

ALTERNATIVA DE MEJORAMIENTO DE LA OPERACIÓN SEMAFÓRICA EN
LOS CORREDORES VIALES DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LA
CARRERA 9 Y CARRERA 27 Y AVENIDA QUEBRADASECA Y CALLE 56 DE
LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

ADRIANA ESTHER JAIMES MEJIA
CESAR ALEXANDER ROA PIRATEQUE



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2013

ALTERNATIVA DE MEJORAMIENTO DE LA OPERACIÓN SEMAFÓRICA EN
LOS CORREDORES VIALES DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LAS
CARRERA 9 Y CARRERA 27 Y AVENIDA QUEBRADASECA Y CALLE 56 DE
LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

CESAR ALEXANDER ROA PIRATEQUE
ADRIANA ESTHER JAIMES MEJIA

Trabajo de grado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Director
HERNÁN PORRAS DÍAZ
Ingeniero Civil M.Sc., Ph.D.

Codirector:
YERLY FABIAN MARTÍNEZ ESTUPIÑAN
Ingeniero Civil M.Sc

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todas las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida, por darme la fortaleza para lograr cada meta propuesta.

A mis padres, Gerardo Jaimes Rey y Nubia Esther Mejia Martínez, por ser el motor de mi vida, por la hermosa familia que construyeron juntos. A quienes no me alcanzará la vida para agradecer todo lo que han hecho por mí, por su palabras de amor y apoyo cada día, por todas las enseñanzas a lo largo de mi vida, por creer en mí más que yo misma y por todo el esfuerzo que hicieron para que culminara mi carrera profesional.

A mis Hermanos Gerardo, Juan Carlos y Daniel, quienes junto a mis padres, han sido un apoyo incondicional, por todos los bellos momentos que hemos pasado como familia, por todos sus consejos y por ser parte importante en mi formación.

A ti Rubén, por llegar a mi vida a mostrarme un mundo mágico de aventuras, amor y felicidad infinita, por tu apoyo incondicional a lo largo de este proyecto.

A todos los amigos que conocí en esta etapa, por todos los momentos compartidos en mi vida universitaria, quienes me vieron reír y llorar, por todas las traspasadas en nuestros grupos de estudio.

A los funcionarios de la oficina de semáforos de la Dirección de Tránsito y Transporte de Bucaramanga, en especial al señor Hermes, por toda la información suministrada y el tiempo dedicado para la realización de este proyecto.

Finalmente un Agradecimiento especial a nuestro director, el ingeniero Hernán Porras Díaz, por darnos la oportunidad de trabajar en este proyecto, a nuestro Co-director, el ingeniero Yerly Fabián Martínez Estupiñan por cada minuto que nos dedicó, por su paciencia, su constante motivación y acompañamiento y por todos los conocimientos transmitidos en el desarrollo del presente proyecto.

ADRIANA ESTHER JAIMES MEJIA

A DIOS.

Por estar conmigo en cada momento de mi vida, por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante toda la carrera universitaria.

A mi madre María Elvinia Pirateque Moreno.

Por todo el esfuerzo que hizo para que pudiese realizar mi carrera universitaria, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Jairo Vicente Roa Vargas.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizaron, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor, aunque hoy no este de cuerpo presente este logro se lo dedico principalmente a mi padre por haber hecho de mí la persona que soy hoy en día.

A mis Hermanos.

Jhein Carolina Roa Pirateque y a Roberto José Roa Pirateque por estar conmigo y apoyarme siempre.

A mis Profesores.

Yerly Fabián Martínez Estupiñan por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestro proyecto de grado además de ser un amigo incondicional; a los ingenieros Jorge Enrique Meneses Flórez, Hernán Porras Díaz, Eduardo Alberto Castañeda Pinzón, Luis Antonio Rueda, por considerar que fueron los mejores profesores que tuve durante la carrera y de los que más aprendí, además de todos los profesores que de una u otra manera influyeron durante mi formación universitaria.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Paola Torres, Nadir Pedraza, Adriana Jaimes, Daniel Jaimes, Catalina Calderón, Laura Martínez, Tommy Sanabria, Miguel Castillo, Samir Barbosa, Felipe Roa, Hamel Guerra, Ricardo Cruz, Mauricio Arias, Yesenia Nuñez, Camila Ortiz, Viviana Cuta, Fernanda Rengifo, Sergio Pardo, Julieth Quintero, María Montero, Sergio Rincón, Alix Pérez, Eliana Quintero, Anderson Villamil, Mario Betancurt, Sergio Franco, Andrés Prada, Laura Londoño, Andrés Ulloa, Derly Gómez, Adriana Gómez, Felipe Gómez, Oscar Mejía, Camilo Barajas, Fabián Quesada.

¡Gracias a todos!

CESAR ALEXANDER ROA PIRATEQUE

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	15
1. CONTROL SEMAFÓRICO DEL TRÁFICO	16
2. MODELO BINARIO DE DESCARGA	16
3. MÉTODO GEOMÉTRICO DE COORDINACIÓN DE INTERSECCIONES REGULADAS POR SEMÁFOROS.....	17
4. PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS.....	18
5. ETAPAS EN LA PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS.	18
6. TIEMPOS SEMAFÓRICOS Y VELOCIDADES EN LA ZONA DE ESTUDIO	19
7. AFOROS VEHICULARES Y VELOCIDADES EN LA ZONA DE ESTUDIO	20
8. OLA VERDE	20
9. PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL MODELO DE LA OPERACIÓN SEMAFÓRICA ACTUAL	21
10. EJEMPLO DE APLICACIÓN: INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS EN LA CARRERA NOVENA.....	21
11. ANÁLISIS COMPARATIVO.....	24
12. ALTERNATIVA SELECCIONADA	25
13. CONCLUSIONES.....	25
14. RECOMENDACIONES	26
15. AGRADECIMIENTOS.....	26
16. NOTACIÓN Y DEFINICIONES.....	26
17. REFERENCIAS	27
BIBLIOGRAFÍA.....	28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de vehículos equivalentes de acuerdo a los conteos Vehiculares para la carrera Novena	22
Tabla 2. Capacidad (Q) de la intersección	22
Tabla 3. Cálculo de entreverdes	22
Tabla 4. Cálculo de tiempos de ciclo.....	22
Tabla 5. Calculo de longitudes de cola	22
Tabla 6. Distancias del corredor vial	23
Tabla 7. Tiempo de ciclo de la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 34	23
Tabla 8. Tiempo de ciclo de la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 35.....	23
Tabla 9. Tiempo de ciclo de la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 37.....	23
Tabla 10. Tiempo de ciclo de la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 45.	23
Tabla 11. Comparación de resultados de los tres diferentes modelos para la carrera novena	23
Tabla 12. Matriz multicriterio Modelo Base	24
Tabla 13. Matriz multicriterio Modelo 1	24
Tabla 14. Matriz multicriterio Modelo 2	24
Tabla 15. Matriz multicriterio Modelo 3	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Modelo Binario de descarga	16
Figura 2. Diagrama espacio-tiempo aplicado a la coordinación de intersecciones.....	18
Figura 3. Intersección semafórica de la carrera 9 con calle 34.....	19
Figura 4. Intersecciones semafóricas en la red vial de Bucaramanga.....	20

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Tiempos de ciclo y de verde iniciales en las intersecciones semaforizadas de la zona de estudio	29
Anexo 2. Fórmulas para la programación de semáforos por el modelo binario de descarga.....	37
Anexo 3. Programación de semáforos por intersecciones para cada corredor	42
Anexo 4. Cálculo del desfase de semáforos utilizando el método geométrico	50
Anexo 5. Tiempos y ciclos de verde para la ciudad de Bucaramanga para tres diferentes modelos	67

RESÚMEN

TÍTULO: PROPUESTA DE UNA ALTERNATIVA DE MEJORAMIENTO DE LA OPERACIÓN SEMAFÓRICA EN LOS CORREDORES VIALES DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LA CARRERA 9 Y CARRERA 27 Y AVENIDA QUEBRADASECA Y CALLE 56 DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA¹

AUTORES: JAIMES MEJIA, Adriana Esther
ROA PIRATEQUE, Cesar Alexander²

PALABRAS CLAVE: Movilidad, semáforos, intersecciones semafóricas, control semafórico, microsimulación.

DESCRIPCIÓN:

El desarrollo Urbano de las ciudades trae consigo un aumento en la población y esto a su vez un aumento en los volúmenes de tránsito, lo que se ve reflejado en un aumento en los tiempos de viaje, en el gasto de combustible, en contaminación ambiental, entre otros, con lo que se disminuye la calidad de vida de las personas.

Actualmente la ciudad de Bucaramanga cuenta con bajos niveles de servicio en algunos de sus principales corredores viales, dado que dicha infraestructura de la ciudad ya está definida, no hay espacio por donde construir nuevas vías o plantear ampliaciones. Por lo tanto, la búsqueda de una solución al problema de congestión vehicular debe enfocarse en medidas de gestión como son los sistemas de control de tráfico.

Para el presente proyecto se realizó una recopilación de la información acerca del diferentes modelos de operación semafórica en el mundo, con el fin de plantear una alternativa de solución para el mejoramiento de la operación semafórica en algunos sectores de la ciudad de Bucaramanga analizando diferentes modelos de operación semafórica que han presentado soluciones óptimas al problema de congestión en diferentes partes del país y del mundo y mediante la microsimulación determinar el grado de impacto de cada modelo con relación al escenario actual, con el fin de escoger el que más se ajuste a nuestra zona de estudio

¹ Trabajo de grado.

² Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Hernán Porras Díaz. Codirector: Yerly Fabian Martínez Estupiñán.

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL FOR IMPROVING THE OPERATION OF TRAFFIC LIGHTS IN THE CORRIDORS OF THE AREA BETWEEN CARRERA 9 - CARRERA 27 AND AVENIDA QUEBRADASECA - CALLE 56 AT BUCARAMANGA ³

AUTHORS: JAIMES MEJIA, Adriana Esther
ROA PIRATEQUE, Cesar Alexander⁴

KEYWORDS: Mobility, Signals, Intersections traffic light, traffic light control,

DESCRIPCIÓN:

Urban development brings urban population increases and this in turn an increase in traffic, which is reflected in an increase in travel time, fuel spending, and environmental contamination, among others, which decreases the quality of life of people.

Currently the city of Bucaramanga has low levels of service in some of its main roadway, since that city infrastructure is already defined, there is no space where to build new roads or extensions raise. Therefore, finding a solution to the congestion problem should focus on management measures such as traffic control systems.

For this Project, was conducted a collection of information about the different models of operation of traffic lights in the world, in order to propose an alternative solution for improving the operation of traffic lights in some parts of the city of Bucaramanga analyzing different models which submitted optimal solutions to the problem of congestion in different parts of the country and the world and through the micro simulation determine the degree of impact of each model relative to the current scenario in order to pick the one that best suits our study area.

³ Work Degree.

⁴ Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Civil Engineering School. Director: Hernán Porras Diaz.
Tutor: Yerly Fabian Martinez Estupiñan.

ALTERNATIVA DE MEJORAMIENTO DE LA OPERACIÓN SEMAFÓRICA EN LOS CORREDORES VIALES DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LA CARRERA 9 Y LA CARRERA 27 Y LA AVENIDA QUEBRADASECA Y LA CALLE 56 DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

ADRIANA ESTHER JAIMES MEJÍA

Escuela de Ingeniería Civil
Universidad Industrial de Santander
adriana_jaimes_72@hotmail.com

CESAR ALEXANDER ROA PIRATEQUE

Escuela de Ingeniería Civil
Universidad Industrial de Santander
cesarroa_21@hotmail.com

RESUMEN

Para el presente artículo, se realizó una recopilación de la información acerca de diferentes modelos de operación semafórica, con el fin de plantear una alternativa de solución para el mejoramiento en algunos sectores de la ciudad de Bucaramanga, analizando diferentes modelos de operación semafórica que han presentado soluciones óptimas al problema de congestión en diferentes partes del país y del mundo, y mediante la micro simulación, determinar el grado de impacto de cada modelo en relación con el escenario actual, con el fin de escoger el que más se ajuste a nuestra zona de estudio.

PALABRAS CLAVE: Control semafórico, intersecciones semafóricas, movilidad, semáforos.

ABSTRACT

In order to improve the traffic operation in the most congested urban street at Bucaramanga, a review about the most successful traffic signals operation and coordination improvement models available in the literature was made first, and then was made an evaluation of their influence onto the study case through the use of micro simulation software, to finally, choose and apply the best one according to its performance in the improvement of the study case's traffic operation.

KEYWORDS: Mobility, signals, intersections traffic light, traffic light control.

INTRODUCCIÓN

Al iniciar el desarrollo del presente proyecto se ha realizado una búsqueda de los diferentes modelos de operación semafórica utilizados en la actualidad, identificando los beneficios y perjuicios que ha traído su implementación y su posible aplicación para las condiciones operacionales de la ciudad de Bucaramanga. Para conocer la situación actual de la ciudad se solicitó información en la Dirección de Tránsito de Bucaramanga acerca de los tiempos y ciclos semafóricos de las intersecciones en la zona de estudio, además el grupo de investigación

GEOMATICA de la Universidad Industrial de Santander suministró información histórica acerca de aforos vehiculares y velocidades que ellos tienen en sus bases de datos, luego realizamos tomas de velocidades en campo, mediante el uso de la metodología del vehículo flotante.

Posterior a eso, se realizó el montaje de la malla de microsimulación en el software Transmodeler con los atributos de tipo de vía, anchos y números de carriles, tiempos semafóricos, restricciones de movimiento y finalmente se realizó la calibración del modelo.

Como resultado de la ejecución del proyecto, se propone una alternativa de solución para el mejoramiento de la operación semafórica en algunos sectores de la ciudad de Bucaramanga pretendiendo en todo momento disminuir el tiempo de viaje de un conductor en las horas pico de salida de la ciudad de Bucaramanga; analizando diferentes modelos de operación semafórica que han presentado soluciones óptimas al problema de congestión en diferentes lugares y mediante la microsimulación determinar el grado de impacto de cada modelo con relación al escenario actual, con el fin de escoger el que más se ajuste a nuestra zona de estudio.

1. CONTROL SEMAFÓRICO DEL TRÁFICO

Los factores más importantes para la programación de semáforos son, en primer lugar, las características de la demanda de usuarios, expresada en la cantidad y en el tipo de vehículos o peatones por unidad de tiempo que llegan a la intersección. En segundo lugar está la oferta de transporte de la intersección, que se representa por medio de la capacidad de la intersección.

El *Manual para carreteras, HCM-2000* [3], define la capacidad como: “El máximo número de peatones o vehículos que de manera razonable se pueda esperar que pasen por un punto o un tramo uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, en condiciones imperantes o prevalecientes de vía, tránsito y control”. Algunas de las condiciones de circulación que determinan

la capacidad son:

- Tipo de vehículo que utiliza la vía
- Características de la vía: pendiente, ancho de carril
- Proporción de vehículos pesados en la vía
- Periodo del día

2. MODELO BINARIO DE DESCARGA [4]

La capacidad en una intersección semaforizada se mide de acuerdo con el proceso de descarga de una cola en una vía. Luego de iniciado el verde, y transcurrido cierto tiempo, los vehículos salen a una tasa máxima, denominada flujo de saturación (s), que se mantiene constante hasta el final del tiempo de verde. Luego, durante el periodo de amarillo, la descarga comienza a desvanecer hasta eliminarse por completo al final del periodo, o un poco después. La figura 1 representa el Modelo binario de descarga.

