

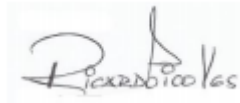
**ANÁLISIS DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR GENERADA EN CINCO  
GLORIETAS DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**WENDY LORAINÉ CORTES BLANCO  
JHONNY ANDRÉS REY CALDERÓN**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2021**

**ANÁLISIS DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR GENERADA EN CINCO  
GLORIETAS DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**WENDY LORAINÉ CORTES BLANCO  
JHONNY ANDRÉS REY CALDERÓN**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ricardo Pico Vargas", is centered on the page. The signature is written in a cursive style with a large initial 'R'.

**Proyecto de grado presentado para optar al título de  
INGENIERO(A) CIVIL**

**DIRECTOR  
RICARDO PICO VARGAS  
INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERIAS  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2021**

## **DEDICATORIA**

*Inicialmente quiero darle gracias a Dios quien junto a mis padres Gianni Cortes Rubio y Dianys Blanco han sido el pilar para que hoy en día pueda terminar una etapa más de mi vida que es muy importante donde he aprendido y me deja una experiencia gratificante, ese logro es de ustedes porque sin ustedes no sería nada.*

*A mis hermanas Elsy cortes y Ana cortes también les quiero agradecer por el amor, por siempre contar con su apoyo, compañía, son un ejemplo por seguir.*

*Por último, darle gracias a todas las personas que estuvieron en muchos momentos apoyándome y dándome ánimos en varias circunstancias en este proceso, lo cual todo tipo de palabra ayudaron a fortalecerme y sacarme una sonrisa.*

*Wendy Loraine Cortes Blanco*

*Dedico este proyecto de grado principalmente a mi madre Yolanda Calderon por apoyarme en cada paso, por sus consejos y la educación que me ha brindado, también a mi padre Reynaldo Rey quien fue quien me brindo su apoyo económico y emocional para alentarme a seguir adelante.*

*Mi hija Alisson Rey, por ser mi motor y mi motivación constante que permitieron que hoy en día sea la persona que soy y por último a mi hermana por ser esa amiga incondicional, por ser el ejemplo a seguir del cual aprendí tantas cosas y agradezco hoy en día su apoyo.*

*Jhonny Andres Rey Calderon*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradecemos a Dios, primeramente, a la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga por sus enseñanzas, comprensión y por brindar calidad educativa a los estudiantes, por sus consejos. A nuestro director de tesis el Ingeniero Ricardo Pico por ayudarnos y guiarnos en el desarrollo del proyecto de grado. Estamos enormemente agradecidos.*

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción .....	2
2.	Formulación del Problema.....	3
3.	Justificación .....	4
4.	Objetivos.....	5
4.1.	Objetivo general.....	5
4.2.	Objetivos Específicos.....	5
5.	Marco teórico .....	6
5.1.	Glorieta .....	6
5.2.	Sección de Entrecruzamiento.....	7
5.3.	Factor de equivalencia .....	8
5.4.	Intersecciones giratorias.....	8
5.5.	Distancia de visibilidad de cruce (Dc).....	9
5.6.	Carriles de cambio de velocidad.....	10
5.6.1.	Carriles de aceleración .....	10
5.7.	Carril de desaceleración .....	12
5.7.1.	Tipo directo.....	12
5.7.2.	Tipo paralelo .....	12
5.8.	Isletas .....	13
5.8.1.	Direccionales.....	13
5.8.2.	Separadoras .....	13
5.9.	Enlace.....	14
5.9.1.	Ramal de Entrada.....	15
5.9.2.	Ramal de Salida .....	15

5.10.	Capacidad vial.....	16
5.11.	Demanda .....	16
5.12.	Volumen de tránsito.....	16
5.13.	Niveles de servicio.....	17
6.	Análisis del entorno .....	18
6.1.	Localización geográfica .....	18
6.2.	Glorietas de estudio.....	19
6.2.1.	Identificación geográficas de las glorietas .....	20
6.2.2.	Área de actividad en las glorietas de estudio .....	21
7.	Metodología.....	24
7.1.	Geometría de las glorietas.....	24
7.2.	Modelación de glorietta por software AutoCAD.....	25
7.3.	Estudio de transito.....	30
7.3.1.	Hora de máxima demanda .....	30
7.3.2.	Volumen vehicular.....	34
7.3.3.	Señalización vial .....	37
7.4.	Estudio de velocidades.....	37
8.	Análisis de resultados .....	40
8.1.	Estatua Simón Bolívar-uis .....	40
8.1.1.	Criterio geométrico .....	41
8.1.2.	Ancho de Calzada .....	43
8.1.3.	Isletas .....	47
8.1.4.	Capacidad de la sección de Entrecruzamiento (Qp).....	48

