bajas frecuencias, dejando sin modificar los relativos a las altas frecuencias.



**Figura 2.** Distintos tipos de filtros aplicados a una imagen

**Fuente:** <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas tecnicas/procesamiento-avanzado-de-imagenes-digitales/contenidos/Tema1.pdf>

- **Filtro paso banda:** Un filtro paso banda es un tipo de filtro electrónico que deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal y atenúa el paso del resto.

### 2.2.5 Procesamiento de imágenes

El procesamiento digital de imágenes se trata de procesado de señales que toma fotografías o fotogramas de vídeo y someterlos a un procesado de perfil bajo con el fin de extraer determinadas características o parámetros, o bien para elaborar nuevas imágenes procesadas como material de salida. En el procesamiento digital de imágenes la transformada de Fourier cumple un rol muy importante ya que es una herramienta nos permite obtener la representación de una señal en el espacio de frecuencias y aplicando un filtrado en ese dominio se puede suavizar de la imagen, detectar y realzar los bordes, eliminar ruido, etc.

## 2.2.6 Procesamiento de imágenes en Matlab

### 2.2.2.1 Lectura de Imágenes

Mediante el comando:

**Im=imread ('nombre\_de\_la\_imagen. extensión')**

La imagen a leer debe encontrarse en la carpeta de trabajo de Matlab. Los formatos de imagen soportados se muestran en la tabla 2.

**Tabla 1.** Formatos soportados en Matlab

Formato	Extensión
TIFF	.tiff
JPEG	.jpeg
GIF	.gif
BMP	.bmp
PNG	.png
XWD	.xwd

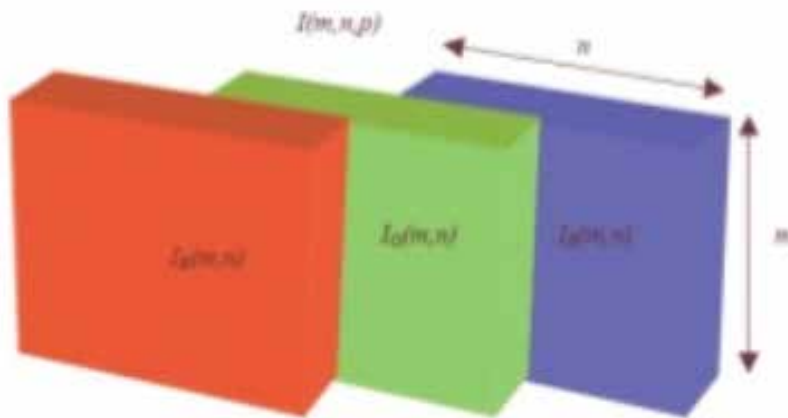
### 2.2.6.2 Representación de imágenes en Matlab

En Matlab una imagen en formato de color RGB se representa por tres matrices bidimensionales, correspondientes a los planos R,G y B. 1=R, 2=G, 3=B.

$$I_R(m, n, 1) = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad I_G(m, n, 2) = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mn} \end{bmatrix} \quad I_B(m, n, 3) = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mn} \end{bmatrix}$$

**Figura 3.** Representación de una imagen en Matlab.

**Fuente:** <http://lonely113.blogspot.com>



**Figura 4.** Planos que forman una imagen en Matlab.

**Fuente:** <http://lonely113.blogspot.com>

## 2.3 Bases legales

### 2.3.1 Reglamento de la Ley de Tránsito Terrestre

Este Reglamento tiene por objeto desarrollar las normas contenidas en la Ley de Tránsito Terrestre, en todo lo relacionado con el tránsito terrestre por vías públicas y privadas destinadas al uso público, permanente o casual.

#### 2.3.1.1. Artículos aplicados del Reglamento de la Ley de Tránsito Terrestre

Artículo 327°. La señalización es el conjunto de señales y órdenes de las autoridades administrativas de control y vigilancia del tránsito, tales como señales circunstanciales que modifiquen el régimen normal de utilización de la vía, semáforos, señales verticales y horizontales o marcas viales de circulación, destinadas a los usuarios de la vía y que tienen por misión advertir e informar a éstos u ordenar o reglamentar su comportamiento con la necesaria antelación, de determinadas circunstancias de la vía o de la circulación.

Artículo 352°. Los usuarios deben obedecer las indicaciones de los semáforos y de las señales verticales de circulación situadas inmediatamente a su derecha, encima de la calzada o encima de su canal, y si no existen en los citados emplazamientos y pretenden girar a la izquierda o seguir de frente, las de los semáforos inmediatamente a su izquierda.

### **2.3.2 Ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación**

La Ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación, publicada en Gaceta Oficial N° 39575 de fecha 16 de diciembre de 2010, tiene por objeto dirigir la producción científica y tecnológica, y sus aplicaciones, con base en el ejercicio pleno de la soberanía nacional, la democracia participativa y protagónica, la justicia y la igualdad social, el respeto al ambiente y la diversidad cultural, mediante la aplicación de conocimientos populares y académicos. Dirigir la generación de una ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, con base en el ejercicio pleno de la soberanía nacional, la democracia participativa y protagónica, la justicia y la igualdad social, el respeto al ambiente y la diversidad cultural, mediante la aplicación de conocimientos populares y académicos. A tales fines, el Estado Venezolano formulará, a través de la autoridad nacional con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social de la Nación, las políticas públicas dirigidas a la solución de problemas concretos de la sociedad, por medio de la articulación e integración de los sujetos que realizan actividades de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones como condición necesaria para el fortalecimiento del Poder Popular.

### **2.4 Definición de términos básicos**

**Cámara:** Dispositivo electrónico capaz de registrar imágenes estáticas o en movimiento.

**Estimación espectral:** Evaluación estimativa del espectro de frecuencias de una señal.

**Procesamiento digital de señales:** Manipulación matemática de una señal de información para modificarla o mejorarla en algún sentido.

**Semáforo:** Dispositivo de señalización luminosa que regula el tráfico en las vías públicas que consta generalmente de tres luces (roja, amarilla y verde):

**Tráfico vehicular:** Es el fenómeno causado por el flujo vehicular causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.

**Transformada Discreta de Fourier:** es un tipo de transformada discreta utilizada en el análisis de Fourier. Transforma una función matemática en otra, obteniendo una representación en el dominio de la frecuencia, siendo la función original una función en el dominio del tiempo.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se estudiará el marco metodológico de dicha investigación el objetivo general es determinar el tipo de investigación, técnicas de recolección de datos, así como población y muestra y finalmente las fases de la investigación.

#### **3.1 Tipo de investigación**

La naturaleza propia del proyecto, hace que la investigación entre en la clasificación de proyecto factible, puesto que se desarrollará el diseño de un semáforo inteligente que se utilizara para el control del tráfico vehicular esto con fin de solventar los inconvenientes que presentan los equipos actuales. Basado en lo anteriormente descrito Mijares y García (2007) definen como proyecto factible a:

“...la investigación elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas tecnologías, métodos o procesos. El proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades...”(p5).

#### **3.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es el conjunto de directrices que toma el investigador con el fin de observar, analizar y plantear una solución de ser posible a la problemática objeto de la investigación. Según Palella y Martins (2012) definen como investigación de campo a:

“La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta...” (pag.88).

### **3.3 Nivel de la investigación**

El nivel de investigación se refiere según Arias:(2012) “al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno” (p.47). Así pues, el nivel de investigación establece hasta qué punto se llevará a cabo el estudio del tema o problema planteado. Tomando en cuenta el tipo de investigación, se conocerá el nivel en el cual se basa todo el estudio. También el nivel permite saber qué factores tienen que intervenir para el desarrollo de toda la investigación.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, el nivel de investigación que se emplea es descriptiva definido por Hurtado de B. (2010), como:

“Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación” (p.223).

Lo mencionado por Hurtado, se aplica a todas las investigaciones que conllevan a diseños dirigidos a cubrir necesidades y que están basados en conocimientos anteriores.

### **3.4 Población y Muestra**

En lo que se refiere a la población, es aquel conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio. Según Arias F. (2012), la población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio.

Tal es el caso presente, la población a estudiar es de tipo finita y viene dada por la cantidad de semáforos que se encuentran en la avenida Don Julio Centeno.

En lo que respecta a la muestra, es un subconjunto representativo finito que se extrae de la población accesible. A su vez Arias F. (2012), define la muestra como una parte de la población, es decir un número de individuos u objetos seleccionados al azar. En el presente caso, la muestra está definida por el semáforo de la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno.

### **3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos**

Los instrumentos de investigación son parte fundamental de la misma ya que son los medios por los cuales el investigador puede recolectar datos sobre la problemática en la que está trabajando, teniendo esto en cuenta Sabino (1996) lo define como:

“Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados” (p.149,150).

Y por técnica se va a anotar la definición que nos da el diccionario de metodología anteriormente citado, el cual establece que las técnicas de investigación son:

“Conjunto de mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir los datos sobre estos conceptos” (p.150).

#### **3.5.1. Técnicas empleadas**

##### **3.5.1.1. Revisión Documental**

La revisión documental es hacer una recopilación de información sobre textos e investigaciones generados por otros investigadores que tienen relación directa o indirecta con la problemática que es razón de estudio. Hurtado (2010) define este concepto como:

“... es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros como texto en sí mismo constituyen los eventos de estudio”(p.427).

##### **3.5.1.2. Observación directa**

La observación directa es el proceso en el cual el investigador recolecta datos directamente desde el medio ambiente del fenómeno a estudiar, por otro lado, Hurtado (2010) la define como:

"... un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información para el cual el investigador se apoya en sus sentidos”(p.459).

### **3.5.2. Instrumentos empleados**

#### **3.5.2.1. Instrumento de registro**

Permite poseer un soporte de la información en periodos de tiempo relativamente largos de modo que el investigador pueda recuperar la información cuando lo necesite.

#### **3.5.2.2. Instrumento de observación técnicamente asistida**

Principalmente se contará con el empleo de algún dispositivo de conteo para así obtener la cantidad de vehículos aproximados que circulan en el área de estudio.

### **3.6 Fases de la Investigación**

#### **Fase I: Diagnóstico del funcionamiento actual de los semáforos de la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego- Estado Carabobo.**

Esta fase se desarrollará utilizando las principales técnicas de investigación documental como son la de observación directa y revisión documental, con el propósito de obtener el estado actual de los semáforos.

#### **Fase II: Identificación de fallas o puntos críticos los semáforos de la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego- Estado Carabobo.**

Se procederá a un análisis profundo para encontrar los distintos puntos críticos o de mayor interés con lo que se encuentran los semáforos para ello se realizará un diagrama de Ishikawa para así obtener los puntos críticos con que este se encuentra.

#### **Fase III: Diseño de un semáforo inteligente para la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego- Estado Carabobo.**

Siguiendo el estudio realizado anteriormente se procederá a la realización de un diseño de semáforo inteligente que cumpla con lo antes expuesto para ello se hará uso del software Matlab para realizar simulaciones y verificar el previo funcionamiento del diseño obtenido.