La transición inicial (1) se refiere a la puesta en movimiento de la cola tras la aparición de la luz verde; asimismo, la transición final (2) corresponde a la detención paulatina de los vehículos luego de que aparece la luz amarilla.

$$\lambda_1 = e' - e \quad (1)$$

$$\lambda_2 = f' - f \quad (2)$$

La capacidad corresponde entonces al área bajo

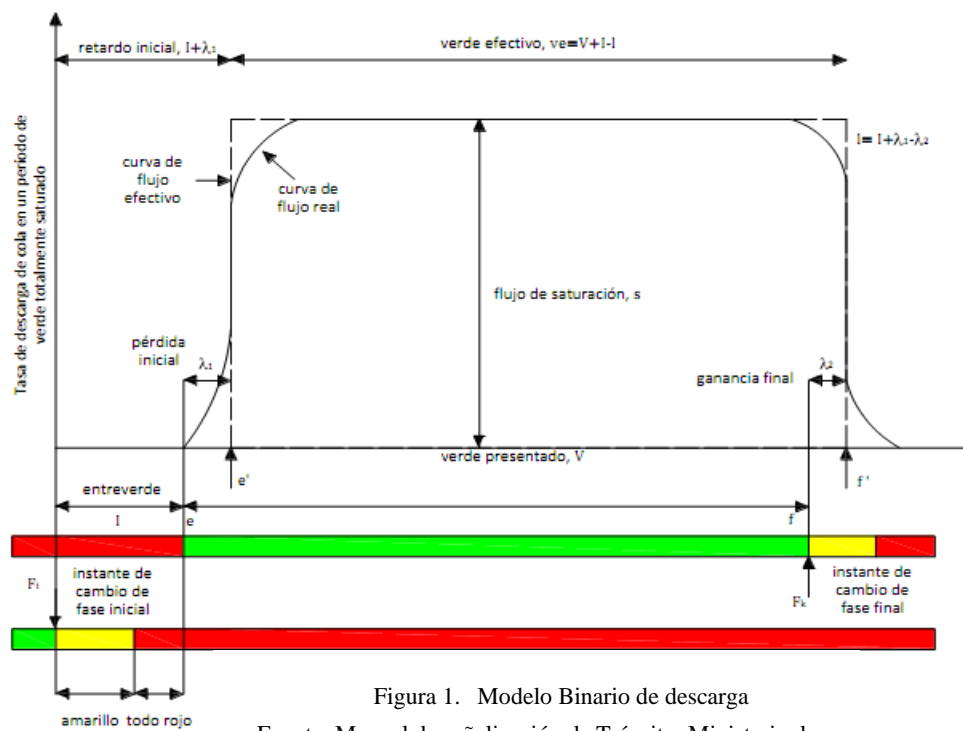


Figura 1. Modelo Binario de descarga

Fuente: Manual de señalización de Tránsito. Ministerio de transporte y telecomunicaciones (Chile)

la curva que representa la descarga por unidad de tiempo durante un ciclo. Se asume que la longitud de cola permitirá una descarga durante todo el periodo de verde, lo que se conoce como un periodo de verde totalmente saturado.

Suponiendo que existe una cola lo suficientemente larga, y omitiendo las transiciones, se adopta un proceso binario con dos etapas:

- *ve*: Verde efectivo. En este periodo la tasa de salida es *s*
- *re*: Rojo efectivo. La tasa de salida es cero.

Entonces, el modelo binario se construye de acuerdo con la capacidad real del movimiento (máximo número de vehículos que se descargan en un ciclo).

Siendo *c* el tiempo de ciclo, *V* el período de verde del semáforo, λ_1 la pérdida en la partida y λ_2 la ganancia final, se tiene:

$$ve = V + \lambda_2 - \lambda_1 \quad (3)$$

$$re = c - ve \quad (4)$$

La capacidad del movimiento se expresa así:

$$Q = \frac{s \cdot ve + 0 \cdot re}{c} = \frac{ve}{c} \cdot s = \mu \cdot s$$

Donde $\mu = ve/c$ es la razón de verde efectivo.

La capacidad depende entonces del flujo de saturación (*s*) y de la programación del semáforo a través de la razón de verde efectivo (μ).

El flujo de saturación varía de acuerdo con las características físico-ambientales de la vía y del comportamiento de los conductores.

El Modelo binario solo es válido si los vehículos son homogéneos; para ello, debe definirse una unidad de referencia a la que son convertidos todos los vehículos (autos, buses, camiones, motos), a los que se aplica un factor de equivalencia. Generalmente esta unidad es el VEQ (vehículo equivalente, que representa a un automóvil particular típico).

En el ‘Manual de programación y modelación de semáforos’ [5] se presentan los valores recomendados del flujo de saturación básico y los factores de equivalencia.

3. MÉTODO GEOMÉTRICO DE COORDINACIÓN DE INTERSECCIONES REGULADAS POR SEMÁFOROS

La coordinación de las intersecciones de un corredor vial consiste en programar el encendido de las luces de los semáforos de tal forma que los vehículos puedan atravesar la vía, de extremo a extremo, a una velocidad constante y sin detenerse. Para ello es necesario determinar el desfase entre el instante de encendido de las luces verdes de los diferentes cruces. Este desfase viene dado en función de la velocidad deseada y de las distancias entre cruces.

El desfase es la diferencia temporal entre el momento de referencia “momento cero”, elegido arbitrariamente como origen y el encendido de una determinada luz verde de un cruce. Para que el desfase se mantenga constante a lo largo del tiempo, es necesario que en todas las intersecciones la duración del ciclo, secuencia completa de las indicaciones de un semáforo, sea la misma.

La determinación del desfase entre las intersecciones requiere de un estudio de las condiciones existentes.

- (5) Para la coordinación de intersecciones empleamos el diagrama espacio-tiempo de la siguiente manera: situamos sobre el eje de abscisas las diferentes intersecciones; sobre la vertical de cada intersección, se representa el estado, a lo largo del ciclo, de los semáforos que regulan la vía que se desea coordinar; se indican con un trazo grueso los periodos en los que el semáforo está en rojo y con un trazo fino los que está en verde (el amarillo se considera incluido en el tiempo de verde).

El método consiste en hacer pasar una franja del mayor ancho posible por los espacios de verde de intersecciones sucesivas. (Figura 2)

Normalmente se representa una sola banda, ya que las restantes –tantas como ciclos sean representados- serán exactamente iguales, pero separadas entre sí una distancia equivalente a la

duración de un ciclo.

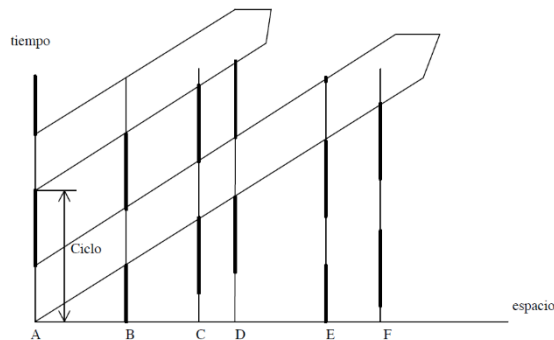


Figura 2. Diagrama espacio-tiempo aplicado a la coordinación de intersecciones

Fuente: Manual de señalización de Tránsito. Ministerio de transporte y telecomunicaciones (Chile)

Puesto que el objetivo es que dicha banda sea lo más ancha posible, se llama eficacia de una ola verde a la relación que existe entre su anchura, medida en segundos, y la duración del ciclo.

Dados un ciclo y una velocidad, no es difícil conseguir una banda de progresión satisfactoria en una vía de sentido único. El problema surge cuando se quiere lograr bandas de progresión en una calle con circulación en ambos sentidos.

Los sistemas de ola verde funcionan bien en vías en las que el nivel de saturación es bajo, la distancia entre intersecciones es uniforme y el tráfico recorre la vía de extremo a extremo. Estas condiciones corresponden a un modelo teórico que raramente se cumple en la realidad. El tráfico en nuestras calles en muchas ocasiones está próximo a la saturación, la distancia entre intersecciones no es uniforme, se producen incorporaciones y salidas de la vía principal, giros a la izquierda, etc. Todo esto hace que cada caso precise de un estudio detallado en el que, además del gráfico de ola verde correspondiente, se vean reflejadas todas sus características particulares.

4. PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS.

Para la programación de un semáforo, deben definirse los movimientos, entreverdes, fases, el orden con que se despliegan las fases de los semáforos y su duración, que dependen del nivel de demanda que tiene asociado. La duración de una fase es igual a la suma de los tiempos de entreverde y verde.

La programación de un semáforo debe coincidir con los niveles de flujo existentes en los corredores

viales, ya que las vías con mayor flujo deben recibir más tiempo de verde, lo que se conoce como periodización.

5. ETAPAS EN LA PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS.

Las etapas en la programación de semáforos son las siguientes:

- A. Toma de datos
- B. Definición de movimientos, entre verdes y tiempos de fase.
- C. Conformación de redes o periodización
- D. Modelación
- E. Simulación de la situación actual
- F. Implementación y sintonía fina

Los métodos manuales de programación de semáforos pueden aplicarse solo a intersecciones sencillas. Para casos de mayor complejidad, existen en el mercado herramientas computacionales para realizar estos análisis. Algunos de los programas existentes son:

- SIDRA
- TRANSYT 8S
- TRANSMODELER

Para obtener resultados satisfactorios, es esencial la calibración del modelo de microsimulación.

MOVIMIENTOS

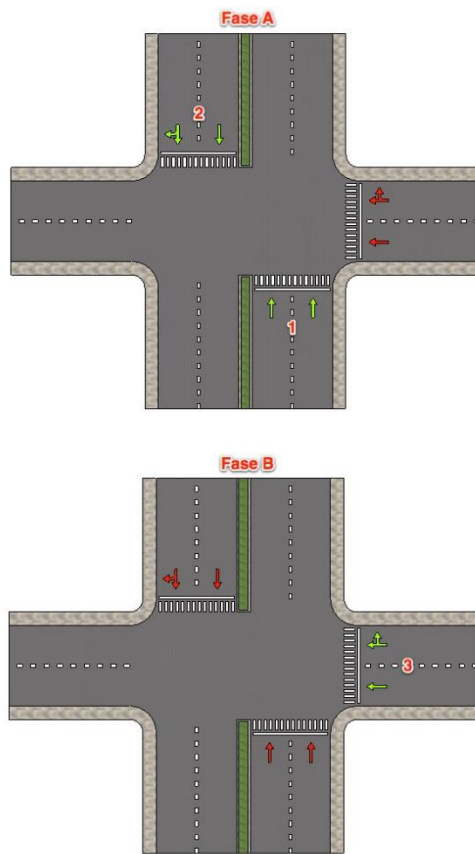
La identificación de los movimientos es un proceso clave en la programación de semáforos. Un movimiento está asociado a una cola de vehículos con dirección, uso de vía y derecho de paso característicos.

FASES

Una fase es un estado en la programación del semáforo en una intersección, donde una o varias vías reciben o pierden el derecho de paso.

El objetivo principal del diseño de fases es permitir todos los movimientos a lo largo de un ciclo, que minimice el riesgo de accidentes y utilice al máximo la capacidad de la intersección, además de reducir demoras, colas y detenciones.

La figura 3 muestra la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 34, donde se presentan dos fases (A y B) y tres movimientos (1, 2 y 3).



ENTREVERDES

Figura 3. Intersección semafórica de la carrera 9 con calle 34.

Intersección de dos fases. Se indica la presencia de dos movimientos permitidos en la fase A y un movimiento permitido en la fase B

“El tiempo de entreverde es el período que va desde que termina el tiempo de verde para el movimiento que pierde el derecho de paso, hasta el inicio del verde para el movimiento que gana el derecho de paso. Está compuesto por un tiempo de amarillo y un período de rojo simultáneo o rojo-

rojo, que puede existir o no. “El tiempo de verde corresponde a la duración de la etapa de verde en una determinada fase, y está acotado inferiormente por el tiempo de verde mínimo, que por lo general corresponde al lapso que requieren los peatones para cruzar la calzada correspondiente” [6].

El objetivo del período amarillo es evitar detenciones bruscas cuando se inicia el período de rojo y así minimizar colisiones por alcance. El período amarillo dura siempre 3 segundos, pero, si es necesario, se puede programar adicionalmente un período de todo rojo. El período de entreverde varía entonces entre 3 y 5 segundos.

6. TIEMPOS SEMAFÓRICOS Y VELOCIDADES EN LA ZONA DE ESTUDIO

La información sobre los tiempos y ciclos semafóricos en la zona de estudio fue solicitada a la oficina de semáforos de la Dirección de Tránsito y Transporte de Bucaramanga. Desde esta oficina se maneja todo lo relacionado con la red semafórica de la ciudad: ubicación de las intersecciones semafóricas, cantidad de semáforos que hay en cada intersección (vehiculares y peatonales), tiempo de verde de cada semáforo, duración del ciclo de cada intersección, movimientos permitidos por cada tiempo de verde (giro a la izquierda, en línea recta, giro a la derecha) y la programación de éstos de acuerdo a la hora del día.

Como lo que se pretende es abordar las condiciones más críticas, trabajamos con los planes donde hay mayor volumen vehicular, es decir, en las horas pico. Los semáforos presentes en nuestra zona de estudio son los que se muestran en la Figura 4. La información de los tiempos de cada ciclo y su distribución en las diferentes intersecciones se encuentra consignada en el Anexo 1: Tiempos de ciclo y de verde en las intersecciones semaforizadas de la ciudad de Bucaramanga.



Figura 4. Intersecciones semafóricas en la red vial de Bucaramanga

Fuente: Elaboración propia con base en imagen de Google Earth

7. AFOROS VEHICULARES Y VELOCIDADES EN LA ZONA DE ESTUDIO

La información sobre aforos vehiculares fue suministrada por el grupo de investigación Geomática de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, que en sus bases de datos cuenta con información de conteos vehiculares realizados entre los años 2009 y 2010 en diferentes intersecciones de la ciudad de Bucaramanga.

Los datos suministrados hacen referencia a conteos de automóviles, autobuses y camiones durante las horas pico en Bucaramanga.

Para la toma de velocidades en la zona de estudio se utilizó el método de vehículo flotante, realizando recorridos los diferentes corredores y tomando tiempos de recorrido en puntos pre determinados a largo de cada corredor. Estos datos se tomaron en horas pico, de la misma manera se realizó en el modelo de microsimulación en Transmodeler.

8. OLA VERDE

Los tiempos de los semáforos dependen de los resultados de los estudios técnicos de planeamiento de tráfico. Es decir, cada intersección con semáforo tiene tiempos de verde, amarillo y rojo diferenciales, dependiendo de su operación y

funcionamiento, de los volúmenes vehiculares, de la capacidad medida en número de carriles, ubicación, etc.

Como bien se sabe, la denominada “ola verde” consiste en que una serie de semáforos estén sincronizados para permitir que los vehículos circulen continuamente cuando encuentren luz verde.