8.1.5.	Determinación de Velocidad a flujo libre.....	51
8.1.6.	Nivel de Servicio.....	53
8.2.	Estadio Alfonso López.....	54
8.2.1.	Criterio geométrico.....	55
8.2.2.	Ancho de Calzada.....	58
8.2.3.	Isletas.....	60
8.2.4.	Capacidad de sección de Entrecruzamiento.....	61
8.2.5.	Determinación de velocidad a flujo libre.....	63
8.2.6.	Nivel de Servicio.....	65
8.3.	Anillo vial.....	66
8.3.1.	Criterio geométrico.....	67
8.3.2.	Ancho de calzada.....	69
8.3.3.	Isletas.....	70
8.3.4.	Capacidad de sección de entrecruzamiento.....	71
8.3.5.	Determinación de Velocidad a Flujo Libre.....	73
8.3.6.	Nivel de Servicio.....	75
8.4.	San francisco.....	76
8.4.1.	Criterio geométrico.....	77
8.4.2.	Ancho de calzada.....	79
8.4.3.	Isletas.....	81
8.4.4.	Capacidad de sección de Entrecruzamiento.....	82
8.4.5.	Determinación de Velocidad a Flujo libre.....	84
8.4.6.	Nivel de Servicio.....	86

8.5.	Mejoras públicas .....	87
8.5.1.	Criterio geométrico .....	88
8.5.2.	Ancho de Calzada .....	90
8.5.3.	Isleta.....	92
8.5.4.	Capacidad de sección de Entrecruzamiento.....	93
8.5.5.	Determinación de Velocidad a flujo libre.....	95
8.5.6.	Nivel de Servicio.....	97
9.	Conclusiones.....	98
10.	Bibliografía.....	100
11.	Anexos .....	102

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1.Características básicas de la Glorieta.....	6
Imagen 2.Comparacion de recorridos óptimos y críticos .....	9
Imagen 3.Distancia de visibilidad en intersecciones. Triángulo mínimo de Visibilidad....	9
Imagen 4.Carril de aceleración .....	10
Imagen 5.carriles de desaceleración .....	12
Imagen 6.Isletas Direccionales .....	14
Imagen 7.Isletas separadoras .....	14
Imagen 8.Características geométricas de ramal de entrada o salida.....	15
Imagen 15.Territorio Colombiano .....	18
Imagen 16.ubicación geográfica del proyecto .....	18
Imagen 17.Identificación de las glorietas .....	19
Imagen 18.Estatua Simón Bolívar-UIS.....	20
Imagen 19.Estadio Alfonso López.....	20
Imagen 20.Anillo Vial .....	20
Imagen 21.San Francisco .....	20
Imagen 22.Mejoras Públicas.....	21
Imagen 23.Estatua Simón Bolívar-UIS.....	21
Imagen 24.Estadio Alfonso López.....	21
Imagen 25.Anillo Vial .....	22
Imagen 26. San Francisco .....	22
Imagen 27.Mejoras Publicas.....	22
Imagen 28.Estatua Simón Bolívar-UIS.....	25
Imagen 29.Estadio Alfonso López.....	25

Imagen 30.Anillo vial .....	26
Imagen 31.San francisco .....	26
Imagen 32.Mejoras Publicas .....	27
Imagen 33.Elaboracion tabla mediciones de entradas y salidas .....	28
Imagen 34.Decámetro de Medición .....	29
Imagen 35.Toma de medida en campo .....	30
Imagen 36.Formato para conteos .....	35
Imagen 37.Aforo en Campo, vehículos mixtos .....	36
Imagen 38. Formato toma de datos de velocidades .....	38
Imagen 39.Silbato Plástico.....	39