#### **Fase IV: Estudio de factibilidad técnica operativa, económica, y ambiental.**

Estos semáforos inteligentes necesitan de un sistema que será el que se encargue de la toma de decisiones y del funcionamiento del mismo, para ello se hará el uso del software Matlab conjunto a una cámara digital encargada de fotografiar en

tiempo real la arteria vial a controlar, además también es muy importante destacar que este diseño de semáforo inteligente se recomienda utilizar diodos led para representar las luces del semáforo ya que estas cumplen con las capacidades energéticas, económicas, y físicas del diseño a proponer. En cuanto a economía, se utilizarán dispositivos adecuados con un costo moderado, pero aprovechando al máximo las funciones de cada componente a utilizar dándole mayor funcionalidad a dicho sistema.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Fase I: Diagnóstico del funcionamiento actual de los semáforos de la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego-Estado Carabobo.**

##### **4.1.1 Observación directa**

Se conoce con el nombre de semáforo a las señales eléctricas constituidas por luces que tienen por objeto el control del movimiento de vehículos en unas condiciones óptimas de seguridad y fluidez.

El semáforo asigna de forma alternativa el derecho de paso a cada movimiento o grupo de movimientos que confluyen en una intersección. La disposición en planta de las intersecciones con semáforos es algo distinta de la de aquellas que no los tienen. Los semáforos estudiados cumplen un funcionamiento cíclico, es decir, están configurados para colocarse en un determinado tiempo en un color específico, para así formar un ciclo de cambio de luces sin importar la cantidad de flujo vehicular existente.

Los semáforos de la avenida Don Julio Centeno con calle 162 funcionan de manera tradicional donde la luz verde indica pase, la luz roja detenerse y la luz amarilla la transición de color verde a rojo o viceversa; este tipo de funcionamiento tiene el problema que cuando una arteria vial no contiene vehículos este no es capaz de detectarlo ya que su funcionamiento es de manera secuencial sin importar el tráfico vehicular generando así un mal control del tráfico. Además de esto dichos semáforos se encuentran en mal estado debido a que solo iluminan cuando están en color verde generando así mayor tráfico vehicular.

##### **4.1.2 Revisión documental del funcionamiento de los semáforos**

Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se controla la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, y siendo operados por una unidad de control.

#### **4.1.2.1 Semáforos**

Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se controla la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, y siendo operados por una unidad de control.

##### **· Función**

El semáforo es un dispositivo que se utiliza para el control y la seguridad, tanto de vehículos como de peatones. Debido a la asignación bien sea prefijada o accionada por el tránsito del derecho de vía para los diferentes movimientos en intersecciones y en otros sitios de las vías, el semáforo ejerce una profunda influencia sobre el flujo del tránsito. Por lo tanto, es de vital importancia que la selección y el uso de este dispositivo de control vengán precedidos de un estudio detallado del sitio y de las condiciones del tránsito.

Los semáforos se usarán para desempeñar, entre otras, las siguientes funciones:

- a) Interrumpir periódicamente el tránsito en una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular.
- b) Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- c) Controlar la circulación por canales.
- d) Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones laterales.
- e) Proporcionar un ordenamiento del tránsito.

##### **· Ventajas y desventajas de los semáforos**

Un semáforo ofrece las siguientes ventajas:

- Ü Proporciona ordenamiento de los movimientos de tránsito: el semáforo asigna el derecho de paso, por lo tanto, el tránsito se puede mover en forma efectiva y segura en las intersecciones.

- Û Reduce algunos tipos de accidentes: el semáforo puede ocasionar una reducción de cierto tipo de accidentes, en particular de las colisiones laterales que, por lo general, son bastante severas.
- Û Ofrece paso a volúmenes menores de la vía secundaria: el semáforo permite al tránsito de la vía secundaria incorporarse o cruzar la vía principal.
- Û Produce ahorros de costos: el semáforo es más económico que el control por medio de vigilantes de tránsito en forma permanente.
- Û Agrupa el tránsito en pelotones: la agrupación del tránsito en pelotones permite cierta facilidad de acceso y cruce en las intersecciones y en los cruces peatonales cercanos, los cuales podrían no estar semaforizados. También esto facilita el movimiento continuo del tránsito a una determinada velocidad por una ruta específica.

A pesar de las ventajas anteriores, un semáforo tiene varias desventajas:

- Û Tiende a incrementar la demora: Si se instala un equipo inadecuado o inefectivo, los semáforos pueden crear una demora excesiva, lo que ocasiona molestias e impaciencia en los conductores.
- Û Puede aumentar la frecuencia de accidentes: aunque el semáforo puede reducir los accidentes laterales, las colisiones por detrás generalmente aumentan y la tasa total de accidentes puede ser mayor.
- Û Produce irrespeto y molestias: si los semáforos son innecesarios o están mal diseñados los conductores tienden a desobedecerlos, perdiendo respeto hacia el dispositivo. Esto hace que sea necesario instalar un semáforo cuando el mismo se justifique.
- Û Puede desviar al tránsito: si los semáforos no se programan eficientemente, los conductores pueden seleccionar otras rutas menos deseables. El desvío del tránsito conduce a un desperdicio de tiempo y combustible, pudiendo crear problemas adicionales si el tránsito desviado utiliza calles locales residenciales.
- Û Es susceptible a fallas: los semáforos son dispositivos bastante confiables, pero pueden estar sujetos a fallas o problemas de suministro de energía, por lo que

deben recibir un mantenimiento adecuado de parte de la autoridad responsable de su operación.

- **Clasificación**

De acuerdo con el mecanismo de operación de sus unidades de control, los semáforos se clasifican en:

a) Semáforos para el control del tránsito de vehículos (los criterios utilizados para esta clase de semáforos son igualmente aplicables en ciclorrutas):

1. Semáforos de tiempos fijos o predeterminados
2. Semáforos accionados o activados por el tránsito:

Parcialmente accionados.

Totalmente accionados

b) Semáforos para pasos peatonales:

1. Parcialmente accionados.
2. Totalmente accionados

c) Semáforos especiales:

1. Semáforos de destello o intermitentes
2. Semáforos para regular el uso de canales
3. Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia
4. Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes.

- **Elementos que componen un semáforo.**

El semáforo consta de una serie de elementos físicos, como son la cabeza, los soportes, las caras, los lentes, las viseras y las placas de contraste como se muestra en la Figura 5. Sus definiciones y características se presentan a continuación.



**Figura 5.** Componentes de un semáforo.

**Fuente:** Manual Venezolano de dispositivos uniformes para el control de tránsito.

## Ü Cabeza

Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo.

## Ü Soportes

Son las estructuras que se usan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar los elementos luminosos del semáforo en la posición donde el conductor y el peatón tengan la mejor visibilidad y puedan observar sus indicaciones.

Algunos elementos del soporte deberán permitir ajustes angulares, verticales u horizontales de las caras de los semáforos.

Por su ubicación en la intersección, los soportes se clasifican en:

### a) Ubicación a un lado de la vía:

1. Postes
2. Ménsulas cortas.

### b) Ubicación en la vía:

1. Ménsulas largas sujetas a postes laterales
2. Suspensión por cables
3. Postes y pedestales en islas

## Ü Cara

Es el conjunto de unidades ópticas tales como, lente, reflector, lámpara, bombillo o diodo emisor de luz (LED) y portalámpara, que están orientadas en la misma dirección. En cada cara del semáforo existirán usualmente tres secciones para regular uno o más movimientos de la circulación, con un máximo de cinco secciones por cara.

## Ü Lente

Es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara o LED y de su reflector en la dirección deseada.

## Ü Visera

Es un elemento que se coloca encima o alrededor de cada una de las unidades ópticas, para evitar que, a determinadas horas, los rayos del sol incidan sobre éstas y den la impresión de estar iluminadas, así como también para impedir que las señales

emitidas por el semáforo sean vistas desde otros lugares distintos hacia el cual está enfocado.

#### Ü Placa de contraste

Es un elemento utilizado para incrementar la visibilidad del semáforo y evitar que otras fuentes lumínicas o el entorno confundan al conductor.

#### Ü Controlador de semáforos

Es un mecanismo electromecánico o electrónico que sirve para ordenar los cambios de luces en los semáforos. Adicionalmente, este dispositivo puede realizar las siguientes funciones: procesar la información generada por detectores para ajustar los tiempos a las necesidades de la intersección; recibir y enviar información a un centro de control o controlador maestro con el fin de operar en forma coordinada; proveer los elementos que garanticen la seguridad de los usuarios evitando señalizaciones conflictivas y reportar al centro de control el tipo de falla que puedan presentar.

#### Ü Detectores

Son dispositivos capaces de registrar variables de tránsito tales como: volumen, velocidad, ocupancia, sentido, tipo de tránsito, presencia, entre otros, y generar señales para ser analizadas por el controlador local o por el controlador central.

### · **Significado de las indicaciones**

#### Ü Colores y flechas direccionales.

Las lentes de los semáforos para control vehicular deberán ser de color rojo, amarillo y verde.

Cuando se utilicen flechas, éstas también serán rojas, amarillas y verdes sobre fondo negro. Cada cara de semáforo en una intersección tendrá tres, cuatro o cinco secciones. Se permitirá una cara de semáforo con una sola sección si la misma tiene una flecha verde continuamente iluminada para indicar un movimiento libre o

continuo o una flecha amarilla intermitente para indicar un movimiento de giro con precaución.

Las lentes de la cara pueden estar en posición vertical u horizontal, excepto que, en la posición vertical, lentes del mismo color pueden estar horizontalmente adyacentes entre sí. Estos grupos de lentes se limitarán a dos lentes idénticos o a dos o tres lentes diferentes del mismo color. En cada cara, todas las lentes rojas en un arreglo vertical de las secciones deben estar colocadas en la posición superior y, en un arreglo horizontal, a la izquierda de todas las lentes amarillas y verdes.

Si se utiliza una lente con amarillo lleno, ésta debe estar ubicada entre la o las lentes rojas y las demás lentes.

En un arreglo vertical de secciones, cada flecha amarilla fija debe estar ubicada inmediatamente arriba de la flecha verde fija para la cual aplica. En un arreglo horizontal de secciones, la flecha amarilla debe estar ubicada inmediatamente a la izquierda de la flecha verde para la cual aplica. La lente con flecha verde para seguir derecho debe ubicarse inmediatamente a la derecha del verde lleno y la sección con flecha verde para los giros a la derecha debe colocarse a la derecha de todas las demás lentes.

Ü Significado y aplicación del uso de lentes llenos.

- Rojo lleno fijo

1. Los conductores de los vehículos deben detenerse antes de la línea de pare y, si no la hay, a una distancia de dos metros antes de la intersección, y deben permanecer parados hasta que aparezca el verde correspondiente.