En el modelo propuesto se implementó ola verde en los siguientes corredores viales: Carrera 9ª, Diagonal 15, Carrera 21, Carrera 22, Carrera 27, Carrera 33, Avenida González Valencia y en algunos tramos de la Avenida Quebradaseca, Avenida la Rosita, Calle 36, Calle 45 y Calle 56.

Una de las limitantes para lograr este objetivo es la capacidad de las vías y el estado de las mismas, el estacionamiento vehicular y la invasión del espacio público por ventas ambulantes, las variaciones en el uso y destinación del suelo, e incluso, la capacidad operativa de algunos equipos de control local de semáforos.

9. PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL MODELO DE LA OPERACIÓN SEMAFÓRICA ACTUAL

En primer lugar, se incorpora al programa una imagen satelital de la malla vial de Bucaramanga, luego sobre ésta imagen se dibujaron las vías de nuestra zona de estudio con las herramientas que ofrece el software Transmodeler para esto, definiendo para cada una los atributos de tipo de vía, ancho de carril y número de carriles, sentido vial y movimientos permitidos en cada intersección. La jerarquización vial utilizada en el modelo se realizó de acuerdo al Plan Maestro de Movilidad.

Posteriormente se introdujo la información suministrada por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga acerca de los tiempos y ciclos semafóricos de las intersecciones en la zona de estudio, la información sobre aforos vehiculares suministrada por el grupo de investigación Geomática de la Universidad Industrial de Santander y los datos de velocidades tomadas en campo para cada corredor.

Para definir la tendencia de viajes en la ciudad, no se realizó una matriz Origen-Destino, ya que si se hacía de esta manera era posible que los automóviles circularan por otros corredores que no eran nuestro objeto de estudio. Entonces, la tendencia de viajes se representó con la definición de rutas para garantizar que los vehículos tomaran

el camino de los corredores de interés.

10. EJEMPLO DE APLICACIÓN: INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS EN LA CARRERA NOVENA.

En esta sección se plantea el cambio de los tiempos semafóricos de la mayoría de intersecciones viales semaforizadas de nuestra zona de estudio pretendiendo en todo momento disminuir el tiempo de viaje de un conductor en las horas pico de salida de la ciudad de Bucaramanga; para ello utilizaremos el Modelo binario de descarga, además haremos uso del Método geométrico para coordinación de semáforos que nos permite calcular el desfase entre intersecciones para garantizar la ola verde.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo del tiempo de ciclo de las intersecciones de la carrera novena utilizando el método binario. Para ello, se expone el procedimiento con la intersección de la carrera 9 con calle 34, y luego se despliegan los resultados de las demás intersecciones.

En primer lugar, se convierten todos los tipos de vehículos a una unidad de referencia, que en este caso es un automóvil particular típico; por lo tanto, el factor de equivalencia de los autos será 1, camiones 2,5, motos 0,5 y buses 2. En la tabla 1, se presentan los conteos [7] realizados en cada intersección semafórica de la carrera novena y su correspondiente número de ejes equivalentes.

Posteriormente, se realiza el cálculo de capacidad de la vía, entreverdes, longitudes de cola y tiempos de ciclo, de acuerdo con las ecuaciones del Modelo binario de descarga. Las fórmulas utilizadas para realizar los cálculos se encuentran en el Anexo 2: Fórmulas para la programación de semáforos por el modelo binario de descarga; los resultados de la programación se encuentran consignados en el Anexo 3: Programación de semáforos de Bucaramanga utilizando el modelo binario de descarga.

TABLA 1. Cálculo de vehículos equivalentes de acuerdo a los conteos Vehiculares para la carrera Novena

			Carrera 9			
			Calle			
Sentido	Tipo	FE	34	35	37	45
Norte-Sur	Autos	1	519	668	816	772
	Camiones	2,5	67	86	105	99
	Motos	0,5	243	312	382	361
	Buses	2	44	42	40	31
	TOTAL		896	1123	1350	1262
Sur-Norte	Autos	1	919	778	636	756
	Camiones	2,5	99	84	69	42
	Motos	0,5	904	765	626	390
	Buses	2	43	44	46	38
	TOTAL		1705	1459	1214	1132
Este-Oeste	Autos	1	136	98	0	528
	Camiones	2,5	5	14	0	37
	Motos	0,5	155	145	0	490
	Buses	2	23	35	0	15
	TOTAL		272	276	0	896
Oeste-Este	Autos	1	0	0	90	607
	Camiones	2,5	0	0	1	47
	Motos	0,5	0	0	81	401
	Buses	2	0	0	10	24
	TOTAL		0	0	153	973

TABLA 2. Capacidad (Q) de la intersección

A	7
P	2
fp	1,01
fc	0,95
DPD	1
DPI	1
DPMED	1
DPE	1
fa	1,232
Sb	1884
S	2468
λ_1	3,7
λ_2	2,3
C	90
V	42
Ve	40,6
Re	2
m	0,45
Q	1.113,2

TABLA 3. Cálculo de entreverdes

Entreverdes		
Tp,i	1,1	[Seg]
Tg,i	0,3	[Seg]
Rri	1	[Seg]
Wp,i	6	[m]
Vp,i	10	[m/Seg]
Wg,i	3	[m]
Vg,i	10	[m/Seg]
Lv,i	5	[m]
Li	4	[Seg]
λ_1	3,7	
λ_2	2,3	
Li	5,4	

TABLA 4. Cálculo de tiempos de ciclo.

Cálculo del tiempo de ciclo		
I ₂	8	
I ₅	4	
y ₂	0,47	
y ₅	0,28	
M ₂	0,52	
M ₅	0,33	
L	12	
Y	0,75	
U	0,85	
Co	101	[Seg]
Cp	80	[Seg]

TABLA 5. Calculo de longitudes de cola

Longitud de cola		
NEE	791	Veh
qi	0,22	[veh/s]
rei	49,4	[Seg]
yi	0,00	
Qi	100188	
T	1	[hr]
Xi	0,00	
Xo	167,65	
K	1,5	
No,i	0	
Ño,i	0	
Ni	10,85	[m]
Nm,i	10,86	[m]
Nc,i	21,71	
j	5	
n	2	
Long. Cola	54	[m]
Vemin	11	

TABLA 6. Distancias del corredor vial

Carrera 9		
Calle	Longitud	Abscisa
Qseca	0	0
34	373,7	373,7
35	87,9	461,6
37	96,2	557,8
45	403,4	961,2

TABLA 7. Tiempo de ciclo de la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 34

Cálculo del tiempo de ciclo		
I2	8	
I5	4	
y2	0,47	
y5	0,28	
M2	0,52	
M5	0,33	
L	12	
Y	0,75	
U	0,85	
Co	101	[Seg]
Cp	80	[Seg]
Tiempo del Ciclo	110	[Seg]
Verde Fase 1	86	[Seg]
Verde Fase 2	14	[Seg]

De igual manera, se realizó el cálculo para las intersecciones de la carrera 9 con calles 35, 37 y 45, y se obtuvieron los siguientes tiempos de ciclo:

TABLA 8. Tiempo de ciclo de la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 35.

Tiempo del Ciclo	70	[Seg]
Verde Fase 1	50	[Seg]
Verde Fase 2	9	[Seg]

TABLA 9. Tiempo de ciclo de la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 37.

Tiempo del Ciclo	50	[Seg]
Verde Fase 1	33	[Seg]
Verde Fase 2	6	[Seg]

TABLA 10. Tiempo de ciclo de la intersección semafórica de la carrera 9 con calle 45.

Tiempo del Ciclo	133	[Seg]
Verde Fase 1	67	[Seg]
Verde Fase 2	53	[Seg]

Los parámetros Co (Tiempo de ciclo óptimo) y Cp (Tiempo de ciclo práctico) definen el rango de

valores entre los cuales se debe escoger el tiempo de ciclo de cada intersección. Tal valor se escoge de acuerdo al criterio de la persona que realiza la programación, observando el comportamiento que tiene determinado corredor en las diferentes horas del día.

De acuerdo a los tiempos de ciclo de cada intersección, se propone un mismo tiempo de ciclo para todas las intersecciones del corredor en los 3 diferentes modelos. Es necesario que todas las intersecciones del corredor tengan el mismo tiempo de ciclo para que posteriormente se pueda calcular un desfase que permita garantizar la ola verde aplicando el método geométrico de coordinación de semáforos.

Los resultados del cálculo del desfase se presentan en el Anexo 4: Cálculo del desfase de semáforos utilizando el Método geométrico. Luego de calculado el desfase se procede a calcular los tiempos de inicio y fin de verde de los semáforos para cada intersección del corredor en estudio.

Los datos obtenidos se introducen nuevamente al programa Transmodeler en cada uno de los tres modelos. A continuación se presentan los resultados arrojados por el programa Transmodeler luego de introducir los datos de tiempos de verde de un modelo, y luego se plantean otros 2 modelos aplicándole a los tiempos del primer modelo un factor siempre y cuando el valor del tiempo de los 2 nuevos modelos no exceda de 120 seg, ya que éste es el valor de ciclo máximo y que además se encuentre dentro del rango de los valores de Co y Cp para cada intersección. La razón por la cual se debe multiplicar por un factor es para que se mantenga la relación de porcentaje de verde para cada sentido en una intersección.

TABLA 11. Comparación de resultados de los tres diferentes modelos para la carrera novena

Carrera Novena	Sentido	Tiempo de Demora AB	Tiempo de Parada AB	Número de Paradas AB	Tiempo Total de	Número de Viajes	Promedio de Velocidad
Mod. Base	N-S	15	13	8	520	646	10
Mod. 1	N-S	8	9	5	304	752	17
Mod. 2	N-S	9	8	5	298	747	17
Mod. 3	N-S	9	9	5	305	752	17

11. ANÁLISIS COMPARATIVO.

Con los resultados arrojados por el software Transmodeler se realizó una matriz multicriterio para definir el mejor de los tres diferentes modelos. A cada una de las variables estudiadas se le asignó un peso porcentual, se evaluó cada una de estas variables para los tres modelos y para el escenario actual, con el fin de determinar la mejora que se presenta con respecto al modelo base. A continuación se presenta la matriz multicriterio para cada uno de los modelos:

TABLA 12. Matriz multicriterio Modelo Base

MODELO BASE	Tiempo de Demora AB	Tiempo de Parada AB	Número de Paradas AB	Tiempo Total de Viaje AB	Número de Viajes	Promedio de Velocidad
	20 %	15 %	15 %	20 %	10 %	20%
Cra 9	20.0	15.0	6.0	5.1	8.6	11.8
Cra 15	0.0	0.0	-15.0	11.6	9.0	14.3
Cra 22	-20.0	0.0	-45.0	8.4	9.1	12.9
Cra 27	-4.0	-30.0	-10.0	-3.2	9.1	10.0
Cra 33	18.1	15.0	6.7	10.3	8.2	15.0
Avda. QSeca	20.0	9.3	-9.0	20.0	8.9	11.7
Avda. la Rosita	15.0	10.0	10.8	14.7	8.5	16.0
Calle 36	13.3	10.7	10.7	20.0	9.3	12.6
Calle 45	15.0	10.0	11.2	18.2	8.8	16.0
Calle 56	15.6	12.1	6.7	15.0	8.9	16.7
Σ	93.1	52.2	-26.9	120.0	88.4	136.9
Prom.	9.3	5.2	-2.7	12.0	8.8	13.7
ΣProm	46.3					

TABLA 13. Matriz multicriterio Modelo 1

MODELO 1	Tiempo de Demora AB	Tiempo de Parada AB	Número de Paradas AB	Tiempo Total de Viaje AB	Número de Viajes	Promedio de Velocidad
	20%	15%	15%	20%	10%	20%
Cra 9	8.0	-15.0	15.0	19.6	20.0	20.0
Cra 15	20.0	15.0	15.0	19.3	0.0	18.6
Cra 22	20.0	15.0	15.0	18.1	-20.0	17.1
Cra 27	16.0	7.5	2.5	14.8	-4.0	16.7
Cra 33	20.0	15.0	15.0	19.1	18.2	20.0
Avda. QSeca	0.0	13.1	12.0	17.0	20.0	16.7
Avda. la Rosita	16.7	11.7	13.3	20.0	15.0	20.0
Calle 36	15.6	12.9	12.9	9.6	13.3	20.0
Calle 45	17.5	12.5	13.8	20.0	15.0	19.0
Calle 56	20.0	15.0	14.4	17.5	15.7	20.0
Σ	153.7	102.6	128.9	175.0	93.2	188.0
Prom.	15.4	10.3	12.9	17.5	9.3	18.8
ΣProm	84.1					

TABLA 14. Matriz multicriterio Modelo 2

MODELO 2	Tiempo de Demora AB	Tiempo de Parada AB	Número de Paradas AB	Tiempo Total de Viaje AB	Número de Viajes	Promedio de Velocidad
	20%	15%	15%	20%	10 %	20 %
Cra 9	4.0	-10.0	15.0	20.0	9.9	20.0
Cra 15	-20.0	0.0	15.0	19.5	9.9	18.6
Cra 22	-40.0	-15.0	0.0	20.0	9.9	20.0
Cra 27	20.0	15.0	15.0	20.0	10.0	20.0
Cra 33	17.3	13.4	13.3	20.0	10.0	20.0
Avda. QSeca	-4.0	13.1	12.0	14.7	9.7	20.0
Avda. la Rosita	18.3	15.0	14.2	18.5	9.5	18.0
Calle 36	17.8	12.9	13.9	10.8	10.0	18.9
Calle 45	20.0	15.0	13.8	20.0	9.9	20.0
Calle 56	17.4	13.0	15.0	18.9	9.1	20.0

MODELO 2	Tiempo de Demora AB	Tiempo de Parada AB	Número de Paradas AB	Tiempo Total de Viaje AB	Número de Viajes	Promedio de Velocidad
	20%	15%	15%	20%	10%	20%
Σ	50.8	72.4	127.2	182.4	98.0	195.5
Prom.	5.1	7.2	12.7	18.2	9.8	19.6
Σ Prom	72.6					

TABLA 15. Matriz multicriterio Modelo 3

MODELO 3	Tiempo de Demora AB	Tiempo de Parada AB	Número de Paradas AB	Tiempo Total de Viaje AB	Número de Viajes	Promedio de Velocidad
	20%	15%	15%	20%	10%	20%
Cra 9	4.0	-15.0	15.0	19.5	10.0	20.0
Cra 15	0.0	15.0	15.0	20.0	9.8	20.0
Cra 22	-20.0	0.0	0.0	19.8	10.0	18.6
Cra 27	16.0	7.5	10.0	14.5	9.8	16.7
Cra 33	15.5	11.8	10.8	18.2	9.3	20.0
Avda. QSeca	-4.0	15.0	15.0	15.6	9.4	20.0
Avda. la Rosita	20.0	15.0	15.0	17.7	10.0	18.0
Calle 36	20.0	15.0	15.0	13.8	10.0	16.8
Calle 45	20.0	15.0	15.0	17.0	10.0	20.0
Calle 56	19.7	14.8	15.0	20.0	10.0	16.7
Σ	91.2	94.1	125.8	176.1	98.2	186.7
Prom.	9.1	9.4	12.6	17.6	9.8	18.7
Σ Prom	77.2					

Los resultados del cálculo final para los tres diferentes modelos se encuentran consignados en el Anexo 5: Tiempos y ciclos de verde para la ciudad de Bucaramanga para tres diferentes modelos.