## LISTA DE FIGURAS

figura 1.volúmenes totales (ade/h).....	40
figura 2. Radios y Diámetros de la glorieta .....	42
figura 3. Ángulos de Entrada y Salida .....	42
figura 4. Anchos de calzadas Simón Bolívar-UIS .....	44
figura 5.Radio de las Isletas .....	47
figura 6. Longitud de sección de entrecruzamiento .....	48
figura 7.Volúmenes totales (ade/h) .....	54
figura 8.Radios y Diámetros Estadio Alfonso López .....	55
figura 9.Ángulos de Entrada y Salida .....	56
figura 10.Ancho de calzada glorieta Estadio Alfonso López .....	58
figura 11.Radio de las Isletas .....	60
figura 12. Longitud para secciones de Entrecruzamiento.....	61
figura 13.volúmenes totales (ade/h).....	66
figura 14.Radios y Diámetros glorieta anillo vial .....	67
figura 15. Radios de Entrada y Salida.....	67
figura 16.Ancho de calzada glorieta Anillo vial .....	69
figura 17.Radio de las Isletas .....	70
figura 18.Longitud para secciones de Entrecruzamiento.....	71
figura 19. Volúmenes totales (ade/h).....	76
figura 20.Diametros y radios de glorieta San Francisco .....	77
figura 21. Ángulos de entrada y Salida.....	77
figura 22.Ancho de calzada glorieta San francisco.....	79
figura 23.Radio de las Isletas .....	81

figura 24.Longitud para secciones de Entrecruzamiento .....	82
figura 25. Volúmenes totales (ade/h) .....	87
figura 26. Radios y diámetros glorieta Mejoras públicas. ....	88
figura 27.Ángulos de entrada y salida.....	89
figura 28.Ancho de calzada glorieta Mejoras publicas .....	90
figura 29.Radio de las Isletas .....	92
figura 30.Longitud para secciones de Entrecruzamiento .....	93

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterio de diseño de glorieta.....	7
Tabla 2. Longitud mínima de Entrecruzamiento. ....	8
Tabla 3. Factores de Equivalencia Vehicular .....	8
Tabla 4. Longitud mínima de Carril de aceleración .....	11
Tabla 5. Longitud mínima de un carril de desaceleración .....	13
Tabla 6. Ancho de calzada en ramales de salida o entrada en función del radio interior. ....	16
Tabla 7. Nivel de Servicio en función de la relación $v/c$ .....	17
Tabla 8. Ubicación de Glorietas de Estudio.....	23
Tabla 9. Características geométricas de las glorietas.....	24
Tabla 10. Número de objetos .....	37
Tabla 11. Criterio de Diseño de Glorietas .....	41
Tabla 12. Verificación de criterios geométricos .....	43
Tabla 13. Ancho de ramal de salida y entrada en función del radio.....	45
Tabla 14. Verificación de ancho de calzada Estatua Simón Bolívar-UIS .....	46
Tabla 15. Datos isletas .....	47
Tabla 16. Capacidad de sección de Entrecruzamiento.....	49
Tabla 17. Criterio de Diseño de Glorietas .....	50
Tabla 18. Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia.....	51
Tabla 19. Frecuencia de Velocidades .....	52
Tabla 20. Determinación de nivel de servicio .....	53
Tabla 21. Verificación de Criterios geométricos .....	56
Tabla 22. Verificación de ancho de calzada Estadio Alfonso López .....	59

Tabla 23.Datos de Isletas .....	60
Tabla 24.Capacidad de Sección de Entrecruzamiento .....	62
Tabla 25.Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia.....	63
<i>Tabla 26.Frecuencia de Velocidades.....</i>	<i>63</i>
Tabla 27.Determinación de nivel de servicio .....	65
Tabla 28.Verificación de Criterios.....	68
Tabla 29.Verificación de ancho de calzada Estadio Alfonso López .....	69
Tabla 30.Datos de Isletas .....	71
Tabla 31.Capacidad de Sección de Entrecruzamiento .....	72
Tabla 32.Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia.....	73
Tabla 33.Frecuencia de Velocidades .....	73
Tabla 34. Determinación de nivel de servicio .....	75
Tabla 35. Verificación de criterios Glorieta San francisco.....	78
Tabla 36.Verificacion de anchos de calzada San Francisco .....	80
Tabla 37.Datos de Isletas .....	82
Tabla 38.Capacidad de Sección de Entrecruzamiento .....	83
Tabla 39.Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia.....	84
Tabla 40.Frecuencia de Velocidades .....	84
Tabla 41. Determinación de nivel de servicio .....	86
Tabla 42.verificación de criterios glorieta San Francisco.....	89
Tabla 43. Verificación de anchos de calzada Mejoras Publicas .....	91
Tabla 44.Datos de Isletas .....	92
Tabla 45.Capacidad de Sección de Entrecruzamiento .....	94