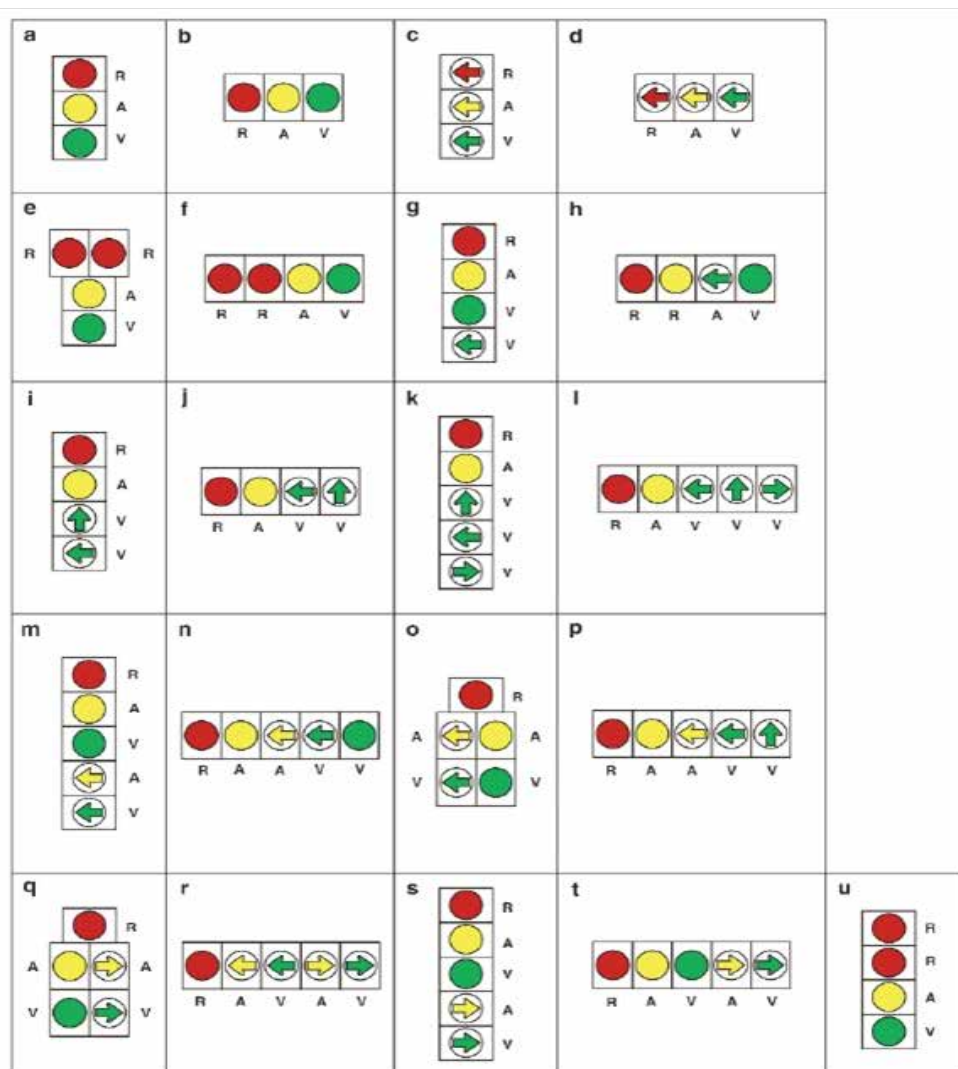
2. Ningún peatón frente a esta indicación debe cruzar la vía, a menos que un semáforo peatonal le indique su paso.

Nunca deberán aparecer simultáneamente combinaciones de colores en los semáforos, excepto cuando haya flechas direccionales verdes o amarillas con el rojo lleno.

- Amarillo lleno fijo

1. Advierte a los conductores de los vehículos que el período de verde asignado a un flujo vehicular ha terminado y está a punto de iniciar el período de rojo y, por lo tanto, debe asumir una conducta de prevención tal como sigue:

Continuar su marcha si está muy próximo a la intersección ya que una frenada brusca podría ocasionar situaciones peligrosas con los vehículos de atrás, o detener su marcha con el fin de que la intersección no sea bloqueada y los vehículos de las demás corrientes puedan circular en el período de verde que va a iniciar.



**Figura 6.** Ejemplos de arreglos de secciones en caras de semáforo.

**Fuente:** Manual Venezolano de dispositivos uniformes para el control de tránsito.

2. Advierte a los peatones que cruzan hacia esta indicación, a menos que estén dirigidos por un semáforo peatonal, que no hay tiempo suficiente para cruzar la vía antes que aparezca la indicación roja, y ningún peatón debe iniciar el cruce.

Siempre se cambiará de luz verde a luz roja o a rojo intermitente con un amarillo fijo durante el intervalo necesario para desalojar la intersección.

Sin embargo, no se empleará en cambios de rojo lleno con flecha verde para el giro a la izquierda o a la derecha a verde lleno o al amarillo intermitente.

El amarillo lleno fijo no debe ser usado como señal de precaución.

- Verde lleno fijo

1. El tránsito, con excepción de los peatones, al observar la indicación de verde lleno puede seguir de frente o girar a la izquierda o a la derecha, excepto cuando dicho movimiento esté modificado por señales de uso de canal, señales de prohibición de giro, demarcación de canales o por el diseño geométrico. El tránsito vehicular, incluyendo a los vehículos que giran a la izquierda o derecha deberán cederle el derecho de paso a peatones que se encuentren cruzando legalmente la intersección o un paso peatonal adyacente cuando se muestre esta indicación.

2. Los peatones que caminan hacia esta indicación, a menos que estén dirigidos por un semáforo peatonal, pueden cruzar la vía en cualquier paso peatonal demarcado o no. Los peatones deberán dejar que los vehículos que legalmente se encuentren en la intersección terminen de despejar la misma cuando se muestre esta indicación.

Ü Significado y uso de flechas direccionales

- Flecha roja fija

1. El tránsito vehicular al observar la indicación de flecha roja fija no debe ingresar a la intersección para realizar el movimiento indicado por la flecha, a menos que ingrese a la intersección para realizar otro movimiento permitido por otra indicación del semáforo, y debe detenerse en la línea de pare y, si no la hay, a una distancia de dos metros antes de la intersección, y debe permanecer detenido hasta que aparezca la indicación que permita al movimiento detenido con la flecha roja.

2. Los peatones, frente a esta indicación, no deben ingresar a la intersección a menos que una cara peatonal se los permita.

- Flecha amarilla fija

1. Advierte a los conductores de los vehículos que el período de verde asignado al flujo vehicular que realiza el movimiento permitido por la flecha verde ha terminado y está a punto de iniciar el período de rojo y, por lo tanto, debe asumir una conducta de prevención tal como sigue:

Continuar su marcha si está muy próximo a la intersección ya que una frenada brusca podría ocasionar situaciones peligrosas con los vehículos de atrás, o detener su marcha con el fin de que la intersección no sea bloqueada y los vehículos de las demás corrientes puedan circular en el período verde que va a iniciar.

2. Advierte a los peatones que caminan hacia esta indicación, a menos que estén dirigidos por un semáforo peatonal, que no hay tiempo suficiente para cruzar la vía antes que aparezca la indicación roja, y ningún peatón debe iniciar el cruce.

- Flecha verde fija para seguir derecho (exclusivamente).

1. Los vehículos podrán seguir derecho y no darán vuelta a la derecha ni a la izquierda. Estos vehículos deben respetar el posible derecho de paso de peatones que se encuentren legalmente dentro de la intersección al mismo tiempo que se encienda esta luz.

2. Los peatones que avancen hacia esta señal pueden cruzar la vía dentro de su paso marcado o no, a menos que un semáforo peatonal les indique otra cosa.

- Flecha verde fija para el giro a la izquierda o a la derecha:

1. Los vehículos girarán a la izquierda o a la derecha según lo indique la flecha.

2. Las flechas direccionales para girar a la izquierda sólo se deben utilizar si existen canales exclusivos para dicho movimiento, complementados con marcas en el pavimento y con una señalización adecuada, a menos que todo el acceso se mueva simultáneamente.

3. El tránsito vehicular que gira en una intersección debe ceder el derecho de paso a los peatones que se encuentren legalmente dentro de la calzada.

Cuando la cara del semáforo contenga una o varias flechas direccionales con luz verde, el hecho de encenderse esta o estas flechas, significa que los vehículos sólo pueden tomar la dirección o direcciones así indicadas.

Cuando se intenta permitir que el tránsito haga un determinado giro, y se prohíbe al resto del tránsito que siga derecho, debe encenderse el rojo lleno para estos vehículos y al mismo tiempo la flecha verde del giro permitido.

Cuando se intenta permitir que el tránsito realice varios movimientos, pero prohibiendo algún giro, debe iluminarse una flecha verde para cada uno de los movimientos permitidos y la lente roja de la misma cara no debe encenderse.

Las flechas serán la única parte iluminada de la lente y nunca deben colocarse dos flechas direccionales en el mismo lente.

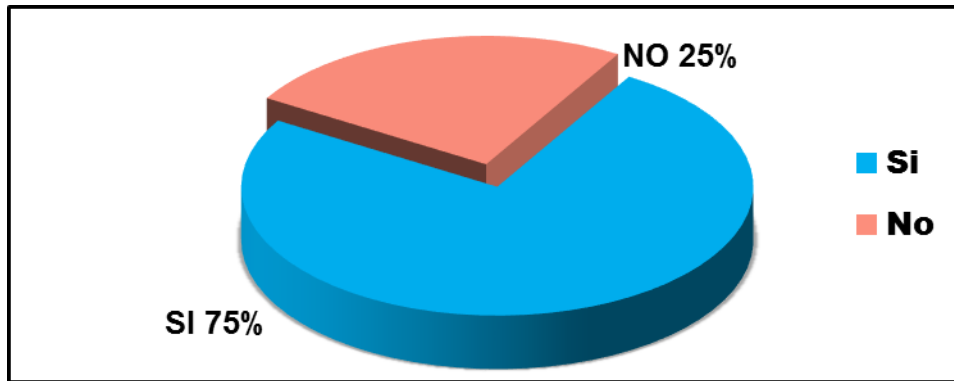
#### **4.2 Fase II: Identificación de fallas o puntos críticos de los semáforos de la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego- Estado Carabobo**

Conociendo los resultados de la fase I se procederá a un análisis profundo de los semáforos actuales para ello se hará uso de 2 técnicas para identificación de puntos críticos las cuales son el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa.

##### **4.2.1 Resultados de la Aplicación Encuesta**

La encuesta contó con cinco (05) preguntas para ser respondidas de forma dicotómica cerrada (ver Anexo A), dirigido a las personas que transitan por la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego - Estado Carabobo, la información recolectada fue presentada mediante gráficos circulares que representan los resultados obtenidos de las encuestas realizadas mediante medios de formatos electrónicos. En este sentido, después de recolectar la información a través de la encuesta y atendiendo a las interrogantes planteadas en la presente investigación, se procedió a la tabulación de los resultados obtenidos siendo los mismos los siguientes:

**ÍTEM N° 1 ¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semáforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?**

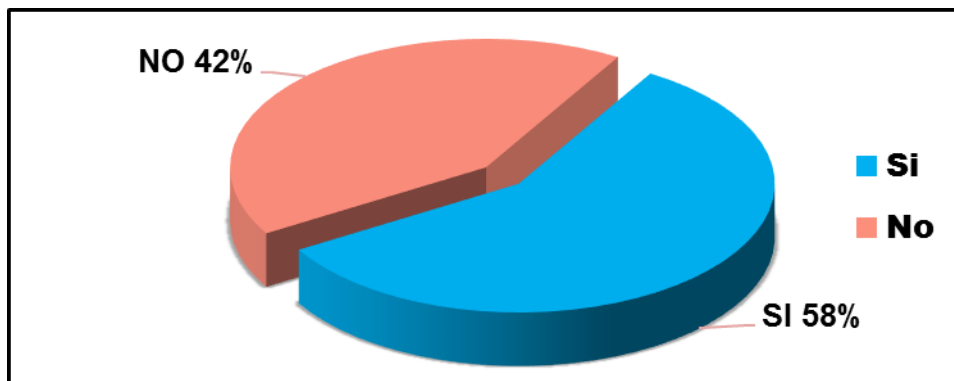


**Gráfico N° 1.** Resultados de los componentes de poca tecnología.

Fuente: Virguez (2019).