12. ALTERNATIVA SELECCIONADA

De acuerdo con el análisis comparativo de los diferentes modelos, la mejor opción de los tres modelos simulados en el software Transmodeler es el Modelo 1, porque es el que tiene mejores resultados frente a los otros dos modelos ya que

presenta mayor número de reducciones en demoras, tiempos de parada, número de paradas, tiempo total de viaje y además presenta un aumento en el número de viajes y la velocidad promedio de viaje en la mayoría de los corredores estudiados, además que dichas mejoras ocurren tanto en las carreras como en las calles.

La ola verde fue diseñada para una velocidad de 30 Km/h; pero al momento de analizar los resultados obtenemos una velocidad promedio en los principales corredores de solo 14 Km/h, que a pesar de ser velocidad baja, indica una mejora de un 40% en comparación con la situación actual.

13. CONCLUSIONES

- El Modelo binario de descarga se utilizó para obtener los ciclos semafóricos de cada una de las intersecciones dentro del área de estudio, el Método geométrico de coordinación de intersecciones se utilizó para obtener los desfases de los semáforos en cada intersección por corredor y de esa manera crear las olas verdes.
- Cuando se implementa un modelo de OLA VERDE en una ciudad es posible que ocurra una desmejora en los promedios de velocidad en los corredores secundarios (corredores que no son críticos en la hora pico) y que por ende haya un aumento en la congestión vehicular de dichas vías, esto ocurre debido a que los desfases que hay en cada una de las intersecciones es óptimo solo en el sentido que fue seleccionado como crítico, para citar un ejemplo lo que ocurre en la Carrera 27 que es un corredor con doble calzada y tres carriles en cada sentido, en los carriles con sentido Norte-Sur se creó la OLA VERDE; pero en los carriles con sentido Sur-Norte no es posible crear la OLA VERDE simultáneamente, porque para que esto ocurra es necesario que todas las manzanas tengan la misma longitud y la misma velocidad de diseño, lo cual resulta muy complicado, por lo menos en la ciudad de Bucaramanga puesto que no existe tal simetría.
- La mejor opción de los tres modelos simulados en el software Transmodeler es el Modelo 1, porque es el que tiene mejores resultados frente a los otros dos modelos ya que presenta mayor número de reducciones en demoras, tiempos de parada, número de paradas, tiempo total de viaje y además presenta un aumento en el número de viajes y

la velocidad promedio de viaje en la mayoría de los corredores estudiados, además dichas mejoras ocurren tanto en las carreras como en las calles.

- En los resultados obtenidos de la simulación fue escogido el Modelo 1 como la mejor opción, ya que según la evaluación en la matriz multicriterio, este modelo obtuvo una mejora de 81% en el resultado con respecto a la situación actual.
- Observamos que las calles principales (Avenida Quebradaseca, Avenida la Rosita, Calle 36, Calle 45, Calle 56) no reflejan una mejora significativa en cuanto a los tiempos totales de viaje y el número de viajes debido a que estos corredores no cuentan con una OLA VERDE, puesto que esta solo se le asignó a las carreras principales (Carrera Novena sentido N-S, Diagonal 15 sentido N-S, Carrera 21, Carrera 22, Carrera 27 sentido N-S y Carrera 33 en sentido N-S).

14. RECOMENDACIONES

- En el Área Metropolitana de Bucaramanga es necesario hacer tomas de información periódica sobre volúmenes de tránsito con el fin de tener una información actualizada que permita una revisión de la planeación semafórica del área en cuestión, así como la ejecución de sistemas de control del tráfico para implementar monitoreo en tiempo real de los flujos vehiculares presentes en, por lo menos, los principales corredores de la ciudad.
- Mejorar e incentivar el uso del sistema de transporte de servicio público con el ánimo de que las personas opten por cambiar la forma en que se transportan, de lograrse esto, es de esperar que haya una reducción en el uso de transporte privado y por ende una mejora en la movilidad de la ciudad.
- Para la ciudad de Bucaramanga ya se hace necesario contar con un centro de control semafórico moderno y un laboratorio de movilidad (Observatorio de Movilidad) que cuente con herramientas de última tecnología y que permita hacer moderaciones del tránsito, conteos de flujo vehicular, planes de manejo de tráfico para los principales corredores y de esta manera garantizar a la comunidad una reducción en los tiempos de viaje.
- Hace falta autoridad para recuperar la malla

vial de vendedores ambulantes y vehículos mal estacionados que obstruyen el flujo vehicular, ya que hay una notable carencia de cultura vial en los conductores y peatones, por lo que es necesario realizar campañas de concientización en los conductores para que hagan un uso adecuado de sus automotores con la finalidad de tener un beneficio en la calidad de vida de las personas y del medio ambiente.

- Realizar campañas en donde se enseñe a utilizar de forma adecuada los andenes, cebras y puentes a los peatones y de esta manera evitar que se vea afectada la movilidad por personas que no hacen el uso adecuado de estos elementos.

15. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro director, el ingeniero Hernán Porras Díaz, por darnos la oportunidad de trabajar en este proyecto, a nuestro co-director, el ingeniero Yerly Fabián Martínez Estupiñán por su constante motivación y acompañamiento y por todos los conocimientos transmitidos en el desarrollo del presente proyecto.

A los funcionarios de la oficina de semáforos de la Dirección de Tránsito y Transporte de Bucaramanga, por toda la información suministrada y el tiempo dedicado para la realización de este proyecto.

Agradecemos además el aporte y colaboración del GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GEOMÁTICA que se ha preocupado por realizar estudios en movilidad, esto con el ánimo de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes del Área Metropolitana de Bucaramanga.

16. NOTACIÓN Y DEFINICIONES

R_{ri} : *Periodo de rojo-rojo para el movimiento, redondeado al entero superior (seg).*

$W_{p,i}$: *Distancia entre la línea de detención y el punto de conflicto más crítico para los vehículos del movimiento que pierde derecho a paso (m).*

$V_{p,i}$: *Velocidad promedio de los vehículos del movimiento que pierden derecho a paso (m/s).*

$W_{g,i}$: *Distancia entre la línea de detención y el punto de conflicto más crítico para los vehículos*

que ganan derecho a paso (m), una vez que pierde el movimiento i.

Vg,i: Velocidad promedio de los vehículos que ganan derecho a paso (m/s), una vez que pierde el movimiento i. Se puede considerar como aproximación la mitad de la velocidad en el arco correspondiente.

Lv,i: Longitud promedio de los vehículos en el movimiento i (s).

Li: Longitud de cola excedente para el movimiento i (veh).

λ_1 : Pérdida inicial para el movimiento i.

λ_2 : Ganancia final o ganancia de amarillo para el movimiento i.

ti: Tiempo perdido.

Wi: Ancho de calzada que cruzan los peatones cuando el movimiento vehicular i tiene derecho de paso (m).

Vc: Velocidad promedio de caminata de los peatones.

Vmin: Verde mínimo del movimiento vehicular i (s) para una fase vehicular conjunta con una fase peatonal.

xp: Grado de saturación práctico: (0,85-0,9).

NEE: Número de ejes equivalentes.

qi: Flujo del movimiento i (veh/s).

rei: Rojo efectivo para movimiento i (s).

yi: Razón de flujo del movimiento.

Qi: Capacidad del movimiento i.

T: Duración del periodo de análisis (una hora típicamente).

Xi: Grado de saturación del movimiento.

No,i: Longitud de cola excedente para el movimiento i (veh).

Ni: Longitud promedio de cola.

Nm,i: Extensión máximo de cola.

FE: Factor de equivalencia

j: Espacio promedio ocupado por un vehículo en la cola

n: Número de pistas utilizadas para almacenar los vehículos de la cola estimada.

Vemin: Verde efectivo mínimo

A: Ancho de pista en metros.

P: Pendiente de la pista en porcentaje.

fp: Factores de corrección por pendiente de la vía.

fc: Factor de corrección por composición del tráfico.

DPD: 1, si el vehículo circula por pista derecha; 0, en otro caso.

DPMED: 1, si es punta mañana; 0, en otro caso.

DPE: Es una variable 0-1 para identificar pistas ubicadas en los extremos derecho o izquierdo de la calzada. El ancho de pista solamente tiene efecto para vehículos que circulan por las pistas derecha o izquierda:

$$DPE = DPD + DPI.$$

fa: factores de corrección por ancho de la vía

Sb: Flujo de saturación básico = flujo de saturación para una corriente compuesta solo por ADE (automóvil directo equivalente)

S: Flujo de saturación para la corriente real.

C: Tiempo del ciclo.

V: Tiempo de verde del semáforo.

Ve: Verde efectivo.

Re: rojo efectivo.

M: Razón de verde efectivo.

Q: Capacidad del movimiento.

17. REFERENCIAS

- [1] Con base en los datos del DANE y del Ministerio de Transporte para el periodo 1990-2009.

- [2] Tomado del documento “Estudios previos para la formulación del plan maestro de movilidad urbana de Bucaramanga 2010-2030”.
- [3] Transportation Research Board, 2000, p 5-2.
- [4] Manual de Señalización de Tránsito. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. Chile, 2012.
- [5] Manual de programación y modelación de semáforos. Información disponible en: http://www.uoct.cl/uoct/repositorio/cap4/Manual_ProgramacionyModelacion_sem.pdf [citado el 2 de Agosto de 2013]
- [6] Manual de señalización de tránsito. Ministerio de transporte y telecomunicaciones. Chile, 2012. cap4, pag.26.
- [7] Datos de conteos realizados por la oficina de Geomática UIS en el año 2010.

C. E. Bueno Cadena y J. O. Escalante Torrado, «Diagnóstico y propuesta de la red semafórica de Bucaramanga mediante semáforos inteligentes.» 2011.

T. Botero García, Revisión y rediseño de la planeación semafórica de las intersecciones viales de la ciudad de Manizales, a partir de información básica existente, Manizales, 2008.

U.S. Department of transportation, Traffic signal timing manual, Portland, 2008.

Ministry Of Infrastructure and the Environment, Road Traffic Signs and Regulations in the Netherlands, Netherlands, 2009.

Grupo de Investigación en Geomática: «Estudios previos para la formulación de plan maestro de movilidad urbana para el municipio de Bucaramanga.» Bucaramanga, 2010.

AUTORES

Cesar Alexander Roa Pirateque
Estudiante de Ingeniería Civil
Universidad Industrial de Santander
cesarroa_21@hotmail.com

Adriana Esther Jaimes Mejía
Estudiante de Ingeniería Civil
Universidad Industrial de Santander
adriana_jaimes_72@hotmail.com

BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Transporte, Manual de señalización vial, Colombia, 2004.

UOCT, Manual programación y modelación de semáforos., Santiago de Chile, 2007.

J. Schlaich, T. Haupt y V. Roca, Optimización semafórica a larga escala: Traffic Platform Framework y aplicaciones, Karlsruhe, 2011.

A. Gómez Restrepo, El estado del arte en la modelación de problemas de tránsito., Manizales, 2005.

J. Gibson, Teoría de Flujos Vehiculares, Santiago de Chile, 2001.

J. F. Díaz Ivorra, M. d. C. Díaz Ivorra y J. I. Ferreiro Prieto, Métodos geométricos de coordinación de intersecciones reguladas por semáforos., Santander, 2002.

ANEXO 1. TIEMPOS DE CICLO Y DE VERDE INICIALES EN LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

A continuación se presentan los tiempos de ciclo y de verde para las intersecciones semaforizadas al año 2013 en la ciudad de Bucaramanga. Los siguientes datos fueron suministrados por la oficina de semáforos de la Dirección de Tránsito y Transporte de la ciudad de Bucaramanga y fueron tabulados por los autores.

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 14 Calle 36-37	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	80	25	35
Grupo 3	29	75	46
Grupo 3A	70	35	55
Grupo 4	30	76	46
Grupo 12	80	25	35

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 15 Calle 33	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	64	16	42
Grupo 2	65	17	42
Grupo 3	22	59	37

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 15 Calle 34	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	61	10	39
Grupo 2	60	9	39
Grupo 4	15	11	86

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 15 Calle 36	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	74	17	33
Grupo 2	74	17	33
Grupo 3	23	67	44
Grupo 4	23	68	45

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 15 Calle 41	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	88	35	37
Grupo 2	89	36	37
Grupo 3	41	83	42

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 15 Calle 42	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	84	32	38
Grupo 2	83	32	39
Grupo 4	37	78	41

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 15 Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	80	10	20
Grupo 2	80	10	20
Grupo 3	16	74	58
Grupo 4	16	74	58

Ciclo de 120 Seg			
Diagonal 15 Calle 55	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	85	30	65
Grupo 2	86	30	64
Grupo 3	36	80	44

Ciclo de 120 Seg			
Diagonal 15 Calle 56	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	80	24	64
Grupo 2	80	24	64
Grupo 3	30	74	44
Grupo 4	30	74	44

Ciclo de 90 Seg			
Diagonal 15 Calle 17	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	76	20	34
Grupo 2	74	18	34
Grupo 2A	76	13	27
Grupo 3	18	71	53

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 17 Calle 36-37	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	67	19	42
Grupo 3	24	62	38
Grupo 3A	24	62	38
Grupo 4	25	62	37
Grupo 12	67	19	42

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 18 Qseca	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	55	86	31
Grupo 3	23	51	28
Grupo 4	1	50	49
Grupo 8	1	16	15

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 21 y 22 Calle 31	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	58	17	49
Grupo 2	58	17	49
Grupo 4	21	53	32
Grupo 14	21	53	32

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 18 Calle 33-34	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	67	20	43
Grupo 3	25	61	36
Grupo 11	66	20	44
Grupo 4	25	61	36

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 17-18-19 Calle 35	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	63	26	53
Grupo 1	63	26	53
Grupo 2A	63	26	53
Grupo 22	32	57	25
Grupo 21	32	57	25
Grupo 22A	32	57	25

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 18 Calle 36	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	65	19	44
Grupo 3	25	61	36
Grupo 4	24	61	37

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 19-20 Qseca	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	69	8	29
Grupo 2	69	8	29
Grupo 3	13	64	51
Grupo 4	14	64	50
Grupo 7	54	65	11
Grupo 13	15	65	50
Grupo 14	14	49	35

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 19 Calle 33-34	Inicio	Fin	Duración
Grupo 12	64	20	46
Grupo 3	25	59	34
Grupo 2	64	20	46
Grupo 4	25	59	34

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 18-19 Calle 37	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	66	19	43
Grupo 2	66	19	43
Grupo 3	24	61	37
Grupo 13	24	61	37

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 21 Calle 33,34,35	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	65	20	45
Grupo 3A	25	56	31
Grupo 12	61	20	49
Grupo 4	25	56	31
Grupo 112	61	20	49
Grupo 3	25	60	35

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 21 Calle 36-37	Inicio	Fin	Duración
Grupo 12	65	18	43
Grupo 3	23	60	37
Grupo 4	23	60	37
Grupo 2	65	18	43
Grupo 3A	23	60	37

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 21-22 Av la Rosita	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	60	19	49
Grupo 3	24	55	31
Grupo 14	25	56	31
Grupo 1	60	19	49
Grupo 13	26	54	28
Grupo 4	23	55	32

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 21-22 Qseca	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	63	9	36
Grupo 2	63	9	36
Grupo 3	14	58	44
Grupo 4	14	58	44
Grupo 13	16	58	42
Grupo 14	17	58	41