Tabla 46.Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia.....	95
Tabla 47.Frecuencia de Velocidades .....	95
Tabla 48.Determinación de nivel de servicio .....	97

## LISTA DE GRAFICAS

grafica 1. Hora de máxima demanda Estatua Simón Bolívar- UIS .....	31
grafica 2.Hora de Máxima demanda Estadio Alfonso López .....	31
grafica 3.Hora de Máxima demanda Anillo vial.....	32
grafica 4.Hora de Máxima demanda San Francisco .....	33
grafica 5.Hora de Máxima demanda Mejoras Publicas .....	34
grafica 6.Percentil 85 .....	52
grafica 7.Percentil 85 .....	64
grafica 8. Percentil 85 .....	74
grafica 9.Percentil 85 .....	85
grafica 10. Percentil 85 .....	96

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Formato medidas anchos de entrada y salida .....	102
Anexo 2. Formato aforos carros mixtos. Toma de datos en campo.....	103
Anexo 3. Resultados de Aforo .....	104
Anexo 4.Resultado aforo, vehículos equivalentes .....	109
Anexo 5.Estudio de Velocidades a Flujo libre.....	114

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** ANALISIS DE LA CONGESTION VEHICULAR GENERADA EN CINCO GLORIETAS DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

**AUTOR(ES):** Wendy Loraine Cortes Blanco  
Jhonny Andres Rey Calderon

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Ricard Pico Vargas

### **RESUMEN**

En el presente proyecto se pretende analizar los principales factores influyentes en la congestión vehicular de las glorietas del área metropolitana de Bucaramanga basados en las normas básicas del manual de carreteras (INVIAS), considerando las características como la geometría de la vía, estudios de tránsito y velocidad a flujo libre, factores externos del entorno. Se hizo un conteo de las características de las glorietas como vehículos mixtos, ancho de los ramales de entrada y salida, ancho de carriles, número de carriles, así mismo se modeló estas mediciones en el Software AutoCAD. La extracción de resultados se llevó a cabo con la finalidad de determinar el nivel de servicio que ofrece cada ramal de enlace con mayor volumen durante la hora de máxima demanda, analizando se podrá considerar las posibles falencias presentes en las cinco glorietas "Estatua Simón Bolívar-UIS", "Estadio Alfonso López", "Anillo vial", "San Francisco" y "Mejoras Públicas".

### **PALABRAS CLAVE:**

Intersección especial a nivel, Congestión vehicular, nivel de servicio, Velocidad.

**Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

**GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** ANALYSIS OF VEHICULAR CONGESTION GENERATED AT FIVE ROUNDABOUT IN THE CITY OF BUCARAMANGA

**AUTHOR(S):** Wendy Loraine Cortes Blanco  
Jhonny Andres Rey Calderon

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Ricard Pico Vargas

**ABSTRACT**

This project pretends to analyze the main influence factors in the vehicular congestion of the roundabouts of the metropolitan area of Bucaramanga based on the basic norms of the highway manual (INVIAS), considering the characteristics such as the geometry of the road, transit and speed studies at free flow, external factors of the environment. A count was made of the characteristics of the roundabouts such as mixed vehicles, width of the entrance and exit branches, width of lanes, number of lanes, and these measurements were also modeled in the AutoCAD software. The extraction of results was carried out with the finality of determining the level of service offered by each junction branch with the highest volume during the hour of maximum demand, analyzing the possible deficiencies present in the five roundabouts "Estatua Simón Bolívar-UIS", "Estadio Alfonso López", "Anillo vial", "San francisco" and "Mejoras Publicas".