En el Análisis del ítem N° 1, el cual hace referencia que los componentes de poca tecnología, se obtuvo un resultado el cual fue que el 75% de la muestra evaluada que corresponde a 48 personas si creen que los componentes de poca tecnología de los semáforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular; sin embargo, el 25% no creen que los componentes ocasionen fallos.

**ÍTEM N° 2 ¿Usted cree que los semáforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?**

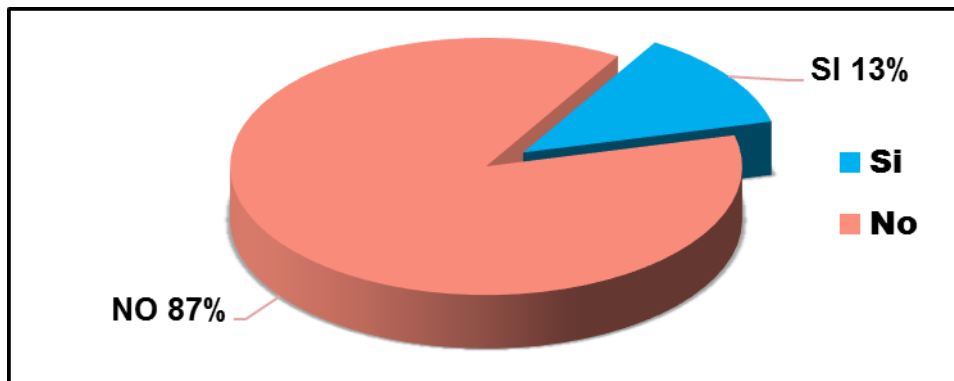


**Gráfico N° 2.** Resultados acerca de que los semáforos requieren innovación.

Fuente: Virguez (2019).

En ese mismo orden de ideas, en el ítem N° 2, en el cual se hace mención a los resultados obtenidos acerca de la innovación de los semáforos, se puede observar que el 42% de la muestra encuestada el cual son 27 personas, indicó de forma negativa que no creen que los semáforos requieran de innovación, no obstante se evidenció que el 58% de la muestra, representada por 37 personas, expresa que si creen que los semáforos requieren de innovación para reducir el tráfico vehicular.

**ÍTEM N° 3 ¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el tráfico vehicular?**

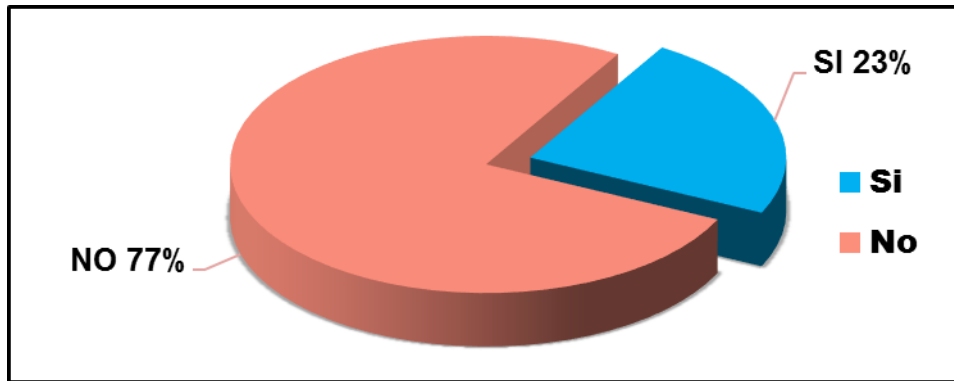


**Gráfico N° 3.** Resultados del mantenimiento de los semáforos.

Fuente: Virguez (2019).

De igual manera, en el análisis del Gráfico N° 3, perteneciente a si los semáforos requieren mantenimiento, se evidenció que el 87% de las personas no piensa que los semaforos requieran mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el tráfico vehicular; por otra parte, el 13% de la muestra que corresponde a 8 personas, expresa que si piensa que los semáforos requieren mantenimiento.

**ÍTEM N° 4 ¿ Cree usted que las fallas en el sistema de los semáforos son una potencial causa del tráfico vehicular?**

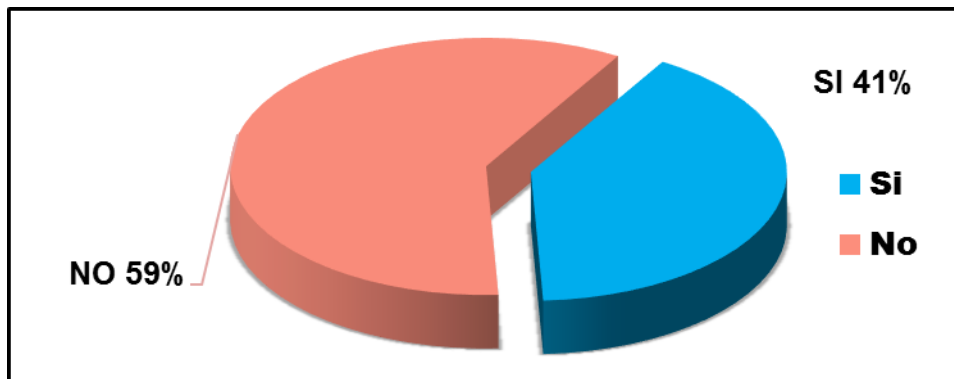


**Gráfico N° 4.** Resultados de fallas en el sistema de los semáforos.

Fuente: Virguez (2019).

Así mismo, en el Gráfico N° 4 se observa que el 23% de la muestra representada por 15 personas, cree que las fallas en el sistema de los semáforos son una potencial causa del tráfico vehicular; sin embargo el 77% de la muestra representada por 49 personas, expresan que no creen que las fallas en el sistema de los semáforos ocasionen tráfico de vehículos.

**ÍTEM N° 5 ¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?**



**Gráfico N° 5.** Resultados de ausencia de sincronización de los semáforos.

Fuente: Virguez (2019).

Por otro lado, los resultados mostrados en el Gráfico N° 5 refleja que el 59% de la muestra evaluada correspondiente a 38 personas no piensan que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular; sin embargo, el 41% de la misma, si cree que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico.

#### 4.2.2 Diagrama de Pareto

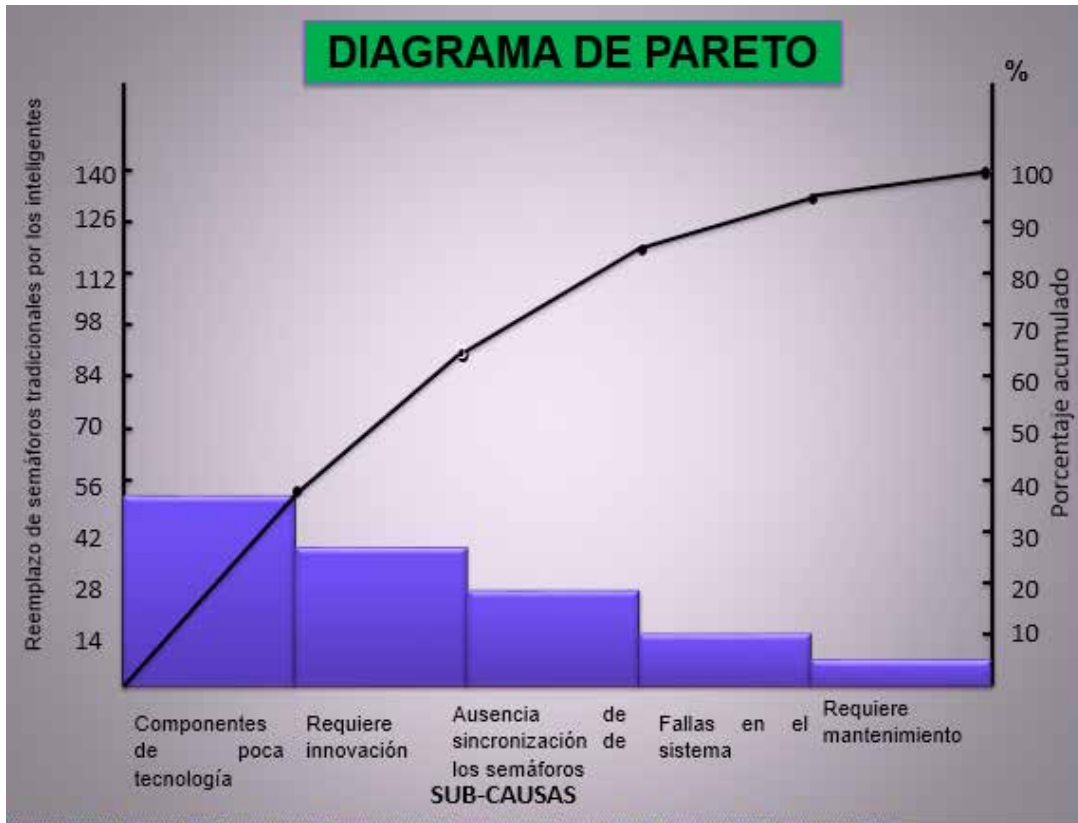
El diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. De esta manera se obtendrán las prioridades de los problemas a solucionar. Por otro lado, el número de fallas para la realización del diagrama de Pareto fue obtenido de la encuesta realizada anteriormente (ver Anexo B),

**Tabla 2.** Tabla del Diagrama de Pareto.

N°	SUB-CAUSA	Número de fallas	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA UNITARIA %	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
1	Componentes de poca tecnología	48	48	36	36
2	Requiere Innovación	37	85	28	64
3	Ausencia de sincronización de los semáforos	26	111	19	83
4	Fallas en el sistema	15	126	11	94
5	Requiere mantenimiento	8	134	6	100
	<b>TOTAL</b>	134		100	

Fuente: Virguez (2019).