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 22 Calle 33	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	64	18	44
Grupo 3	23	59	36

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 22 Calle 34	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	64	18	44
Grupo 4	23	59	36

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 22 Calle 35	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	65	21	46
Grupo 3	26	60	34

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 22 Calle 36-37	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	65	23	48
Grupo 3	28	61	33
Grupo 4	27	60	33
Grupo 11	65	25	50
Grupo 3A	30	60	30

Ciclo de 90 Seg			
Av Rosita Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	83	17	24
Grupo 2	79	16	27
Grupo 2A	75	17	32
Grupo 3	21	46	25
Grupo 4	21	53	32
Grupo 4A	57	71	14
Grupo 11	81	14	23

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Calle 32-33	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	114	54	60
Grupo 12	115	55	60
Grupo 3	59	109	50
Grupo 11	114	54	60
Grupo 2	115	55	60
Grupo 3A	59	109	50

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Calle 34	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	111	50	59
Grupo 2	111	50	59
Grupo 4	57	105	48

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Calle 35	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	107	60	73
Grupo 2	108	61	73
Grupo 3	65	102	37

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Calle 36	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	104	55	71
Grupo 2	103	55	72
Grupo 3	62	97	35
Grupo 4	61	97	36

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 AvRosita	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	104	64	80
Grupo 12	104	64	80
Grupo 3	70	98	28
Grupo 4	70	98	28
Grupo 11	104	67	83
Grupo 2	103	65	82
Grupo 4A	71	98	27

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	103	60	77
Grupo 2	102	59	77
Grupo 4	64	97	33

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Calle 48	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	101	62	81
Grupo 2	102	63	81
Grupo 3	67	96	29

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Av Gonzalez	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	4	79	75
Grupo 2	4	79	75
Grupo 3	85	118	33
Grupo 4	84	118	34

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Calle 54	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	15	94	79
Grupo 2	16	94	78
Grupo 3	99	10	31

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27-28 Calle 56	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	24	92	68
Grupo 2	26	91	65
Grupo 3	6	20	14
Grupo 14	96	18	42
Grupo 8	96	119	23
Grupo 1A	14	92	78
Grupo 13	97	19	42
Grupo 4	97	19	42

Ciclo de 90 Seg				
Qseca Cra. 33	Inicio	Fin	Duración	
Grupo 2	9	41	32	
Grupo 3	45	3	48	
Grupo 4	47	5	48	

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33 Calle 32	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	83	40	47
Grupo 2	83	41	48
Grupo 3	45	78	33

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33 Calle 34	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	2	29	27
Grupo 1A	62	84	22
Grupo 2	89	29	30
Grupo 4	34	58	24

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33 Calle 36	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	13	42	29
Grupo 2	47	74	27
Grupo 3	78	9	21
Grupo 5	14	42	28
Grupo 6	45	74	29

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33 Calle 41-42	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	30	84	54
Grupo 12	29	83	54
Grupo 4	88	25	27
Grupo 11	29	83	54
Grupo 2	30	83	53
Grupo 3	88	25	27

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33 Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	39	89	50
Grupo 2	37	89	52
Grupo 4	4	33	29

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33 Calle 48	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	66	23	47
Grupo 2	67	23	46
Grupo 3	28	61	33

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33 Calle 51-52	Inicio	Fin	Duración
Grupo 11	8	66	58
Grupo 2	7	65	58
Grupo 4	70	2	22
Grupo 1	6	65	59
Grupo 12	7	66	59
Grupo 3	70	2	22

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 33 Calle 56	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	19	75	56
Grupo 2	19	75	56
Grupo 3	111	14	23
Grupo 4	80	14	54
Grupo 8	80	105	25

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 19 Calle 36	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	67	15	38
Grupo 3	21	62	41
Grupo 4	21	63	42

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 17 Calle 55	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	63	15	72
Grupo 2	64	16	72
Grupo 3	29	59	30

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 21-22 Calle 41	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	65	23	48
Grupo 2	65	23	48
Grupo 4	28	61	33
Grupo 14	28	61	33

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 27 Qseca	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	70	105	35
Grupo 1A	113	13	20
Grupo 2	44	109	65
Grupo 3	21	38	17
Grupo 4	21	36	15
Grupo 6	43	64	21

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 32 Calle 56	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	23	82	59
Grupo 2	23	81	58
Grupo 3	87	17	50
Grupo 4	87	17	50

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33 Qseca	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	48	70	22
Grupo 2	2	21	19
Grupo 3	25	44	19
Grupo 4	74	88	14
Grupo 5	48	70	22
Grupo 6	2	21	19
Grupo 7	25	44	19
Grupo 8	74	88	14

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 30 Qseca	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	84	33	39
Grupo 3	40	79	39
Grupo 4	38	79	41

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 21-22 Calle 50	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	60	15	45
Grupo 14	20	56	36
Grupo 1	60	25	55
Grupo 4	30	55	25

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 28 Calle 34	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	109	46	57
Grupo 4	51	104	53

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 28 Calle 36	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	18	48	30
Grupo 3	53	14	81
Grupo 4	54	14	80

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 33A Calle 32	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	86	52	56
Grupo 2	24	53	29
Grupo 3	58	82	24
Grupo 5	88	20	22

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 21-22 Calle 56	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	83	33	70
Grupo 13	38	79	41
Grupo 4	38	78	40
Grupo 2	86	33	67
Grupo 3	37	81	44
Grupo 14	39	82	43

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 27A-28-29 Calle 48	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	34	74	40
Grupo 3	78	29	41
Grupo 2	34	74	40
Grupo 13	78	29	41
Grupo 1A	34	74	40
Grupo 113	79	29	40
Grupo 1B	40	75	35

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 17 Calle 52-53	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	56	115	59
Grupo 11	56	115	59
Grupo 2	57	115	58
Grupo 12	57	115	58
Grupo 3	1	50	49
Grupo 4	1	50	49

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 18 Av. Rosita	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	75	23	38
Grupo 3	29	71	42
Grupo 4	28	70	42

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 16 Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	79	24	35
Grupo 3	28	74	46
Grupo 4	42	75	33
Grupo 7	29	36	7

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 17-18 Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	1	41	40
Grupo 2	1	41	40
Grupo 3	45	86	41
Grupo 4	45	86	41
Grupo 13	47	87	40
Grupo 14	47	87	40

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 9 Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 3	19	68	49
Grupo 4	40	66	26
Grupo 5	72	14	32
Grupo 7	18	33	15

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 9 Calle 37	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	20	73	53
Grupo 2	22	74	52
Grupo 3	78	16	28

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 9 Calle 34-35	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	21	76	55
Grupo 12	21	76	55
Grupo 4	80	16	26
Grupo 11	21	76	55
Grupo 2	20	75	55
Grupo 4A	80	16	26

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 13 Qseca	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	10	43	33
Grupo 3	47	5	48
Grupo 4	47	5	48

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 13 Calle 36-37	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	60	18	48
Grupo 3	23	56	33
Grupo 4	22	55	33
Grupo 11	44	18	64
Grupo 3A	22	39	17

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 21-22 Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	60	21	51
Grupo 3	25	55	30
Grupo 14	26	55	29
Grupo 1	60	21	51
Grupo 13	26	56	30
Grupo 4	26	55	29

Ciclo de 120 Seg			
Av Gzl Val Calle 54-55	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	88	18	50
Grupo 12	89	19	50
Grupo 3	23	84	61
Grupo 11	89	19	50
Grupo 2	88	18	50
Grupo 4	23	84	61

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 30 Calle 32-33-35	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	100	36	56
Grupo 3	41	95	54
Grupo 11	104	41	57
Grupo 3A	46	99	53
Grupo 111	109	47	58
Grupo 4	52	104	52

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 27A-28-29 Calle45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	13	51	38
Grupo 114	55	8	43
Grupo 2	13	51	38
Grupo 14	56	8	42
Grupo 1A	13	51	38
Grupo 4	56	8	42

Ciclo de 120 Seg			
Av Gzl Val Calle 50	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	85	20	55
Grupo 2	84	20	56
Grupo 4	25	80	55

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 13 Calle 45	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	22	49	27
Grupo 3	54	18	54
Grupo 4	53	17	54

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 31 Calle 52	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	41	76	35
Grupo 2	40	76	36
Grupo 4	81	36	45

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 17C Calle 55-56	Inicio	Fin	Duración
Grupo 1	80	22	62
Grupo 3	27	75	48
Grupo 11	80	16	56
Grupo 3A	22	75	53
Grupo 4	22	75	53

Ciclo de 90 Seg			
Cra. 23-24-25 Calle 36	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	68	15	37
Grupo 3	19	63	44
Grupo 114	20	64	44
Grupo 1	68	15	37
Grupo 13	20	64	44
Grupo 14	19	63	44
Grupo 2A	68	15	37
Grupo 113	19	63	44
Grupo 4	20	64	44

Ciclo de 120 Seg			
Cra. 21 Calle 55	Inicio	Fin	Duración
Grupo 2	85	34	69
Grupo 3	39	80	41

ANEXO 2. FÓRMULAS PARA LA PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS POR EL MODELO BINARIO DE DESCARGA

A continuación se presentan las fórmulas utilizadas para el cálculo y programación de los ciclos de los diferentes corredores viales de la ciudad de Bucaramanga. Asimismo se presentan la programación de semáforos por corredor, calculando el ciclo óptimo y el ciclo práctico y de esta manera determinar el tiempo de ciclo por corredor para cada uno de los modelos.

- Factor de corrección de la pendiente de la vía

$$f_p = 1 + 0,5 * \frac{P}{100}$$

- Factor de corrección por ancho de la vía

$$f_a = \begin{cases} \frac{DPD + DPI}{1} ; si \frac{DPD + DPI}{1} > 1 \\ 1 + 0,058 * (A - 3) * DPE \end{cases}$$

- Flujo de saturación básico: flujo de saturación para una corriente compuesta sólo por ADE'S(automóvil directo equivalente)

$$S_b = 2141 - 208 * DPD - 149 * DPI + 151 * DP_{med} - 29 * DPD * DP_{med} - 22 * DPI * DP_{med}$$

- Flujo de saturación para la corriente real

$$S = f_a * f_p * \frac{S_b}{f_c}$$

- Verde efectivo

$$Ve = C + \lambda_2 - \lambda_1$$

- Razón de verde efectivo

$$m = \frac{Ve}{C}$$

- Capacidad de movimiento

$$Q = m * S$$

- $W_{p,i}$: distancia entre la línea de detención y el punto de conflicto más crítico para los vehículos del movimiento [OBJ] que pierde derecho a paso (m)
- $V_{p,i}$: velocidad promedio de los vehículos del movimiento [OBJ] que pierden derecho a paso(m/s)

$$T_{p,i} = \frac{(W_{p,i} + L_{v,i})}{V_{p,i}}$$

$$T_{g,i} = \frac{W_{g,i}}{V_{g,i}}$$

- Período de rojo-rojo para el movimiento [OBJ] , redondeado al entero superior (s)

$$R_{r,i} = T_{p,i} - T_{g,i}$$

- Periodo de Entreverde

$$L_i = 3 + R_{r,i}$$

- Tiempo perdido

$$Tiempo\ perdido = L_i + \lambda_1 - \lambda_2$$

- Verde mínimo del movimiento vehicular V_{mini} (s) para una fase vehicular conjunta con una fase peatonal.

$$V_{mini} = \max \left\{ 8,5 + \frac{W_i}{V_c} \right\} \text{ (Verde mínimo del movimiento vehicular (s))}$$

- Flujo del movimiento i

$$q_i = \frac{NVE}{3600}$$

- Rojo efectivo para movimiento i (s)

$$r_{ei} = C - Ve$$

- Razón de flujo del movimiento

$$y_i = \frac{q_i}{S}$$

- Capacidad del movimiento i

$$Q_i = S * Ve$$

- Grado de saturación del movimiento

$$X_i = \frac{q_i}{Q_i}$$

$$X_o = \frac{2}{3} + \frac{Q_i}{600}$$

- Longitud de cola excedente para el movimiento i (veh)

$$N_{o,i} = \begin{cases} \left(Q_i * \frac{T}{4} \right) * \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \left(8 * K * \frac{(X_i - X_o)}{Q_i * T} \right)} \right] ; si X_i > X_o \\ 0 ; si X_i < X_o \end{cases}$$

$$\tilde{N}_{o,i} = 1,1 * N_{o,i}$$

- Longitud promedio de cola

$$N_i = q_i * r_{ei} + N_{o,i}$$

- Extensión máxima de la cola

$$N_{m,i} = \frac{q_i * r_{ei}}{(1 - y_i)} + N_{o,i}$$

$$N_{c,i} = 2 * \left(\frac{q_i * r_{ei}}{(1 - y_i)} + 1,1 * N_{o,i} \right)$$

$$Long. cola = j * \frac{N_{c,i}}{n}$$

- Verde efectivo mínimo:

$$V_{emin} = V_{mini} + \lambda_2 - \lambda_1$$

$$L = L_2 + L_5$$

$$Y = Y_2 + Y_5$$

$$U = M_2 + M_5$$

- Verde efectivo mínimo:

$$C_o = \frac{1,6 * L + 6}{1 - Y}$$

- Tiempo de ciclo práctico

$$C_p = \frac{L}{1 - U}$$

ANEXO 3. PROGRAMACIÓN DE SEMÁFOROS POR INTERSECCIONES PARA CADA CORREDOR

Tiempos de ciclo y de verde para los tres modelos carrera 9°

Calle 34	Tiempo del Ciclo	40 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	25 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	4 [Seg]

Calle 37	Tiempo del Ciclo	40 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	26 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	3 [Seg]

Calle 35	Tiempo del Ciclo	40 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	25 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	4 [Seg]

Calle 45	Tiempo del Ciclo	105 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	44 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	50 [Seg]

Modelo 1	Tiempo del Ciclo	80 [Seg]
	Verde Fase 1	40 [Seg]
	Verde Fase 2	32 [Seg]

Modelo 2	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde Fase 1	45 [Seg]
	Verde Fase 2	37 [Seg]

Modelo 3	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde Fase 1	50 [Seg]
	Verde Fase 2	42 [Seg]

Tiempos de ciclo y de verde para los tres modelos carrera 15

Calle 45	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	39 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	50 [Seg]

Calle 55	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	60 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	49 [Seg]

Avda. Rosita	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	54 [Seg]

Calle 56	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	60 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	49 [Seg]

Modelo 1	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde Fase 1	52 [Seg]
	Verde Fase 2	50 [Seg]

Modelo 2	Tiempo del Ciclo	115 [Seg]
	Verde Fase 1	55 [Seg]
	Verde Fase 2	52 [Seg]

Modelo 3	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde Fase 1	57 [Seg]
	Verde Fase 2	55 [Seg]

Tiempos de ciclo y de verde para los tres modelos carrera 21

Avda. Qseca	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	33 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	46 [Seg]

Calle 39	Tiempo del Ciclo	85 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	29 [Seg]

Calle 31	Tiempo del Ciclo	75 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	42 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	22 [Seg]

Calle 41	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	34 [Seg]

Calle 33	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	48 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	36 [Seg]

Calle 45	Tiempo del Ciclo	105 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	48 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	46 [Seg]

Calle 34	Tiempo del Ciclo	105 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	56 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	38 [Seg]