**KEYWORDS:**

special level intersection, vehicular congestion, level service, velocity.

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## Introducción

La ingeniería civil a partir de su área de acción plantea muchas soluciones desde su conocimiento técnico para mejorar día a día las problemáticas que se presentan y así mejorar la calidad de vida de las personas. En el área metropolitana de Bucaramanga, esa calidad de vida se ve afectada por el congestionamiento vehicular que se presenta actualmente y la alta tasa de accidentalidad que afecta directamente a los habitantes.

Bucaramanga ha estado creciendo exponencialmente, según estudios por el Ministerio de transporte el problema de movilidad surge debido al aumento poblacional, la compra de vehículos, que a su vez influyen cada vez más fuerte a la congestión vehicular.

Con el fin de mitigar esta problemática fue necesario buscar soluciones que generaran una óptima movilidad, las cuales fueron diseñar y construir glorietas en los puntos más críticos de la ciudad.

Por todo lo anteriormente mencionado se plantea una propuesta de investigación, con el fin de verificar los parámetros de diseño, capacidad vial y niveles de servicio en cinco de las más importantes y transitadas glorietas de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, basándonos en recolección de datos y siguiéndonos por las condiciones y lineamientos establecidos por el manual de diseño geométrico de Carreteras (INVIAS).

Teniendo en cuenta las características geométricas y los datos que vamos a analizar podemos identificar, así mismo relacionar las posibles falencias encontradas de las glorietas con la problemática actual y plantear posibles soluciones con el fin de mitigar estos problemas de congestión vehicular y evitar accidentalidad.

### **Formulación del Problema**

El parque automotor nos permite indicar el número de vehículos que circulan en un determinado lugar, en el área Metropolitana de Bucaramanga cada vez es mayor. Según los últimos estudios realizados por la Dirección de Transito de Bucaramanga publicado el 31 de diciembre de 2018, el parque automotor aumento 703.075 vehículos comparado con 632.104 vehículos que se registró en el año 2016, teniendo un aumento significativo de 11,3% en un periodo de 2 años (Alcaldia de Bucaramanga). Este incremento se debe entre otros aspectos a la facilidad en la adquisición de vehículo propio, que en la actualidad por necesidades personales y por algunas fallas presentes en el transporte masivo dando consecuencia a largos embotellamientos que limitan el desplazamiento rápido.

La movilidad urbana se ha convertido en un problema en la ciudad de Bucaramanga, que se ve claramente reflejada en la congestión provocando altas tasas de accidentalidad. Según estadísticas de la Dirección de tránsito de Bucaramanga, del mes de enero a diciembre del 2020 se presentaron 2.268 accidentes de los cuales 61 son víctimas fatales, 1.270 son accidentes con lesionados y 937 son accidentes solo daños (Gonzalez, 2020-2019). Por esto es necesario realizar un estudio de movilidad para poder identificar los factores que están afectando directamente a los usuarios que circulan por las vías de la ciudad.

En búsqueda de las soluciones que ayuden a mitigar esta problemática, se debe realizar un estudio pertinente en el Area Metropolitana de Bucaramanga, el cual está conectado a las cinco principales glorietas de la ciudad, se tendrá presente los factores de Diseño geométricos basándonos en el Manual geométrico de carreteras planteadas en el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y poder determinar los puntos críticos que generan la congestión vehicular.

## **Justificación**

La estructura vial de la ciudad de Bucaramanga junto a su área metropolitana ha perdido la capacidad de servicio provocando congestión vehicular que se presenta en las diferentes glorietas respecto al crecimiento poblacional actual, por lo que expertos en el área se han enfocado en algunas soluciones para poder encontrar su razón de origen a este principal problema.

Teniendo en cuenta el problema planteado, la Universidad Pontificia Bolivariana, acompañado de la Facultad de Ingeniería Civil, realiza un diagnóstico a las variables de las glorietas a intervenir que se ven afectadas por el diseño geométrico, la capacidad y el nivel de servicio, empleando métodos de conteos vehicular y fuentes del área de Dirección de tránsito de Bucaramanga (DTB).