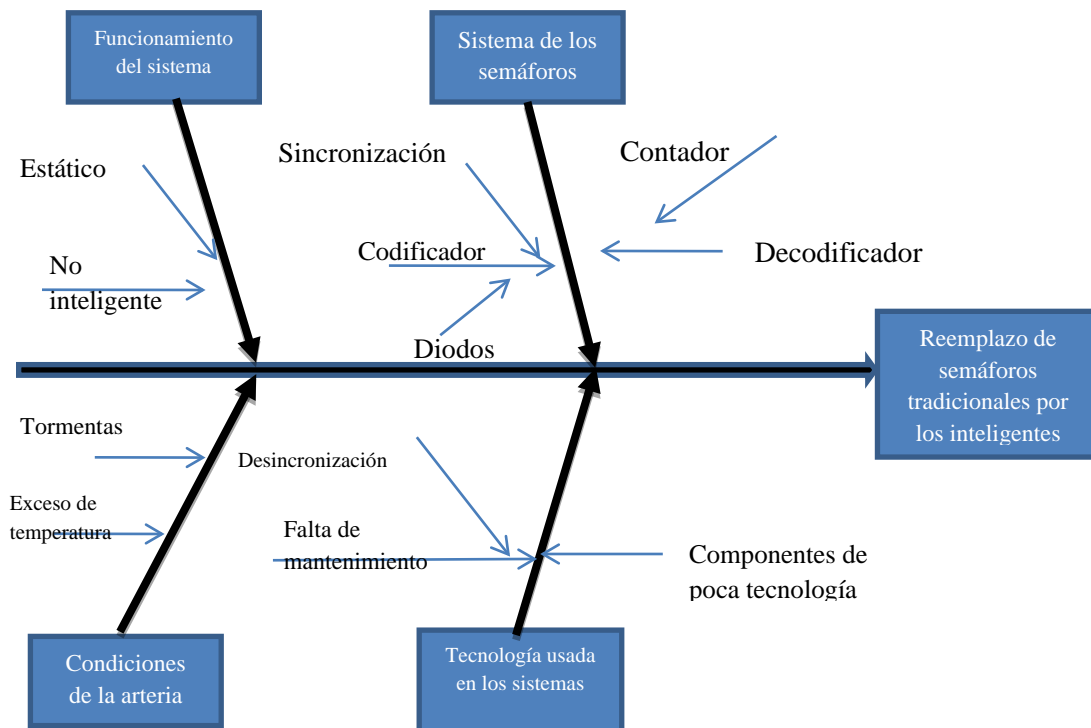
En base al Diagrama de Pareto obtenido de la figura 7 se puede concluir que los semáforos tradicionales están funcionando con poca tecnología por lo cual requieren innovación, así como de sincronización entre dichos semáforos.



**Figura 7.** Diagrama de Pareto  
**Fuente:** Virguez (2019)

#### 4.2.3 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso. Todo problema tiene causas específicas, y esas causas deben ser analizadas para así Eliminar las causas, y eliminando las causas se elimina el problema.



**Figura 8.** Diagrama de Ishikawa.

**Fuente:** Virguez (2019)

En base al Diagrama de Ishikawa obtenido se lograron obtener las principales causas o puntos críticos del funcionamiento actual de los semáforos que son las que conllevan a la problemática a solucionar en base a estos resultados y los del Diagrama de Pareto se Procederá a la fase III para la realización del diseño del semáforo inteligente.

### **4.3 Fase III: Diseño de un semáforo inteligente para la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego – Estado Carabobo.**

Conocido los puntos críticos existentes encontrados en la fase II se procederá al diseño del semáforo inteligente; para ello haremos uso del software Matlab para realizar distintas simulaciones con el fin de obtener un diseño funcional para dicho semáforo inteligente.

#### **4.3.1 Binarización de una imagen en Matlab**

Conversión de una imagen en escala de grises a una imagen lógica (0=negro, 1=blanco).

Se realiza con el comando:

**Imagen\_bin=imagen<=Umbral**

Dónde: Umbral es un número entre 0 y 255. También se puede usar el siguiente comando se requiere binarizar una imagen RGB directamente.

**Imagen\_bin=im2bw(Imagen,level)**

Dónde: level es el nivel de umbral entre 0 y 1.

```
Imagen_RGB=imread('prueba.jpg');  
Imagen_bin=im2bw(Imagen_RGB,0.5);  
imshow(Imagen_bin);
```

**Figura 9.** Código para binarizar una imagen.

**Fuente:** <http://lonely113.blogspot.com>



**Figura 10.** Binarización del código de la  
figura 8

**Fuente:** Virquez (2019)

#### 4.3.2 Erosión y Dilatación en Matlab

Son las operaciones morfológicas más utilizadas.

- **Dilatación:** Adiciona pixeles en las fronteras de la imagen.
- **Erosión:** Remueve pixeles de las fronteras de la imagen.

Ambas operaciones se aplican a imágenes binarizadas.

##### **Dilatación:**

Se utiliza el comando:

**Result=imdilate(Imagen,SE)**

Donde: SE es la estructura del arreglo a utilizar como rejilla.

Existen varias maneras de obtener una estructura SE. Se realiza mediante el comando “strel”.

```

Imagen=imread('Dilatacion.jpg');
SE=strel('square',10);
Imagen_gray=rgb2gray(Imagen);
Imagen_edge=edge(Imagen_gray,'sobel');
Imagen_dilate=imdilate(Imagen_edge,SE);
IMSHOW(Imagen_dilate);

```

**Figura 11.** Código en Matlab para Dilatar una imagen.



**Fuente:** <http://lonely113.blogspot.com>

**Figura 12.** Resultados obtenidos al aplicar el código de la figura 11

**Fuente:** Virguez (2019)

### **Erosión:**

Se utiliza el comando:

**Result=imerode(Imagen,SE)**

Dónde: SE es la estructura del arreglo a utilizar como rejilla.

```

Imagen=imread('Erosion.jpg');
SE=strel('square',15);
Imagen_gray=rgb2gray(Imagen);
Imagen_erode=imerode(Imagen_gray,SE);
imshow(Imagen_erode);

```

**Figura 13.** Código en Matlab para Erosionar una imagen.

**Fuente:** <http://lonely113.blogspot.com>



**Figura 14.** Resultados obtenidos al aplicar el código de la figura 13

**Fuente:** Virguez (2019)

### 4.3.3 Conteo de objetos en una imagen en Matlab

Para contar la cantidad de objetos presentes en una imagen se realiza el procedimiento:

- Leer la imagen.
- Convertirla a escala de grises y posteriormente binarizarla
- En la imagen binarizada se requiere que los objetos a contar estén en blanco (1) y con fondo negro (0), si no fuera así se puede aplicar el comando:

**Imagen\_bin=not(Imagen\_bin)**

- Ejecutar el siguiente commando para etiquetar los objetos. Cada objeto encontrado se etiqueta con un número entero: 1, 2, 3, ...:

**Imagen\_label=bwlabel(Imagen\_bin,C)**

Dónde: C= 4 u 8 (Conexión):

- Para obtener el número de objetos:

**n=max(max(Imagen\_label))**

```
>> Im_RGB=imread('imagen.jpg');
>> Im_bin=im2bw(Im_RGB,0.5)
>> imshow(Im_bin)
>> Im_bin=not(Im_bin);
>> imshow(Im_bin)
>> Im_label=bwlabel(Im_bin,8);
>> n=max(max(Im_label))
n=
5
```

**Figura 15.** Código para obtener el número de objetos de una imagen en Matlab.

Fuente: <http://lonely113.blogspot.com>



**Figura 16.** Resultados obtenidos al aplicar el código de la figura 15

Fuente: <http://lonely113.blogspot.com>

#### 4.3.4 Captura de imágenes mediante cámaras conectadas a la PC

Resulta de suma utilidad para implementar algoritmos de visión o adquisición de imágenes en tiempo real utilizando cámaras conectadas a la PC.

Matlab incluye el toolbox “Image Acquisition” para este fin.

- **Obtención de información del dispositivo:** Comandos a utilizar.

##### **Imaqhwinfo**

Devuelve la información del hardware y software disponibles, tales como: Adaptador de video instalado, versión de Matlab, Toolbox (nombre y versión).

##### **Imaqhwinfo(‘adaptor’)**

Dónde adaptor es el nombre del adaptador instalado, por lo general winvideo. Este comando devuelve información relacionada al adaptador.

##### **Imaqhwinfo(‘adaptor’,DeviceID)**

Donde DeviceID es el ID del dispositivo a utilizar obtenido con el comando anterior. Si sólo se cuenta con un dispositivo conectado el DeviceID será 1. Este comando muestra información del dispositivo conectado (cámara).

```
>> imaqhwinfo
ans =
    InstalledAdaptors: {'winvideo'}
    MATLABVersion: '7.8 (R2009a)'
    ToolboxName: 'Image Acquisition Toolbox'
    ToolboxVersion: '3.3 (R2009a)'

>> imaqhwinfo('winvideo')
ans =
    AdaptorDllName: [1x81 char]
    AdaptorDllVersion: '3.3 (R2009a)'
    AdaptorName: 'winvideo'
    DeviceIDs: {[1]}
    DeviceInfo: [1x1 struct]

>> imaqhwinfo('winvideo',1)
ans =
    DefaultFormat: 'RGB24_640x480'
    DeviceFileSupported: 0
    DeviceName: 'iLook 300'
    DeviceID: 1
    ObjectConstructor: 'videoinput('winvideo', 1)'
    SupportedFormats: {1x13 cell}
```

**Figura 17.** Código en Matlab donde se ejecutan los comandos de capturas

**Fuente:** <http://lonely113.blogspot.com>

En el código mostrado en la figura 17 se puede observar que el adaptador instalado es “winvideo”. Hay un dispositivo de adquisición de imágenes instalado (DeviceID).

El dispositivo instalado es una webcam “ilook300”. Soporta 13 formatos de adquisición. Formato por defecto: RGB 640X480.

- **Preparación del dispositivo**

Crear la estructura:

**Cam=imaqhwinfo(‘adaptor’, DeviceID)**

Para poder obtener las características del dispositivo con facilidad. Por ejemplo, para obtener los formatos soportados:

**Cam.SupportedFormats**

Ejecutar el comando:

**Video=videoinput(‘adaptor’, DevideID,’Format’)**

Construye un objeto de entrada de video (nexo entre el dispositivo y Matlab).

Si no se especifica Format se asume el formato por defecto.

```
>> cam=imaqhwinfo('winvideo',1);  
  
>> cam.SupportedFormats  
  
ans =  
Columns 1 through 4  
'I420_160x120' 'I420_176x144' 'I420_320x240' 'I420_352x288'  
Columns 5 through 8  
'I420_640x480' 'RGB24_1280x960' 'RGB24_1600x1200'  
'RGB24_160x120'  
Columns 9 through 12  
'RGB24_176x144' 'RGB24_320x240' 'RGB24_352x288'  
'RGB24_640x480'  
Column 13  
'RGB24_800x600'  
  
>> video=videoinput('winvideo',1,'RGB24_640x480');
```

**Figura 18.** Código en Matlab donde se ejecutan los comandos imqhwinfo

**Fuente:** <http://lonely113.blogspot.com>

- **Pre-visualización**

Para desplegar la pre-visualización de las imágenes a capturar ejecutar el comando:

**Preview(video)**

- **Captura:**

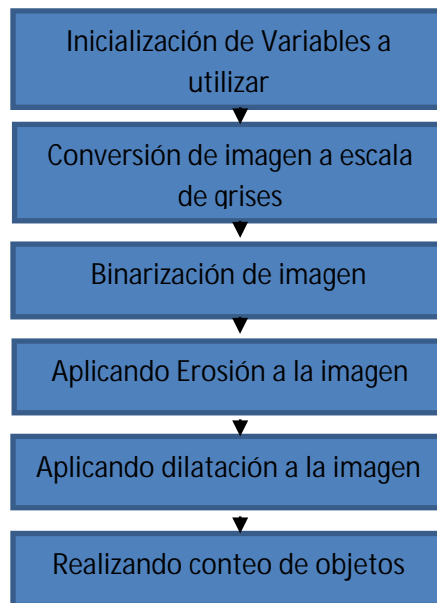
Para capturar una imagen a ejecutar:

**Image=getsnapshot('cam')**

- **Image Acquisition Tool:**

Facilita el trabajo de realizar configuración y captura de imágenes por líneas de comandos: **imaqtool**

Una vez conocido las herramientas necesarias para el procesamiento de imágenes en Matlab y como obtener imágenes a través de una cámara digital se procederá a realizar el diseño del semáforo inteligente para ello se realizará un diagrama de flujo para realizar la lógica del programa.