Avda. Rosita	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	53 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	36 [Seg]

Calle 35	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	52 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	37 [Seg]

Calle 50	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	52 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	32 [Seg]

Calle 36	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	49 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	40 [Seg]

Calle 55	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	51 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	33 [Seg]

Calle 37	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	48 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	36 [Seg]

Calle 56	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	47 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	32 [Seg]

Modelo 1	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde Fase 1	50 [Seg]
	Verde Fase 2	37 [Seg]

Modelo 2	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde Fase 1	52 [Seg]
	Verde Fase 2	40 [Seg]

Modelo 3	Tiempo del Ciclo	105 [Seg]
	Verde Fase 1	55 [Seg]
	Verde Fase 2	42 [Seg]

Tiempos de ciclo y de verde para los tres modelos carrera 22

Avda. Qseca	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	35 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	44 [Seg]

Calle 39	Tiempo del Ciclo	85 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	47 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	27 [Seg]

Calle 31	Tiempo del Ciclo	70 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	40 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	19 [Seg]

Calle 41	Tiempo del Ciclo	80 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	24 [Seg]

Calle 33	Tiempo del Ciclo	85 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	40 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	34 [Seg]

Calle 45	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	50 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	49 [Seg]

Calle 34	Tiempo del Ciclo	85 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	29 [Seg]

Avda. Rosita	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	47 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	52 [Seg]

Calle 35	Tiempo del Ciclo	80 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	24 [Seg]

Calle 50	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	50 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	34 [Seg]

Calle 36	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	50 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	39 [Seg]

Calle 56	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	47 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	42 [Seg]

Calle 37	Tiempo del Ciclo	80 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	47 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	22 [Seg]

Modelo 1	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde Fase 1	47 [Seg]
	Verde Fase 2	35 [Seg]

Modelo 2	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde Fase 1	54 [Seg]
	Verde Fase 2	38 [Seg]

Modelo 3	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde Fase 1	60 [Seg]
	Verde Fase 2	42 [Seg]

Tiempos de ciclo y de verde para los tres modelos carrera 27

Calle 32	Tiempo del Ciclo	70 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	43 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	16 [Seg]

Calle 42	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	70 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	29 [Seg]

Calle 33	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	59 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	25 [Seg]

Calle 45	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	65 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	44 [Seg]

Calle 34	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	53 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	26 [Seg]

Calle 48	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	67 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	42 [Seg]

Calle 35	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	69 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	30 [Seg]

Avda Gonz ales	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	70 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	39 [Seg]

Calle 36	Tiempo del Ciclo	115 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	67 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	37 [Seg]

Calle 54	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	68 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	31 [Seg]

Avda. Rosita	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	68 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	41 [Seg]

Calle 56	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	65 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	44 [Seg]

Calle 41	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	65 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	44 [Seg]

Modelo 1	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde Fase 1	66 [Seg]
	Verde Fase 2	36 [Seg]

Modelo 2	Tiempo del Ciclo	115 [Seg]
	Verde Fase 1	70 [Seg]
	Verde Fase 2	37 [Seg]

Modelo 3	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde Fase 1	72 [Seg]
	Verde Fase 2	40 [Seg]

Tiempos de ciclo y de verde para los tres modelos carrera 33

Avda. Qseca	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	49 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	40 [Seg]

Calle 45	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	52 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	37 [Seg]

Calle 32	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	47 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	32 [Seg]

Calle 48	Tiempo del Ciclo	105 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	55 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	39 [Seg]

Calle 34	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	39 [Seg]

Calle 50	Tiempo del Ciclo	105 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	56 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	38 [Seg]

Calle 36	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	49 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	40 [Seg]

Calle 52	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	56 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	43 [Seg]

Calle 41	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	47 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	37 [Seg]

Calle 56	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	56 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	53 [Seg]

Calle 42	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	48 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	36 [Seg]

Modelo 1	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde Fase 1	50 [Seg]
	Verde Fase 2	42 [Seg]

Modelo 2	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde Fase 1	56 [Seg]
	Verde Fase 2	46 [Seg]

Modelo 3	Tiempo del Ciclo	120 [Seg]
	Verde Fase 1	61 [Seg]
	Verde Fase 2	51 [Seg]

Tiempos de ciclo y de verde para los tres modelos calle 36

Carrera 15	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	50 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	49 [Seg]

Carrera 27	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	64 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	35 [Seg]

Carrera 21	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	48 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	36 [Seg]

Carrera 33	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	50 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	42 [Seg]

Carrera 22	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	34 [Seg]

Modelo 1	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde Fase 1	50 [Seg]
	Verde Fase 2	37 [Seg]

Modelo 2	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde Fase 1	52 [Seg]
	Verde Fase 2	40 [Seg]

Modelo 3	Tiempo del Ciclo	105 [Seg]
	Verde Fase 1	55 [Seg]
	Verde Fase 2	42 [Seg]

Tiempos de ciclo y de verde para los tres modelos calle 45

Carrera 9	Tiempo del Ciclo	80 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	40 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	32 [Seg]

Carrera 22	Tiempo del Ciclo	90 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	45 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	34 [Seg]

Carrera 15	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	50 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	49 [Seg]

Carrera 27	Tiempo del Ciclo	110 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	64 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	35 [Seg]

Carrera 21	Tiempo del Ciclo	95 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	48 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	36 [Seg]

Carrera 33	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde ef. Fase 1	50 [Seg]
	Verde ef. Fase 2	42 [Seg]

Modelo 1	Tiempo del Ciclo	100 [Seg]
	Verde Fase 1	50 [Seg]
	Verde Fase 2	42 [Seg]

Modelo 2	Tiempo del Ciclo	105 [Seg]
	Verde Fase 1	56 [Seg]
	Verde Fase 2	41 [Seg]

Modelo 3	Tiempo del Ciclo	115 [Seg]
	Verde Fase 1	60 [Seg]
	Verde Fase 2	47 [Seg]

CONSOLIDADO DE TIEMPOS DE CICLO PARA LOS DIFERENTES MODELOS

Modelo 1			
Corredor	Total Ciclo	Verde fase 1	Verde fase 2
Carrera 9ª	80	40	32
Carrera 15	110	52	50
Carrera 21	95	50	37
Carrera 22	90	47	35
Carrera 27	110	66	36
Carrera 33	100	50	42
A. Qseca	90	50	32
Calle 36	95	50	37
Calle 45	100	50	42
A. Gonzales	110	66	36

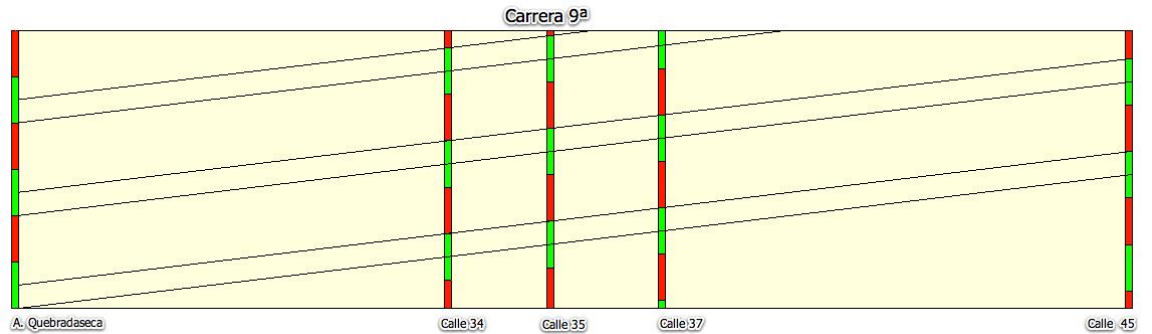
Modelo 2			
Corredor	Total Ciclo	Verde fase 1	Verde fase 2
Carrera 9ª	90	45	37
Carrera 15	115	55	52
Carrera 21	100	52	40
Carrera 22	100	54	38
Carrera 27	115	70	37
Carrera 33	110	56	46
A. Qseca	100	55	37
Calle 36	100	52	40
Calle 45	105	56	41
A. Gonzales	115	70	37

Modelo 3			
Corredor	Total Ciclo	Verde fase 1	Verde fase 2
Carrera 9ª	100	50	42
Carrera 15	120	57	55
Carrera 21	105	55	42
Carrera 22	110	60	42
Carrera 27	120	72	40
Carrera 33	120	61	51
A. Qseca	110	55	47
Calle 36	105	55	42
Calle 45	115	60	47
A. Gonzales	120	72	40