De acuerdo al estudio obtenido, se podrá demostrar las condiciones que presenta las glorietas basados en un criterio técnico según la normativa de diseño geométrico frente a la demanda actual de los vehículos , y de tal manera conocer los argumentos necesarios que puedan llevar a una posible medida correctiva y finalmente proponer una solución a la problemática planteada frente a la congestión vehicular de las glorietas “Estatua simón bolívar-UIS”, “Estadio Alfonso López”, “Anillo vial”, “San francisco”, y “Mejoras públicas” con el fin de obtener una ciudad con movilidad segura.

## **Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Analizar los criterios y parámetros del diseño geométrico de las glorietas “Estatua simón bolívar-UIS”, “Estadio Alfonso López”, “Anillo vial”, “San francisco”, y “Mejoras públicas “con el fin de investigar los factores que genera dificultad en la movilidad ocasionando congestión vehicular.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la capacidad y el nivel de servicio de cada una de las glorietas a intervenir del área metropolitana de Bucaramanga.
- Identificar los parámetros básicos de Diseño geométrico de las glorietas anteriormente mencionadas.
- Verificar las características de diseño geométrico de las glorietas a estudiar como una causa influyente en la capacidad de operación.
- Comprobar los criterios de diseño de acuerdo con lo estipulado por el manual de diseño geométrico de carreteras.
- Relacionar los puntos más críticos encontrados en el diseño geométrico de las glorietas con la problemática que genera la congestión vehicular.

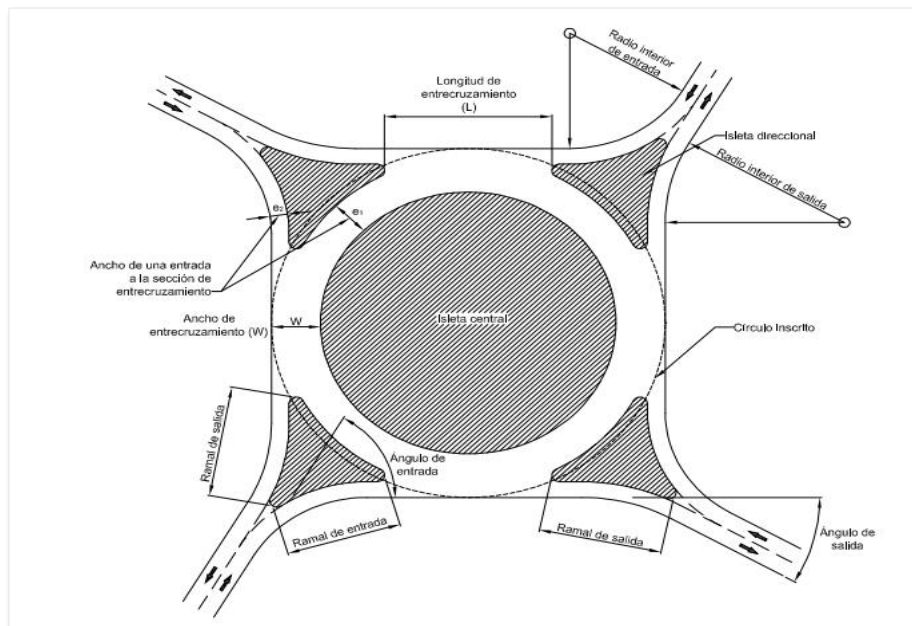
## Marco teórico

### 5.1. Glorieta

Son construcciones en forma circular las cuales se caracteriza porque permite mayor fluidez en la movilidad vehicular ofreciendo movimientos continuos y ordenados de tránsito, disminuyendo en gran medida la tasa de accidentalidad. Requiere numerosas señales de tránsito para su buen funcionamiento y así se tiene un adecuado control en los enlaces de entrada y salida de las glorietas.

Sus cualidades geométricas nos permiten controlar el tráfico y su capacidad de acceso se determina por la anchura de su entrada. (glorieta., 1999)

*Imagen 1. Características básicas de la Glorieta*



Fuente. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

Donde:

$Q_p$ : Capacidad de sección de entrecruzamiento en vehículos /hora.