**Figura 19.** Diagrama de flujo del proceso de conteo de una imagen

**Fuente:** Virguez (2019)

En el Anexo C puede observarse el diagrama de flujo del semáforo inteligente tras obtener la lógica del programa de semáforo inteligente se procederá a su

realización en Matlab; cabe destacar que ya con la lógica obtenida este programa puede ser implementado en cualquier software de programación que soporte Procesamiento de imágenes.

Una vez realizado la Función que es capaz de contar el número de objetos de una imagen, esta función recibe como parámetro de entrada una imagen RGB la cual será obtenida por la cámara digital y retorna un número entero que representa el número aproximados de vehículos. Cabe destacar que como todos los vehículos no son del mismo tamaño y/o color este número obtenido hace referencia a una proporción de vehículos, es decir, el volumen que todos los vehículos están ocupando en la arteria vial. Dicha función se encuentra en el anexo D

El código mostrado en el Anexo E corresponde al código del semáforo inteligente donde las variables R, A y V hacen referencia a los leds rojo, amarillo y verde respectivamente de cada semáforo se utilizó referencia activa alta, es decir, un 1 significa energizado y un 0 desenergizado. Dicho código es tomando en cuenta 4 cámaras una para cada semáforo; como no se cuentan con las cámaras actualmente para realizar la prueba en tiempo real, se procederá a realizar una prueba estática con 2 imágenes adquiridas de dos arterias viales para visualizar la toma de decisión en dicho caso planteado.



**Figura 20.** Imagen 1 que será utilizada para prueba en Matlab  
**Fuente:** Virguez (2019)



**Figura 21.** Imagen 2 que será utilizada para prueba en Matlab  
**Fuente:** Virguez (2019)

Las figuras 23 y 24 ambas fueron tomadas el día sábado 21 de septiembre del presente año a las 14:00 horas con una cámara del dispositivo móvil “Samsung Galaxy A30” en la figura 23 se encontraban aproximadamente 19 vehículos mientras que en la figura 24 se encontraban 26 vehículos.

```
Imagen1_RGB=imread('Imagen 1.jpg');
Imagen1_bin1=im2bw(Imagen1_RGB,0.5);
Imagen1_bin2=not(Imagen1_bin1);
SE=strel('square',20);
Imagen1_erode=imerode(Imagen1_bin2,SE);
Imagen1_dilate=imdilate(Imagen1_erode,SE);
Imagen1_label=bwlabel(Imagen1_dilate,8);
n1=max(max(Imagen1_label));
Imagen2_RGB=imread('Imagen 2.jpg');
Imagen2_bin1=im2bw(Imagen2_RGB,0.5);
Imagen2_bin2=not(Imagen2_bin1);
SE=strel('square',20);
Imagen2_erode=imerode(Imagen2_bin2,SE);
Imagen2_dilate=imdilate(Imagen2_erode,SE);
Imagen2_label=bwlabel(Imagen2_dilate,8);
n2=max(max(Imagen2_label));
imshow(Imagen1_dilate);
imshow(Imagen2_dilate);
if (n1>n2)
disp('En la imagen 1 hay más trafico vehicular');
else
disp('En la imagen 2 hay más trafico vehicular');
end
```

**Figura 22.** Código en Matlab para comparar figuras 23 y 24  
**Fuente:** Virguez (2019)



**Figura 23.** Imagen 1 luego de ser tratada  
**Fuente:** Virguez (2019)



**Figura 24.** Imagen 2 luego de ser tratada  
**Fuente:** Virguez (2019)

```
En la imagen 2 hay más trafico vehicular  
fx >>
```

**Figura 25.** Resultados obtenidos en Matlab tras ejecutar el código de la figura 22  
**Fuente:** Virguez (2019)

Una vez verificado el funcionamiento del programa se procedió a realizar una simulación más real con 4 imágenes estáticas para ello se procedió a realizar una interfaz gráfica en Matlab la cual puede visualizarse en el Anexo F, la cual consiste en cargar imágenes de pruebas como puede observarse en el Anexo G, finalmente al pulsar el botón iniciar este procesa las imágenes y se refleja el funcionamiento del semáforo tal y como puede observarse en el Anexo H. El numero que refleja dicha interfaz corresponde a la densidad de tráfico calculada por el diseño del semáforo inteligente.

Se logro verificar el funcionamiento de la lógica de comparación del semáforo inteligente pudiendo así tomar una decisión de donde se encuentra el mayor tráfico vehicular puesto que todos los vehículos no son exactamente iguales no se obtendrá un número de vehículos sino el volumen que ocupa el vehículo, sin embargo esta técnica puede ser usada para la toma de decisiones, y siempre y cuando la diferencia de tráfico en las arterias viales sean mayores más exacta será la decisión; una vez verificado el diseño del semáforo inteligente se procederá a la fase IV para evaluar la factibilidad del diseño obtenido.

#### 4.4 Fase IV: Estudio de factibilidad técnica operativa, económica, y ambiental.

El estudio de factibilidad es un análisis comprensivo que sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, desarrollo o implementación. Entre los distintos estudios de factibilidad nos enfocaremos en la factibilidad técnica operativa, económica y ambiental.

##### 4.4.1 Factibilidad técnica operativa

Se refiere a presentar un estudio con los requisitos óptimos que el proyecto requiera, estos elementos deberán ser los necesarios para que las actividades y resultados del proyecto sean obtenidos con la máxima eficacia.

- Considera la disposición del personal capacitado y con los conocimientos y habilidades en el manejo de procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo del proyecto.
- Además, indica si se dispone del equipo y herramientas para llevarlo a cabo.

Entre la factibilidad técnica se cuenta con la tecnología necesaria para ser implementado dicho diseño, así mismo para el funcionamiento óptimo dependerá del tipo de cámara a utilizar y esto dependerá de la factibilidad económica del desarrollo del proyecto.

A continuación, se mostrará una tabla con las especificaciones técnicas (ver tabla N°3).

**Tabla 3.** Costos de personal técnico-operacional.

Descripción	Costos en \$ USD
Ingeniero de Telecomunicaciones.	250
Obreros	150
Alquiler de Andamios	100
Total de costos	500

Fuente: Virguez (2019)

**Tabla 4.** Costos de materiales para la implementación del semáforo inteligente.

Concepto	Costos en \$ USD
Cables	70
Unidad de Procesamiento	1000
Relés	100
Total de costos	1170

Fuente: Virquez (2019)

#### 4.4.2 Factibilidad económica

La factibilidad económica considera la disposición de recursos económicos como el capital en efectivo o de créditos de financiamiento necesario para invertir en el desarrollo del proyecto, de los modos de recuperación y beneficio para que estos sean superiores a los costos de obra.

Para la realización de este estudio es necesario conocer los equipos a implementar, así como la cantidad a implementar para realizar un estudio de ingeniería económica, sin embargo, este proyecto se ha verificado con una simple cámara de un dispositivo móvil, utilizando cámaras más sofisticadas se obtendrán mejores resultados a un costo moderado.

Cabe destacar, que la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno ya cuenta con sistema de cámara, por lo cual no es necesario adquirir una nueva. Sin embargo, se debe adaptar al nuevo uso que se le dará y estos costos se verán reflejados en los costos operacionales del primer año. En la siguiente Tabla se especificará los costos de implementación del semáforo inteligente (ver tabla N°5).

**Tabla 5.** Costos de implementación del semáforo inteligente.

Descripción	Costos en \$ USD
Costos operacionales 1er año	300
Capital de trabajo	500
Unidad de procesamiento	3000
Total de Inversión inicial	3800

Fuente: Virquez (2019)

El proyecto es una inversión el cual no generara ingresos económicos, pero si disminuirá el tráfico vehicular y ayudara a disminuir accidentes automovilísticos; ampliando el diseño para futuros innovadores este podría generar un ingreso debido a multas las cuales pueden ser cobradas en tiempo real desde la cuenta bancaria del dueño del vehículo infractor.

#### **4.4.3 Factibilidad ambiental**

Es importante considerar procedimientos que eviten el mal uso de los recursos, que permita mantener un equilibrio entre los ecosistemas y su contexto. De este modo llevar a cabo estudios de impactos ecológicos en la zona, de impacto urbano y de impacto social.

La factibilidad ambiental se justifica puesto que dicho diseño no genera un impacto ecológico desfavorable muy por el contrario una vez sincronizada los distintos semáforos de la avenida esta ayudara a la disminución de CO2 por parte de los vehículos puesto que disminuirá la cantidad de veces que los vehículos se detienen y arrancan mientras transitan por las vías que cuenten con semáforos inteligentes. Por otro lado, se tiene una reducción del impacto social- ambiental debido a que disminuirá los accidentes de tránsito, ya que existirá mejor control del mismo; de esta manera, contribuye a la disminución del impacto que esto genera al medio ambiente, así como también preservar la vida.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo de grado se ha realizado el diseño de un semáforo inteligente a través del software Matlab. El semáforo inteligente funciona a través de cámaras inteligentes que capturan la imagen de cada arteria vial para posteriormente realizar la comparación y toma de decisión.

De la investigación y el trabajo desarrollado se desprenden una serie de conclusiones:

- El diseño desarrollado no es capaz de detectar exactamente la cantidad de vehículos en la arteria vial, pero si es capaz de saber cuál arteria vial tiene mayor densidad de tráfico.
- El semáforo inteligente al funcionar con cámaras tiende a ser menos exacto en caso de tormentas puesto la imagen saldrá distorsionada.
- En caso de que una arteria vial tenga mayor cantidad de vehículos por un tiempo prolongado solo se le dará prioridad durante 3 ocasiones seguidas a la cuarta ocasión este tomará la segunda arteria vial con mayor cantidad de vehículos.

Finalmente refiriéndose a los costos de implementación para el siguiente diseño es de un costo moderado ya que necesita una cámara que sea capaz de captar la mayor parte de la arteria vial, sin embargo, el diseño propuesto es accesible y disminuye el tráfico vehicular, así como la emisión de CO<sub>2</sub> al medio ambiente.