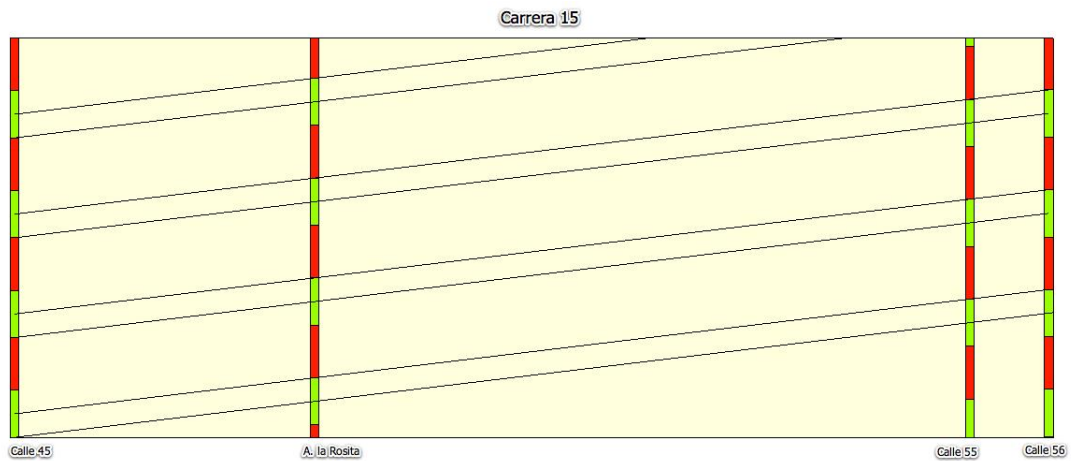
ANEXO 4. CÁLCULO DEL DESFASE DE SEMÁFOROS UTILIZANDO EL MÉTODO GEOMÉTRICO

**GRÁFICAS DE DESFASE DE SEMÁFOROS POR CORREDOR
(MÉTODO GEOMÉTRICO)**

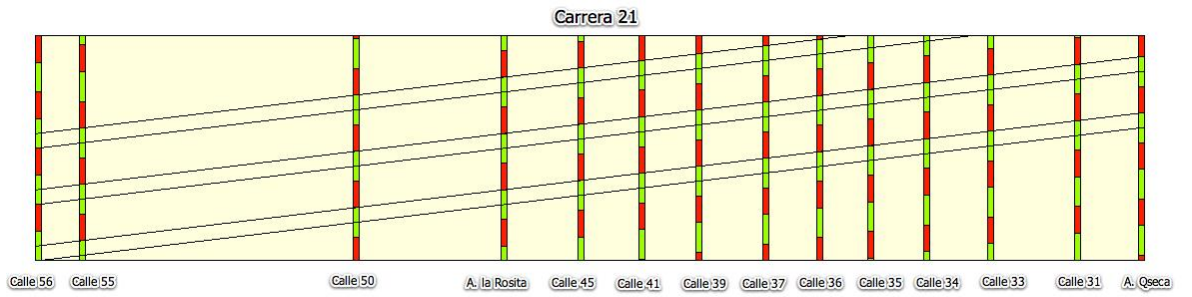
Desfase de semáforos Carrera 9



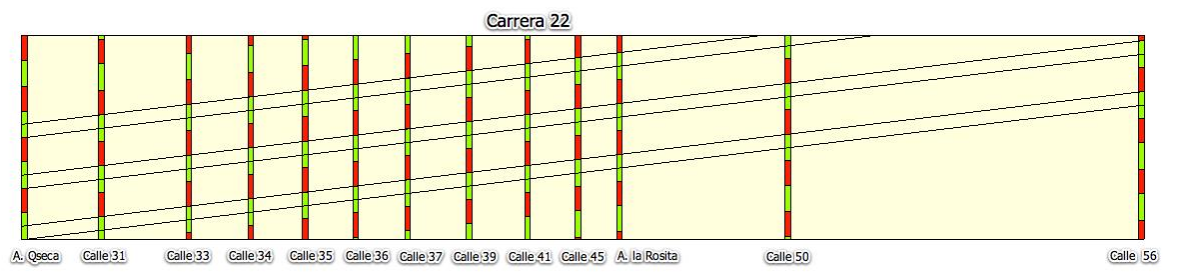
Desfase de semáforos Carrera 15



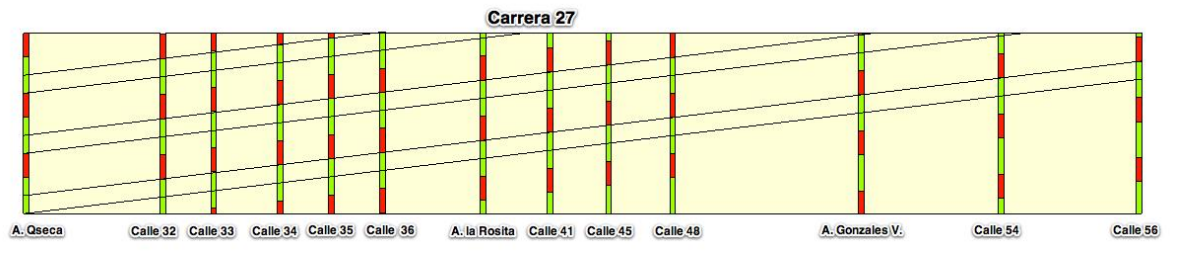
Desfase de semáforos Carrera 21



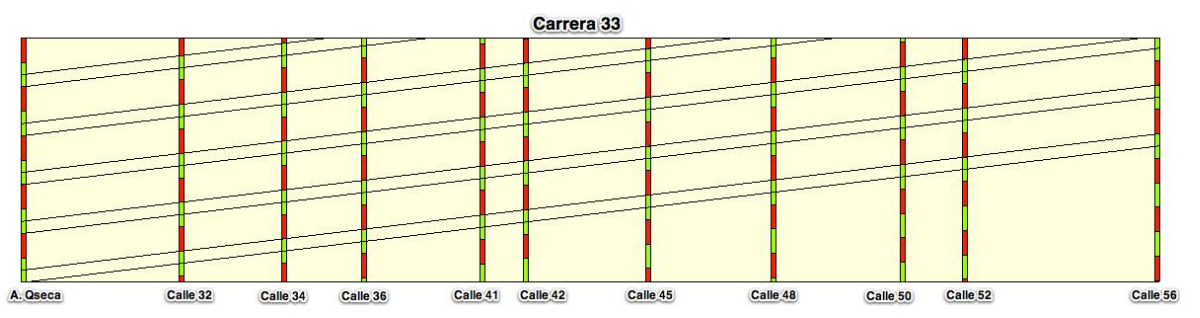
Desfase de semáforos Carrera 22



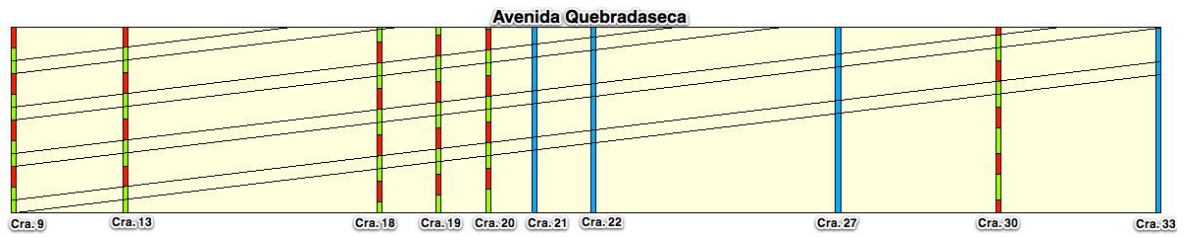
Desfase de semáforos Carrera 27



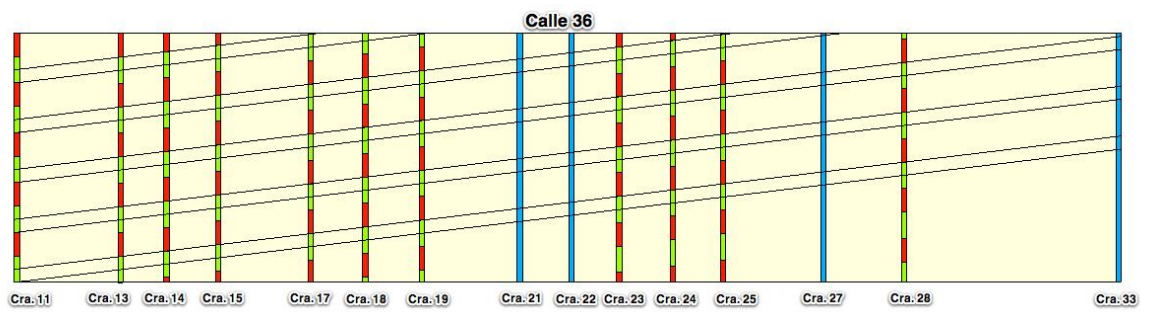
Desfase de semáforos Carrera 33



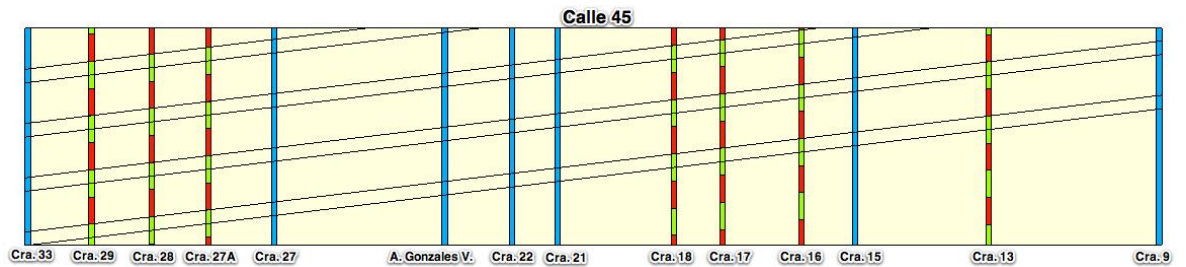
Desfase de semáforos Avenida Quebradaseca



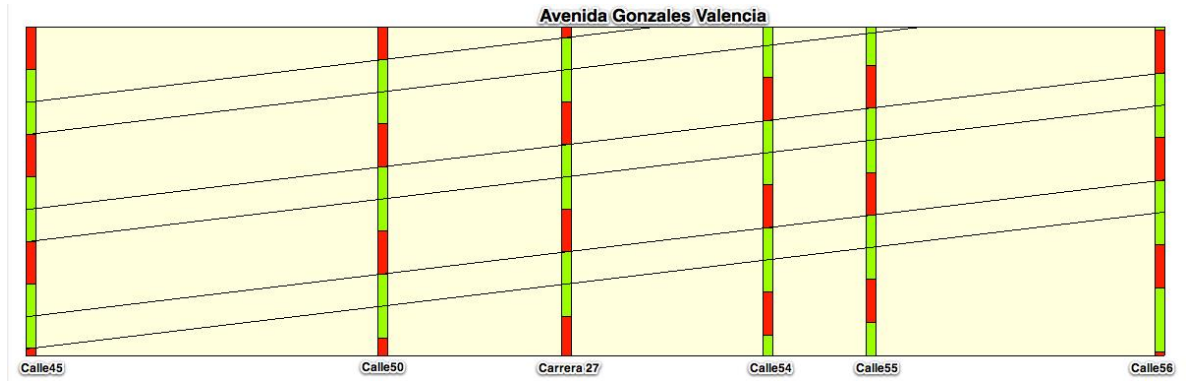
Desfase de semáforos Calle 36



Desfase de semáforos Calle 45



Desfase de semáforos Avenida Gonzales Valencia



DEFASE DE SEMÁFOROS (MODELO 1)

Carrera 9			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 34	45	374	25
Calle 35	11	88	35
Calle 37	12	96	73
Calle 45	48	403	15

Diagonal 15			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 45	0	0	0
Avda Rosita	40	331	14
Calle 55	87	723	100
Calle 56	10	87	1

Carrera 21			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 56	0	0	0
Calle 55	9	75	79
Calle 50	56	464	40
Avda Rosita	30	250	70
Calle 45	16	130	85
Calle 41	12	104	3
Calle 37	26	220	28
Calle 36	11	91	39
Calle 35	10	86	49
Calle 34	11	95	61
Calle 33	13	109	74
Calle 31	18	148	91
Qseca	13	107	9

Carrera 22			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 31	16	137	84
Calle 33	19	154	12
Calle 34	13	110	25
Calle 35	11	96	36
Calle 36	11	89	47
Calle 37	11	92	58
Calle 41	25	212	84
Calle 45	11	89	5
Avda Rosita	9	74	14
Calle 50	36	298	49
Calle 56	75	625	34

Carrera 27			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 32	30	252	107
Calle 33	11	93	11
Calle 34	15	121	23
Calle 35	11	95	34
Calle 36	11	93	108
Avda Rosita	22	184	86
Calle 41	15	124	71
Calle 45	13	107	52
Calle 48	14	117	119
A.Gonzales	41	346	41
Calle 54	31	257	82
Calle 56	30	253	52

Carrera 33			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 32	39	323	14
Calle 34	25	210	39
Calle 36	20	163	59
Calle 41	29	243	88
Calle 42	11	89	98

Carrera 33			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 45	30	250	28
Calle 48	31	256	59
Calle 50	32	265	91
Calle 52	15	128	6
Calle 56	47	393	53

Avenida Quebradaseca			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 09	0	0	0
Carrera 13	26	218	2
Carrera 18	60	496	61
Carrera 19	14	115	74
Carrera 20	12	97	86
Carrera 21	11	90	9
Carrera 22	14	115	0
Carrera 27	57	477	0
Carrera 30	0	313	26
Carrera 33	0	312	0

Calle 36			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 11	0	0	0
Carrera 13	24	198	94
Carrera 14	11	88	9
Carrera 15	12	99	21
Carrera 17	21	177	42
Carrera 18	13	104	55
Carrera 19	13	109	68
Carrera 21	22	187	39
Carrera 22	12	98	47
Carrera 23	11	92	18
Carrera 24	12	102	30
Carrera 25	12	97	42
Carrera 27	23	191	108
Carrera 28	19	155	84
Carrera 33	49	410	59

Avda La Rosita			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 27	0	0	86
A.Gonzales	51	422	8
Carrera 22	16	134	14
Carrera 21	12	101	70
Diagonal 15	51	423	14

Calle 45			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 33	0	0	28
Carrera 29	14	118	17
Carrera 28	13	111	31
Carrera 27A	13	105	43
Carrera 27	15	122	52
A.Gonzales	38	315	8
Carrera 22	15	125	5
Carrera 21	10	84	85
Carrera 18	26	215	46
Carrera 17	11	90	57
Carrera 16	17	146	75
Carrera 15	12	99	0
Carrera 13	30	248	6
Carrera 09	38	315	15

A.Gonzalez			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 45	0	0	8
Calle 50	43	362	18
Carrera 27	23	189	41
Calle 54	25	207	66
Calle 55	13	106	79
Calle 56	36	297	4

Calle 56			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 33	0	0	53
Carrera 32	15	129	4
Carrera 28	30	248	20
Carrera 27	15	122	52
Carrera 22	19	160	34
Carrera 21	9	76	0
Diagonal 15	7	58	1

DESFASE DE SEMÁFOROS (MODELO 2)

Carrera 9			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 34	45	374	23
Calle 35	11	88	33
Calle 37	12	96	45
Calle 45	48	403	3

Diagonal 15			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 45	0	0	0
Avda Rosita	40	331	13
Calle 55	87	723	99
Calle 56	10	87	110

Carrera 21			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 56	0	0	0
Calle 55	9	75	83
Calle 50	56	464	39
Avda Rosita	30	250	69
Calle 45	16	130	84
Calle 41	12	104	97
Calle 37	25	210	22
Calle 36	11	91	33
Calle 35	10	86	43
Calle 34	11	95	55
Calle 33	13	109	68
Calle 31	18	148	85
Qseca	13	107	98

Carrera 22			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 31	16	137	89
Calle 33	19	154	8
Calle 34	13	110	21
Calle 35	11	96	33
Calle 36	11	89	43
Calle 37	11	92	54

Carrera 22			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 41	25	212	80
Calle 45	11	89	90
Avda Rosita	9	74	0
Calle 50	36	298	35
Calle 56	75	625	10

Carrera 27			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 32	30	252	105
Calle 33	11	93	114
Calle 34	15	121	12
Calle 35	11	95	21
Calle 36	11	93	30
Avda Rosita	22	184	49
Calle 41	15	124	61
Calle 45	13	107	72
Calle 48	14	117	84
A.Gonzales	41	346	3
Calle 54	31	257	29
Calle 56	30	253	54

Carrera 33			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 32	39	323	11
Calle 34	25	210	36
Calle 36	20	163	56
Calle 41	29	243	85
Calle 42	11	89	95
Calle 45	30	250	15
Calle 48	31	256	46
Calle 50	32	265	78
Calle 52	15	128	93
Calle 56	47	393	30

Avenida Quebradaseca			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 09	0	0	0
Carrera 13	26	218	99
Carrera 18	60	496	59
Carrera 19	14	115	72
Carrera 20	12	97	84
Carrera 21	11	90	98
Carrera 22	14	115	0
Carrera 27	57	477	0
Carrera 30	0	313	4
Carrera 33	0	312	0

Avda La Rosita			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 27	0	0	49
A.Gonzales	51	422	52
Carrera 22	16	134	0
Carrera 21	12	101	69
Diagonal 15	51	423	13

Calle 36			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 11	0	0	0
Carrera 13	24	198	98
Carrera 14	11	88	8
Carrera 15	12	99	20
Carrera 17	21	177	41
Carrera 18	13	104	54
Carrera 19	13	109	67
Carrera 21	22	187	33
Carrera 22	12	98	43
Carrera 23	11	92	12
Carrera 24	12	102	25
Carrera 25	12	97	36
Carrera 27	23	191	30
Carrera 28	19	155	78
Carrera 33	49	410	56

Calle 45			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 33	0	0	15
Carrera 29	14	118	91
Carrera 28	13	111	104
Carrera 27A	13	105	12
Carrera 27	15	122	72
A.Gonzales	38	315	52
Carrera 22	15	125	90
Carrera 21	10	84	84
Carrera 18	26	215	10
Carrera 17	11	90	21
Carrera 16	17	146	39
Carrera 15	12	99	0
Carrera 13	30	248	80
Carrera 09	38	315	3

A.Gonzalez			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 45	0	0	52
Calle 50	43	362	95
Carrera 27	23	189	3
Calle 54	25	207	28
Calle 55	13	106	41
Calle 56	36	297	76

Calle 56			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 33	0	0	30
Carrera 32	15	129	76
Carrera 28	30	248	24
Carrera 27	15	122	54
Carrera 22	19	160	10
Carrera 21	9	76	0
Diagonal 15	7	58	110

DESFASE DE SEMÁFOROS (MODELO 3)

Carrera 9			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 34	45	374	20
Calle 35	11	88	30
Calle 37	12	96	42
Calle 45	48	403	90

Diagonal 15			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 45	0	0	0
Avda Rosita	40	331	12
Calle 55	87	723	98
Calle 56	10	87	109

Carrera 21			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 56	0	0	0
Calle 55	9	75	87
Calle 50	56	464	38
Avda Rosita	30	250	68
Calle 45	16	130	83
Calle 41	12	104	96
Calle 37	26	220	16
Calle 36	11	91	27
Calle 35	10	86	37
Calle 34	11	95	49
Calle 33	13	109	62
Calle 31	18	148	79
Qseca	13	107	92

Carrera 22			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 31	16	137	96
Calle 33	19	154	5
Calle 34	13	110	18
Calle 35	11	96	30

Carrera 22			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 36	11	89	40
Calle 37	11	92	51
Calle 41	25	212	77
Calle 45	11	89	87
Avda Rosita	9	74	96
Calle 50	36	298	22
Calle 56	75	625	97

Carrera 27			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 32	30	252	114
Calle 33	11	93	5
Calle 34	15	121	20
Calle 35	11	95	31
Calle 36	11	93	43
Avda Rosita	22	184	65
Calle 41	15	124	79
Calle 45	13	107	92
Calle 48	14	117	106
A.Gonzales	41	346	28
Calle 54	31	257	59
Calle 56	30	253	89

Carrera 33			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Qseca	0	0	0
Calle 32	39	323	9
Calle 34	25	210	34
Calle 36	20	163	54
Calle 41	29	243	83
Calle 42	11	89	94
Calle 45	30	250	3
Calle 48	31	256	34
Calle 50	32	265	66
Calle 52	15	128	81
Calle 56	47	393	8

Avenida Quebradaseca			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 09	0	0	0
Carrera 13	26	218	109
Carrera 18	60	496	59
Carrera 19	14	115	72
Carrera 20	12	97	84
Carrera 21	11	90	92
Carrera 22	14	115	0
Carrera 27	57	477	0
Carrera 30	0	313	0
Carrera 33	0	312	0

Avda La Rosita			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 27	0	0	65
A.Gonzales	51	422	82
Carrera 22	16	134	96
Carrera 21	12	101	68
Diagonal 15	51	423	12

Calle 36			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 11	0	0	0
Carrera 13	24	198	102
Carrera 14	11	88	7
Carrera 15	12	99	19
Carrera 17	21	177	40
Carrera 18	13	104	53
Carrera 19	13	109	66
Carrera 21	22	187	27
Carrera 22	12	98	40
Carrera 23	11	92	6
Carrera 24	12	102	18
Carrera 25	12	97	30
Carrera 27	23	191	43
Carrera 28	19	155	72
Carrera 33	49	410	54

Calle 45			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 33	0	0	3
Carrera 29	14	118	97
Carrera 28	13	111	110
Carrera 27A	13	105	8
Carrera 27	15	122	92
A.Gonzales	38	315	82
Carrera 22	15	125	87
Carrera 21	10	84	83
Carrera 18	26	215	111
Carrera 17	11	90	7
Carrera 16	17	146	25
Carrera 15	12	99	0
Carrera 13	30	248	66
Carrera 09	38	315	90