$W$ : Ancho de la sección de entrecruzamiento(m)

$E$ : Ancho promedio de las entradas en la sección de entrecruzamiento(m)

$e_1, e_2$ : Ancho de cada entrada a la sección de entrecruzamiento (m)

L: Longitud de la sección de entrecruzamiento (m)

Para calcular la capacidad de sección de entrecruzamiento en vehículos se define por la ecuación (2)

$$Q_p = [160W(1 + e/W)]^{(1+W/L)} \quad (1)$$

El ancho promedio de las entradas a la sección de entrecruzamiento se calcula mediante la ecuación (2)

$$e = (e_1 + e_2)/2 \quad (2)$$

*Tabla 1. Criterio de diseño de glorieta*

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	MAGNITUD
Diámetro mínimo de la isleta central		m	25
Diámetro mínimo del círculo inscrito		m	50
Relación W/L (sección de entrecruzamiento)			Entre 0,25 y 0,40
Ancho sección de entrecruzamiento (W)		m	Máximo 15
Radio interior mínimo en los accesos	De entrada	m	30
	De salida	m	40
Ángulo ideal de entrada			60°
Ángulo ideal de salida			30°

Fuente. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

## 5.2. Sección de Entrecruzamiento

Para la sección de entrecruzamiento es necesario conocer los criterios de diseño considerando, la longitud mínima en función del volumen de vehículos que se entrecruzan. (INVIAS, 2008, pág. 192)

Estas longitudes de entrecruzamiento con base a las glorietas son convenientes teniendo en cuenta que están conformadas por intersecciones de más de cuatro accesos (Suarez Joya & Pantoja Santander, 2005)

Tabla 2. Longitud mínima de Entrecruzamiento.

VOLUMEN DE ENTRECruzAMIENTO (ade/h)	LONGITUD MÍNIMA DE LA SECCIÓN DE ENTRECruzAMIENTO (m)
1.000	75
1.500	120
2.000	200
2.500	290
3.000	410
3.500	565

Fuente. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

### 5.3. Factor de equivalencia

“Es el número de pasajeros que están desplazados por un solo vehículo pesado de un tipo determinado en la calzada, con las condiciones de tráfico y de control que prevalece” (Shalini & Kumar, 2014).

*Tabla 3. Factores de Equivalencia Vehicular*

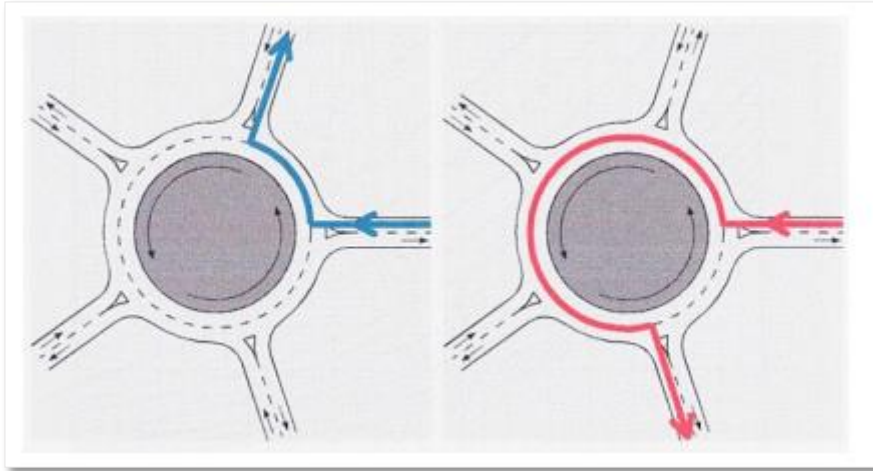
TIPO DE VEHÍCULO	AUTOMÓVILES DIRECTOS EQUIVALENTES (ade)	
	CARRETERAS <sup>(1)</sup>	GLORIETAS
Bicicletas	0,50	0,50
Motocicletas	1,00	0,75
Automóviles, taxis, vehículos comerciales livianos	1,00	1,00
Buses	3,00	2,80
Vehículos comerciales medianos y pesados, vehículos de tracción animal	3,00	2,80