## **RECOMENDACIONES**

El semáforo inteligente es un semáforo capaz de tomar la mejor decisión para darle paso a la arteria vial que más tráfico vehicular contenga. Para aprovechar al máximo la tecnología proporcionada por la cámara a instalar, se tienen las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar una red de semáforos inteligentes la cual sea capaz de comunicar todos los semáforos que siguen por cada avenida para así obtener mayor sincronización de todos los semáforos de la avenida.
- Añadir al diseño un sistema de respaldo de energía el cual sea capaz de funcionar por cierto tiempo en caso de interrupción del sistema eléctrico nacional, y en caso de que el sistema de respaldo se descargue este sea capaz de notificar a centrales de tráfico más cercana para que un fiscal de tránsito controle el tráfico.
- Incorporar un sistema capaz de detectar exceso de velocidad para crear un sistema de multas de manera automática.
- Expandir el diseño para ciudades mucho más grande, incorporando detector de placas vehiculares para sí mantener un control de cada vehículo que transite la vía y en caso de que dicho vehículo no contenga placa o esta este solicitada sea capaz de notificar a las autoridades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). **Proyecto de investigación "Introducción a la metodología científica"**. Episteme, 5° edición.
- Augaren, S. (1983). **The most widely used computer on a Chip: The EMS 1000**. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>: ISBN 0-89919-195-9.
- Bartlett, J. (2004). **Programming the Ground Up. Bartlett Publishing**. Obtenido de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje\\_ensamblador](https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_ensamblador): ISBN 0-9752838-4-7
- Downie, A. (21 de abril de 2008). **The World is Worst Traffic Jams**. Obtenido de: Times Magazine: [https://es.wikipedia.org/wiki/Congesti%C3%B3n\\_vehicular](https://es.wikipedia.org/wiki/Congesti%C3%B3n_vehicular)
- Dunéz, (s.f) (19 de Septiembre de 2004). **El Peaje Sombra Germá Bel**. Obtenido de: <http://www.ub.edu/graap/PEAJESOMBRA%5b1%5d.gbel.pdf>
- Floyd, T. (s.f.). **Electronics Fundamentals: Circuits, devices and applications**. Obtenido de: ISBN 978-1-292-23880-7. OCLC 1016966297.
- Fonseca. (s.f.). **Analisis y diseño de un prototipo de sistema domótico de bajo costo**. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/430/43025100010.pdf>
- Hurtado, J. (2010). **El proyecto de investigación**. Caracas: Quirón.
- Lozano, M. y. (2000). **Ingeniería del Software y base de datos**. España: Cuenca.
- Mayor, C. y. (1978). **Transporte urbano**. Conferencia en curso de ingeniería de Transporte. México: AMII.
- Mijares, H. y. (2007). **Normas para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado**. Carabobo : UJAP.
- Nubes, J. (s.f.). Obtenido de: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/modelo.php>
- Palella, S. y. (2010). **Metodología de la investigación Cuantitativa**. Caracas: Fedupel.
- Peréz, A. (s.f) (2 de marzo de 1990). **Real Decreto Legislativo**. Obtenido de por el que se aprueba el texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.: [https://es.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%A1nsito\\_vehicular](https://es.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%A1nsito_vehicular)

Rodriguez, A. (abril de 2014). **Semaforo Inteligente**. Obtenido de:  
[https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion\\_senalizacion/cap7\\_semaforos.pdf](https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap7_semaforos.pdf): <https://alexisrock08.wordpress.com/>

Sabino, C. (1996). **Introducción a la metodología de la investigación**. Caracas: Panapo.

## **ANEXOS**

**ANEXO A.** Encuesta realizada para realización de Diagrama de Pareto



## **Instrumento para las personas que transitan por la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego Estado Carabobo**

Esta encuesta es dirigida a las personas que transitan por la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego Estado Carabobo, con el fin de recolectar información necesaria que sirva de apoyo para la realización del Trabajo Especial de Grado denominado “DISEÑO DE UN SEMÁFORO INTELIGENTE PARA EL CONTROL DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA LA CALLE 162 CON LA AVENIDA DON JULIO CENTENO SAN DIEGO ESTADO CARABOBO.”

Las preguntas que se muestran a continuación fueron elaboradas de tipo dicotómicas cerrada, donde los encuestados solo tendrán dos opciones para responder (SI o NO), teniendo en cuenta que los resultados obtenidos serán considerados estrictamente confidencial.

### **Objetivo**

Determinar la principal causa del tráfico vehicular que existe en la calle 162 con la avenida Don Julio Centeno San Diego Estado Carabobo, con lo referente a las condiciones de los semáforos.

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semáforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		
2	¿Usted cree que los semáforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el tráfico vehicular?		
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semáforos son una potencial causa del tráfico vehicular?		
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		

**ANEXO B. Resultados de la encuesta realizada**

TEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnologia de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		✓
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	✓	
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		✓
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	✓	
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semáforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		X
2	¿Usted cree que los semáforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	X	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el tráfico vehicular?	X	
4	¿Las fallas en el sistema de los semáforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semáforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		X
2	¿Usted cree que los semáforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el tráfico vehicular?	X	
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semáforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	X	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	X	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	✓	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✗	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✗	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✗
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✗
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✗

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	X	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	X	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	X	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	X	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	✓	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	✓	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✗	✗
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✗	✗
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✗
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	✗	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✗	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		X
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	X	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	X	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	✓	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		X
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	X	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	X	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	✓	
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✗	✓
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✗	✓
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✗
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✗
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✗	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		X
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	X	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	X	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✗	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✗	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✗
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✗
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✗	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		X
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	X	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	X	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	✓	

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✗	✓
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✗	✓
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✗
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✗
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✗

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?		X
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	X	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✗	✗
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✗	✗
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✗
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✗
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✗

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✓	
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✗	✗
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	✗	
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✗
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✗
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✗

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		✓
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	X
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		✓
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	X	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		X
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		X
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		X
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		X

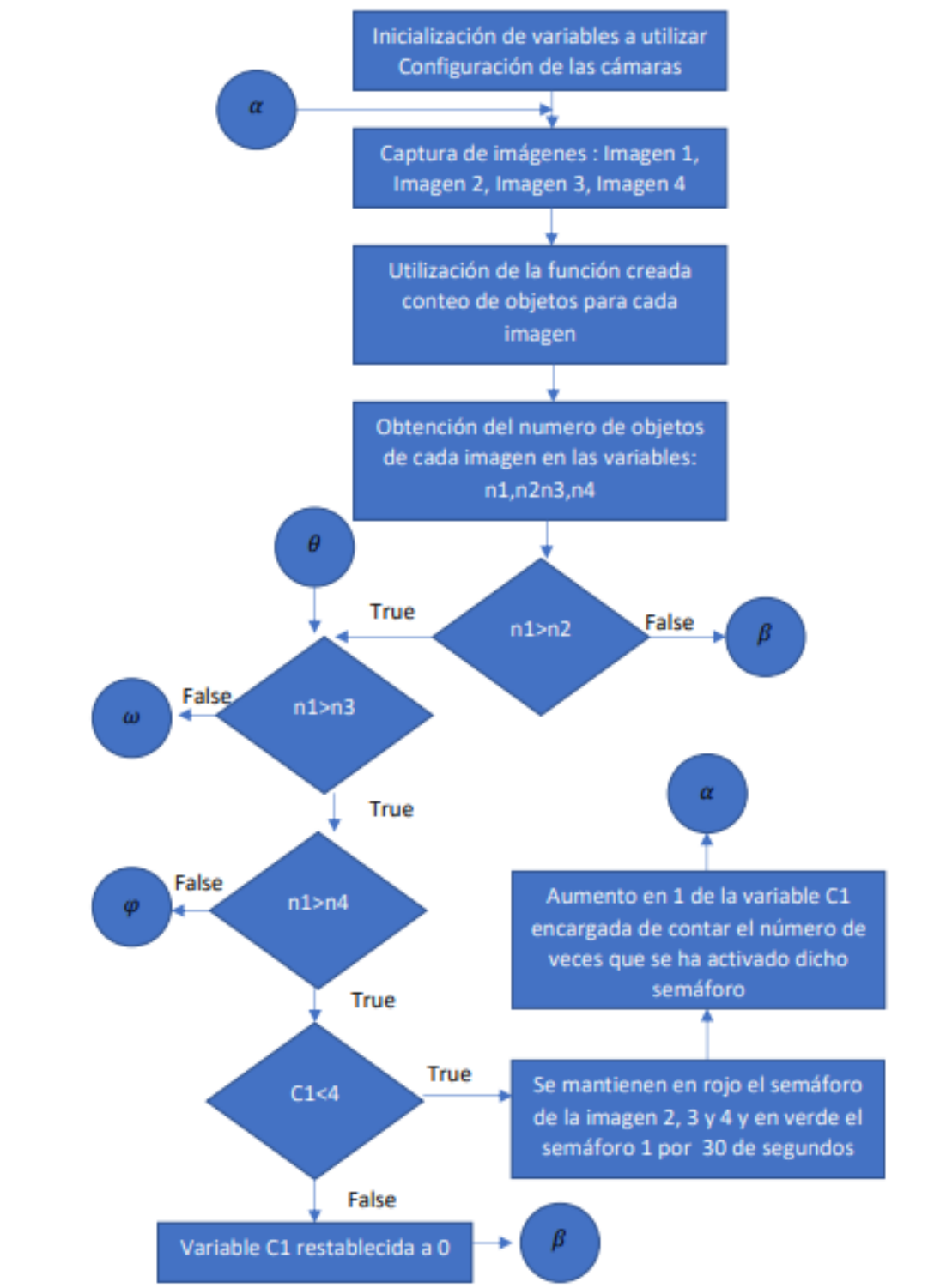
ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