A.Gonzales			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Calle 45	0	0	82
Calle 50	43	362	5
Carrera 27	23	189	28
Calle 54	25	207	53
Calle 55	13	106	66
Calle 56	36	297	101

Calle 56			
Intersección	Tiempo [Seg]	Longitud [m]	Inicio Ciclo [Seg]
Carrera 33	0	0	8
Carrera 32	15	129	101
Carrera 28	30	248	59
Carrera 27	15	122	89
Carrera 22	19	160	97
Carrera 21	9	76	0
Diagonal 15	7	58	109

ANEXO 5. Tiempos y ciclos de verde para la ciudad de Bucaramanga para tres diferentes modelos

TIEMPOS DE CICLOS Y DE VERDE (MODELO 1)

Ciclo de 80 Seg			
Carrera 09 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	25	65	40
2	69	21	32

Ciclo de 80 Seg			
Carrera 09 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	35	75	40
2	79	31	32

Ciclo de 80 Seg			
Carrera 09 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	73	33	40
2	37	69	32

Ciclo de 80 Seg			
Carrera 09 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	15	55	40
2	59	11	32

Ciclo de 110 Seg			
Diagonal 15 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	50	50
2	54	106	52

Ciclo de 110 Seg			
Diagonal 15 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	14	64	50
2	68	10	52

Ciclo de 110 Seg			
Diagonal 15 Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	100	40	50
2	44	96	52

Ciclo de 110 Seg			
Diagonal 15 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	1	51	50
2	55	107	52

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	50	50
2	54	91	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	79	34	50
2	38	75	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	40	90	50
2	94	36	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	70	25	50
2	29	66	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	85	40	50
2	44	81	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	3	53	50
2	57	94	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	28	78	50
2	82	24	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	39	89	50
2	93	35	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	49	4	50
2	8	45	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	61	16	50
2	20	57	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	74	29	50
2	33	70	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 Calle 31			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	91	46	50
2	50	87	37

Ciclo de 95 Seg			
Carrera 21 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	9	59	50
2	63	5	37

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	47	47
2	51	86	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 31			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	84	41	47
2	45	80	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	12	59	47
2	63	8	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	25	72	47
2	76	21	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	36	83	47
2	87	32	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	47	4	47
2	8	43	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	58	15	47
2	19	54	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	84	41	47
2	45	80	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	5	52	47
2	56	91	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	14	61	47
2	65	10	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	49	6	47
2	10	45	35

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 22 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	34	81	47
2	85	30	35

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	66	66
2	70	106	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 32			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	107	63	66
2	67	103	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	11	77	66
2	81	7	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	23	89	66
2	93	19	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	34	100	66
2	104	30	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	108	64	66
2	68	104	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	86	42	66
2	46	82	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	71	27	66
2	31	67	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	52	8	66
2	12	48	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 48			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	119	75	66
2	79	115	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 A. Gonzales V.			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	41	107	66
2	1	37	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 54			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	82	38	66
2	42	78	36

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 27 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	52	8	66
2	12	48	36

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	50	50
2	54	96	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 32			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	14	64	50
2	68	10	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	39	89	50
2	93	35	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	59	9	50
2	13	55	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	88	38	50
2	42	84	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 42			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	98	48	50
2	52	94	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	28	78	50
2	82	24	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 48			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	59	9	50
2	13	55	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	91	41	50
2	45	87	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 52			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	6	56	50
2	60	2	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 33 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	53	3	50
2	7	49	42

Ciclo de 90 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	2	52	50
2	56	88	32

Ciclo de 90 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 15			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	24	74	50
2	78	20	32

Ciclo de 90 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	61	21	50
2	25	57	32

Ciclo de 90 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 19			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	74	34	50
2	38	70	32

Ciclo de 90 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 20			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	86	46	50
2	50	82	32

Ciclo de 90 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 30			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	26	76	50
2	80	22	32

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	94	49	50
2	53	90	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 14			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	9	59	50
2	63	5	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 15			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	21	71	50
2	75	17	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 17			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	42	92	50
2	1	38	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	55	10	50
2	14	51	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 19			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	68	23	50
2	27	64	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 23			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	18	68	50
2	72	14	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 24			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	30	80	50
2	84	26	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 25			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	42	92	50
2	1	38	37

Ciclo de 95 Seg			
Calle 36 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	84	39	50
2	43	80	37

Ciclo de 100 Seg			
Calle 45 Carrera 29			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	17	67	50
2	71	13	42

Ciclo de 100 Seg			
Calle 45 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	31	81	50
2	85	27	42

Ciclo de 100 Seg			
Calle 45 Carrera 27 A			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	43	93	50
2	97	39	42

Ciclo de 100 Seg			
Calle 45 A. Gonzales V.			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	8	58	50
2	62	4	42

Ciclo de 100 Seg			
Calle 45 Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	46	96	50
2	100	42	42

Ciclo de 100 Seg			
Calle 45 Carrera 17			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	57	7	50
2	11	53	42

Ciclo de 100 Seg			
Calle 45 Carrera 16			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	75	25	50
2	29	71	42

Ciclo de 100 Seg			
Calle 45 Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	6	56	50
2	60	2	42

Ciclo de 110 Seg			
A. Gonzales V. Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	18	84	66
2	88	14	36

Ciclo de 110 Seg			
A. Gonzales V. Calle 54			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	66	22	66
2	26	62	36

Ciclo de 110 Seg			
A. Gonzales V. Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	79	35	66
2	39	75	36

Ciclo de 110 Seg			
A. Gonzales V. Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	4	70	66
2	74	110	36

Ciclo de 110 Seg			
Calle 56 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	20	86	66
2	90	16	36

TIEMPOS DE CICLOS Y DE VERDE (MODELO 2)

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 09 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	23	68	45
2	72	19	37

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 09 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	33	78	45
2	82	29	37

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 09 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	45	90	45
2	4	41	37

Ciclo de 90 Seg			
Carrera 09 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	3	48	45
2	52	89	37

Ciclo de 115 Seg			
Diagonal 15 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	55	55
2	59	111	52

Ciclo de 115 Seg			
Diagonal 15 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	13	68	55
2	72	9	52

Ciclo de 115 Seg			
Diagonal 15 Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	99	39	55
2	43	95	52

Ciclo de 115 Seg			
Diagonal 15 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	110	50	55
2	54	106	52

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	52	52
2	56	96	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	83	35	52
2	39	79	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	39	91	52
2	95	35	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	69	21	52
2	25	65	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	84	36	52
2	40	80	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	97	49	52
2	53	93	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	22	74	52
2	78	18	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	33	85	52
2	89	29	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	43	95	52
2	99	39	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	55	7	52
2	11	51	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	68	20	52
2	24	64	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 Calle 31			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	85	37	52
2	41	81	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 21 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	98	50	52
2	54	94	40

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	54	54
2	58	96	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 31			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	89	43	54
2	47	85	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	8	62	54
2	66	4	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	21	75	54
2	79	17	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	33	87	54
2	91	29	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	43	97	54
2	1	39	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	54	8	54
2	12	50	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	80	34	54
2	38	76	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	90	44	54
2	48	86	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	54	54
2	58	96	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	35	89	54
2	93	31	38

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 22 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	10	64	54
2	68	6	38

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	70	70
2	74	111	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 32			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	105	60	70
2	64	101	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	114	69	70
2	73	110	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	12	82	70
2	86	8	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	21	91	70
2	95	17	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	30	100	70
2	104	26	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	49	4	70
2	8	45	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	61	16	70
2	20	57	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	72	27	70
2	31	68	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 48			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	84	39	70
2	43	80	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 A. Gonzales V.			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	3	73	70
2	77	114	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 54			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	29	99	70
2	103	25	37

Ciclo de 115 Seg			
Carrera 27 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	54	9	70
2	13	50	37

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	56	56
2	60	106	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 32			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	11	67	56
2	71	7	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	36	92	56
2	96	32	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	56	2	56
2	6	52	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	85	31	56
2	35	81	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 42			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	95	41	56
2	45	91	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	15	71	56
2	75	11	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 48			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	46	102	56
2	106	42	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	78	24	56
2	28	74	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 52			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	93	39	56
2	43	89	46

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 33 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	30	86	56
2	90	26	46

Ciclo de 100 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	99	54	55
2	58	95	37

Ciclo de 100 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 15			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	22	77	55
2	81	18	37

Ciclo de 100 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	59	14	55
2	18	55	37

Ciclo de 100 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 19			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	72	27	55
2	31	68	37

Ciclo de 100 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 20			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	84	39	55
2	43	80	37

Ciclo de 100 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 30			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	4	59	55
2	63	100	37

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	98	50	52
2	54	94	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 14			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	8	60	52
2	64	4	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 15			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	20	72	52
2	76	16	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 17			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	41	93	52
2	97	37	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	54	6	52
2	10	50	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 19			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	67	19	52
2	23	63	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 23			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	12	64	52
2	68	8	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 24			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	25	77	52
2	81	21	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 25			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	36	88	52
2	92	32	40

Ciclo de 100 Seg			
Calle 36 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	78	30	52
2	34	74	40

Ciclo de 105 Seg			
Calle 45 Carrera 29			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	91	42	56
2	46	87	41

Ciclo de 105 Seg			
Calle 45 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	104	55	56
2	59	100	41

Ciclo de 105 Seg			
Calle 45 Carrera 27 A			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	12	68	56
2	72	8	41

Ciclo de 105 Seg			
Calle 45 A. Gonzales V.			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	52	3	56
2	7	48	41

Ciclo de 105 Seg			
Calle 45 Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	10	66	56
2	70	6	41

Ciclo de 105 Seg			
Calle 45 Carrera 17			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	21	77	56
2	81	17	41

Ciclo de 105 Seg			
Calle 45 Carrera 16			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	39	95	56
2	99	35	41

Ciclo de 105 Seg			
Calle 45 Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	80	31	56
2	35	76	41

Ciclo de 115 Seg			
A. Gonzales V. Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	95	50	70
2	54	91	37

Ciclo de 115 Seg			
A. Gonzales V. Calle 54			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	28	98	70
2	102	24	37

Ciclo de 115 Seg			
A. Gonzales V. Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	41	111	70
2	115	37	37

Ciclo de 115 Seg			
A. Gonzales V. Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	76	31	70
2	35	72	37

Ciclo de 115 Seg			
Calle 56 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	24	94	70
2	98	20	37

TIEMPOS DE CICLOS Y DE VERDE (MODELO 3)

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 09 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	20	70	50
2	74	16	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 09 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	30	80	50
2	84	26	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 09 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	42	92	50
2	96	38	42

Ciclo de 100 Seg			
Carrera 09 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	90	40	50
2	44	86	42

Ciclo de 120 Seg			
Diagonal 15 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	57	57
2	61	116	55

Ciclo de 120 Seg			
Diagonal 15 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	12	69	57
2	73	8	55

Ciclo de 120 Seg			
Diagonal 15 Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	98	35	57
2	39	94	55

Ciclo de 120 Seg			
Diagonal 15 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	109	46	57
2	50	105	55

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	55	55
2	59	101	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	87	37	55
2	41	83	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	38	93	55
2	97	34	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	68	18	55
2	22	64	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	83	33	55
2	37	79	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	96	46	55
2	50	92	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	16	71	55
2	75	12	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	27	82	55
2	86	23	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	37	92	55
2	96	33	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	49	104	55
2	3	45	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	62	12	55
2	16	58	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 Calle 31			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	79	29	55
2	33	75	42

Ciclo de 105 Seg			
Carrera 21 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	92	42	55
2	46	88	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	60	60
2	64	106	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 31			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	96	46	60
2	50	92	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	5	65	60
2	69	111	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	18	78	60
2	82	14	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	30	90	60
2	94	26	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	40	100	60
2	104	36	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 37			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	51	1	60
2	5	47	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	77	27	60
2	31	73	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	87	37	60
2	41	83	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	96	46	60
2	50	92	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	22	82	60
2	86	18	42

Ciclo de 110 Seg			
Carrera 22 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	97	47	60
2	51	93	42

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	72	72
2	76	116	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 32			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	114	66	72
2	70	110	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 33			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	5	77	72
2	81	121	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	20	92	72
2	96	16	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 35			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	31	103	72
2	107	27	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	43	115	72
2	119	39	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 A. Rosita			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	65	17	72
2	21	61	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	79	31	72
2	35	75	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	92	44	72
2	48	88	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 48			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	106	58	72
2	62	102	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 A. Gonzales V.			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	28	100	72
2	104	24	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 54			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	59	11	72
2	15	55	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 27 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	89	41	72
2	45	85	40

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 A. Quebradaseca			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	61	61
2	65	116	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 32			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	9	70	61
2	74	5	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 34			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	34	95	61
2	99	30	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 36			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	54	115	61
2	119	50	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 41			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	83	24	61
2	28	79	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 42			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	94	35	61
2	39	90	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 45			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	3	64	61
2	68	119	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 48			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	34	95	61
2	99	30	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	66	7	61
2	11	62	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 52			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	81	22	61
2	26	77	51

Ciclo de 120 Seg			
Carrera 33 Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	8	69	61
2	73	4	51

Ciclo de 110 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	109	54	55
2	58	105	47

Ciclo de 110 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 15			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	20	75	55
2	79	16	47

Ciclo de 110 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	59	4	55
2	8	55	47

Ciclo de 110 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 19			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	72	17	55
2	21	68	47

Ciclo de 110 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 20			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	84	29	55
2	33	80	47

Ciclo de 110 Seg			
A. Quebradaseca Carrera 30			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	0	55	55
2	59	106	47

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	102	52	55
2	56	98	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 14			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	7	62	55
2	66	3	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 15			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	19	74	55
2	78	15	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 17			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	40	95	55
2	99	36	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	53	3	55
2	7	49	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 19			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	66	16	55
2	20	62	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 23			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	6	61	55
2	65	2	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 24			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	18	73	55
2	77	14	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 25			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	30	85	55
2	89	26	42

Ciclo de 105 Seg			
Calle 36 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	72	22	55
2	26	68	42

Ciclo de 115 Seg			
Calle 45 Carrera 29			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	97	42	60
2	46	93	47

Ciclo de 115 Seg			
Calle 45 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	110	55	60
2	59	106	47

Ciclo de 115 Seg			
Calle 45 Carrera 27 A			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	8	68	60
2	72	4	47

Ciclo de 115 Seg			
Calle 45 A. Gonzales V.			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	82	27	60
2	31	78	47

Ciclo de 115 Seg			
Calle 45 Carrera 18			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	111	56	60
2	60	107	47

Ciclo de 115 Seg			
Calle 45 Carrera 17			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	7	67	60
2	71	3	47

Ciclo de 115 Seg			
Calle 45 Carrera 16			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	25	85	60
2	89	21	47

Ciclo de 115 Seg			
Calle 45 Carrera 13			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	66	11	60
2	15	62	47

Ciclo de 120 Seg			
A. Gonzales V. Calle 50			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	5	77	72
2	81	121	40

Ciclo de 120 Seg			
A. Gonzales V. Calle 54			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	53	5	72
2	9	49	40

Ciclo de 120 Seg			
A. Gonzales V. Calle 55			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	66	18	72
2	22	62	40

Ciclo de 120 Seg			
A. Gonzales V. Calle 56			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	101	53	72
2	57	97	40

Ciclo de 120 Seg			
Calle 56 Carrera 28			
Fase	Inicio	Fin	Duración
1	59	11	72
2	15	55	40