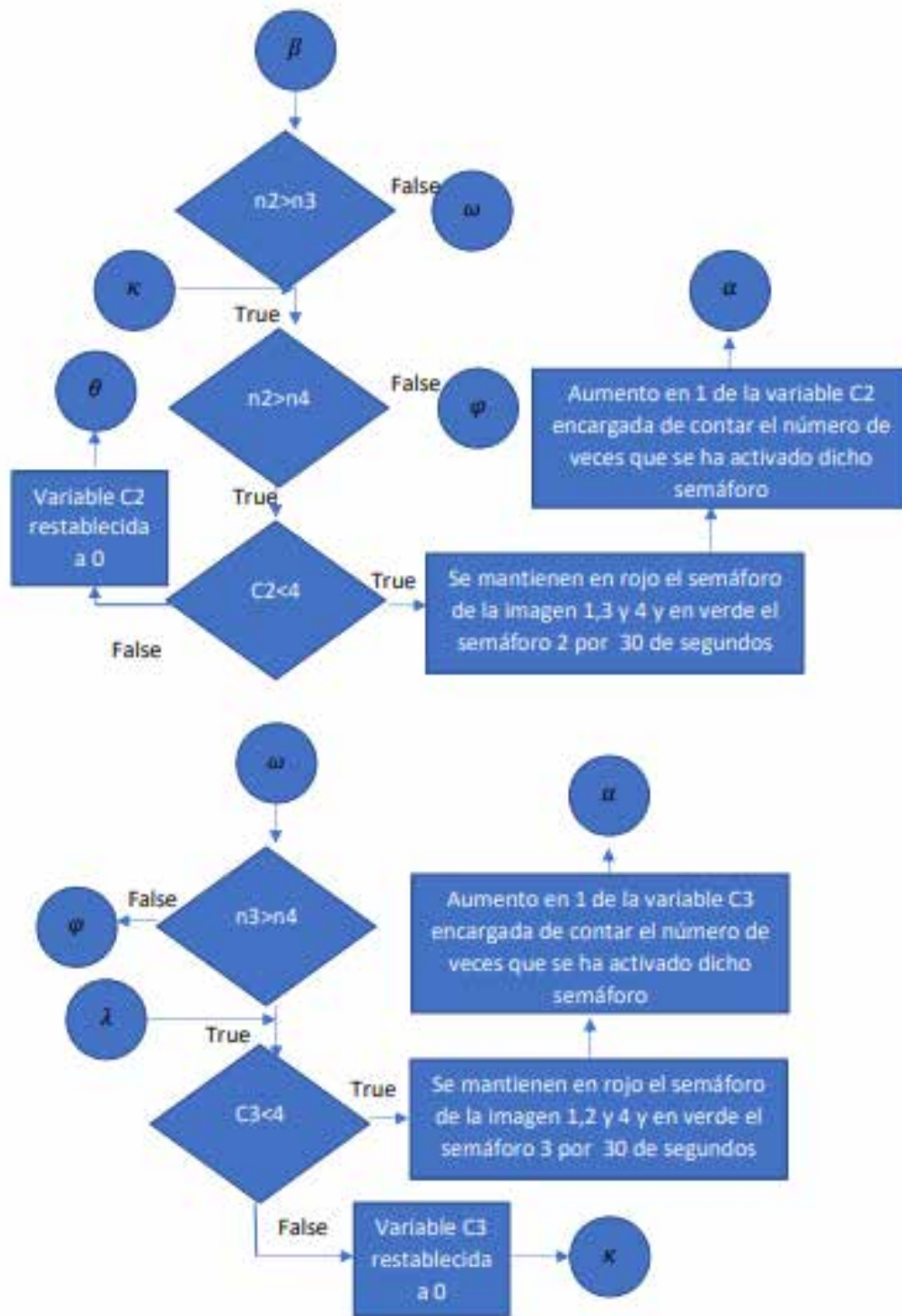
ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		✓
3	¿Los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

ITEM	ENCUESTA	SI	NO
1	¿Cree usted que los componentes de poca tecnología de los semaforos aumentan el fallo de los mismos ocasionando el tráfico vehicular?	✓	
2	¿Usted cree que los semaforos requieren innovación para reducir el tráfico vehicular?		✓
3	¿Piensa usted que los semáforos requieren mantenimiento para mejorar su funcionamiento y disminuir el trafico vehicular?		✓
4	¿Cree usted que las fallas en el sistema de los semaforos son una potencial causa del tráfico vehicular ?		✓
5	¿Piensa usted que la ausencia de sincronización de los semáforos aumenta el tráfico vehicular?		✓

**ANEXO C. Diagrama de flujo del funcionamiento del semáforo inteligente**







**ANEXO D.** Código en Matlab de la función que cuenta el número de objetos

---

```
function n = h(Imagen)
    %"h" es el nombre de la función que cuenta el número de objetos
    n=0;
    Imagen_bin=im2bw(Imagen,0.5);
    Imagen_bin2=not(Imagen_bin);
    SE=strel('square',20);
    Imagen_erode=imerode(Imagen_bin2,SE);
    Imagen_dilate=imdilate(Imagen_erode,SE);
    Imagen_label=bwlabel(Imagen_dilate,8);
    n=max(max(Imagen_label));
end
```

---

**ANEXO E.** Código en Matlab del semáforo inteligente

```

k=1
c1=0,c2=0,c3=0,c4=0;
R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=1,A4=0,V4=0;
while (k==1)
cam1=imaqhwinfo('winvideo',1);
video1=videoinput('winvideo',1);
Imagen1_RGB=getsnapshot(video1);
cam2=imaqhwinfo('winvideo',2);
video2=videoinput('winvideo',2);
Imagen2_RGB=getsnapshot(video2);
cam3=imaqhwinfo('winvideo',3);
video3=videoinput('winvideo',3);
Imagen3_RGB=getsnapshot(video3);
cam4=imaqhwinfo('winvideo',4);
video4=videoinput('winvideo',4);
Imagen4_RGB=getsnapshot(video4);
n1=h(Imagen1_RGB);
n2=h(Imagen2_RGB);
n3=h(Imagen3_RGB);
n4=h(Imagen4_RGB);
if (n1>n2)
    if (n1>n3)
        if (n1>n4)
if (c1<4)
R1=0,A1=0,V1=1,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=1,A4=0,V4=0;;
pause (30);
V1=0,A1=1;
c1=c1+1;
pause (5);
else
    c1=0;
    if (n2>n3)
    if (n2>n4)
    if (c2<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=0,A2=0,V2=1;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=1,A4=0,V4=0;;
pause (30);
V2=0,A2=1;
c2=c2+1;
pause (5);
else

```

```

    c2=0;
    if (n3>n4)
        if (c3<4)
            R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
            R3=0,A3=0,V3=1,R4=1,A4=0,V4=0;;
            pause (30);
            V3=0,A3=1;
            c3=c3+1;
            pause (5);
        else
            if (c4<4)
                R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
                R3=1,A3=0,V3=0,R4=0,A4=0,V4=1;;
                pause (30);
                V4=0,A4=1;
                c4=c4+1;
                pause (5);
            else
                c4=0;
            end
        end
    else
        if (c4<4)
            R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
            R3=1,A3=0,V3=0,R4=0,A4=0,V4=1;;
            pause (30);
            V4=0,A4=1;
            c4=c4+1;
            pause (5);
        else
            c4=0;
        end
    end
end
end
end
    end
    else
        if (n3>n4)
            if (c3<4)
                R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
                R3=0,A3=0,V3=1,R4=1,A4=0,V4=0;;
                pause (30);
                V3=0,A3=1;
                c3=c3+1;

```

```

pause (5);
    else
        if (c4<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=0,A4=0,V4=1;;
pause (30);
V4=0,A4=1;
c4=c4+1;
pause (5);
        else
c4=0;
end
end
end
end
end
        end
    else
        if (n3>n4)
            if (c3<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=0,A3=0,V3=1,R4=1,A4=0,V4=0;;
pause (30);
V3=0,A3=1;
c3=c3+1;
pause (5);
            else
                if (c4<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=0,A4=0,V4=1;;
pause (30);
V4=0,A4=1;
c4=c4+1;
pause (5);
                else
c4=0;
end
                end
            else
                if (c4<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=0,A4=0,V4=1;;
pause (30);

```

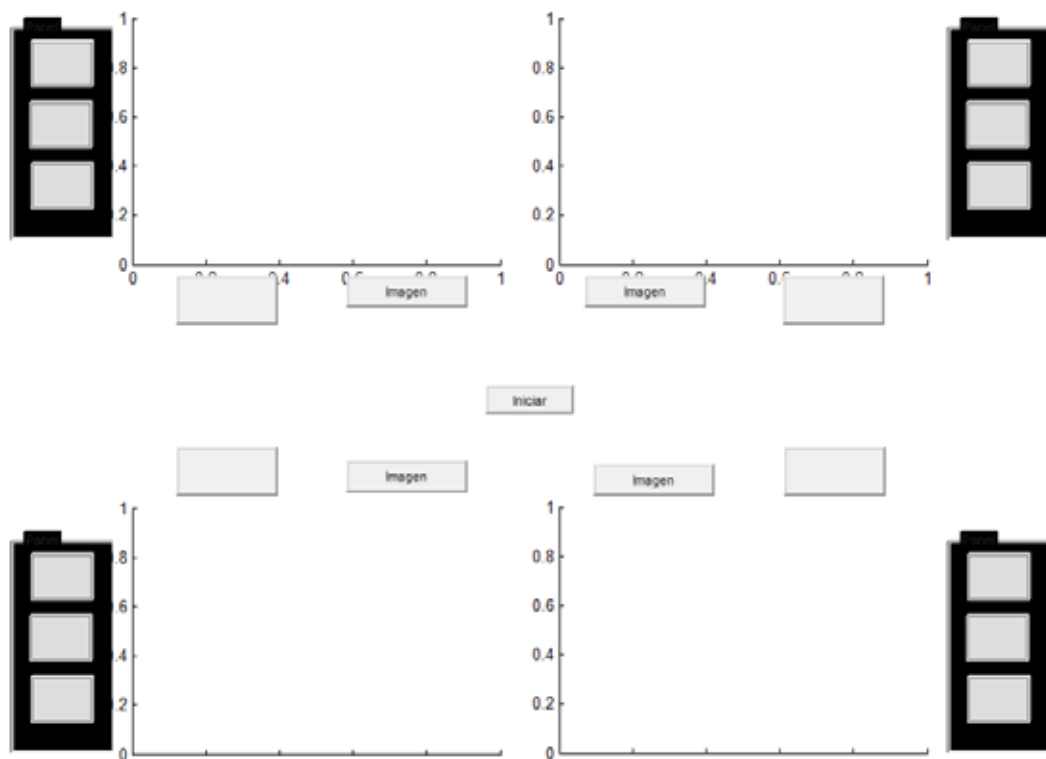
```

V4=0,A4=1;
c4=c4+1;
pause (5);
    else
c4=0;
end
end
    end
else
    if (n2>n3)
        if (n2>n4)
            if (c2<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=0,A2=0,V2=1;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=1,A4=0,V4=0;;
pause (30);
V2=0,A2=1;
c2=c2+1;
pause (5);
                else
                    c2=0;
                    if (n3>n4)
                        if (c3<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=0,A3=0,V3=1,R4=1,A4=0,V4=0;;
pause (30);
V3=0,A3=1;
c3=c3+1;
pause (5);
                                else
                                    if (c4<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=0,A4=0,V4=1;;
pause (30);
V4=0,A4=1;
c4=c4+1;
pause (5);
                                                else
c4=0;
end
end
end
end
end
                    end
                else
                    c4=0;
                    end
                    end
                    end
                end
            end
        end
    end

```

```
    if (c4<4)
R1=1,A1=0,V1=0,R2=1,A2=0,V2=0;
R3=1,A3=0,V3=0,R4=0,A4=0,V4=1;;
pause (30);
V4=0,A4=1;
c4=c4+1;
pause (5);
    else
c4=0;
end
end
end
end
end
```

**ANEXO F. Interfaz gráfica de usuario del semáforo inteligente antes de iniciarse**



**ANEXO G.** Interfaz gráfica de usuario del semáforo inteligente luego de cargar imágenes de pruebas

Imagen

Imagen

Iniciar

Imagen

Imagen

**ANEXO H.** Interfaz gráfica de usuario del semáforo inteligente funcionando con imágenes estáticas