Fuente. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

### 5.4. Intersecciones giratorias

Cuando un vehículo ingresa a las intersecciones giratorias la capacidad depende en gran medida como se distribuye el tráfico en los diferentes accesos de entrada y de salida. Por lo que se tiene en cuenta que es muy distinto que un vehículo realice un recorrido corto (azul) a realizar un recorrido más largo (rojo) donde se puede contemplar que tiene una movilidad más crítica con respecto a otros vehículos como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Imagen 2. Comparación de recorridos óptimos y críticos

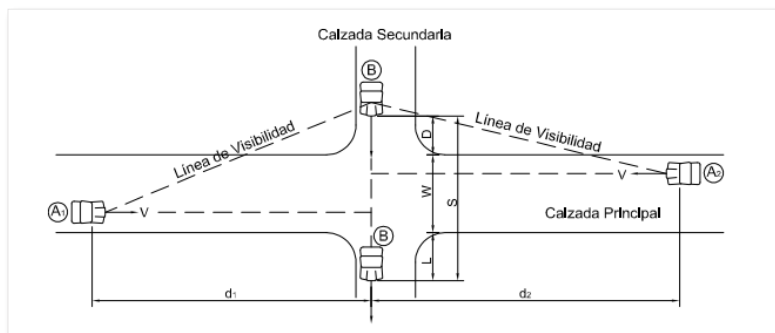


Fuente. BAÑÓN, Luis. Trafico en vías urbanas. Trafico. Bogotá.

### 5.5. Distancia de visibilidad de cruce (Dc)

Es la distancia que tiene el conductor de un vehículo para poder anticiparse al cruce de otra vía que intercepta su trayectoria, y tener la visibilidad del conductor que simultáneamente se aproxima para evitar choques. El conductor que transita por la calzada secundaria tiene la posibilidad de disminuir la velocidad y detenerse en la intersección con la calzada principal (INVIAS, 2008)

*Imagen 3. Distancia de visibilidad en intersecciones. Triángulo mínimo de Visibilidad*



Fuente. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS

## **5.6. Carriles de cambio de velocidad**

Cuando se diseña un carril de cambio de velocidad normalmente un vehículo antes de ingresar a un ramal de salida debe frenar y a su vez acelerar al salir de ramal de entrada debido a que tienen una velocidad menor a la de la vía principal. Se debe diseñar carriles de aceleración y desaceleración para que el vehículo no haga cambios bruscos de velocidad y no genere daños en el tránsito. (INVIAS, 2008)

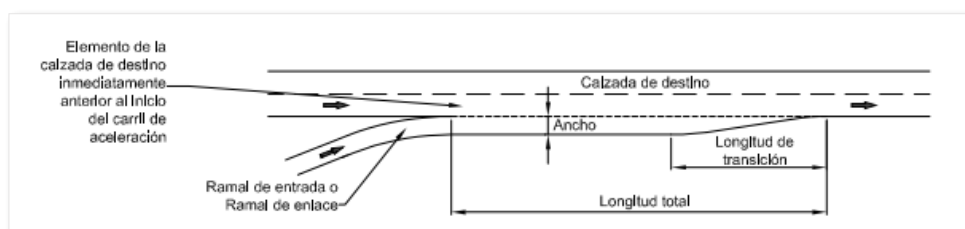
### **5.6.1. Carriles de aceleración**

Los carriles de aceleración deben ser paralelos a la calzada principal, se diseñan para que los vehículos puedan ingresar a la calzada principal con una velocidad uniforme a la de los vehículos que transitan por dicha calzada.

Para el carril de aceleración se usan los criterios plasmados en la

Tabla 4. El ancho de un carril de aceleración debe corresponder al del carril cercano, debe ser mayor a (3.30 m). (INVIAS, 2008)

*Imagen 4. Carril de aceleración*



Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invias p.177

Tabla 4. Longitud mínima de Carril de aceleración

VÍA PRIMARIA (CALZADA DE DESTINO)								
Velocidad específica del ramal de entrada <sup>(1)</sup> o de enlace <sup>(2)</sup> (km/h)		PARE	25	30	40	50	60	80
Velocidad Específica del elemento de la calzada de destino inmediatamente anterior al inicio del carril de aceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de aceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	90	70	55	45	-	-	-
60	55	140	120	105	90	55	-	-
70	60	185	165	150	135	100	60	-
80	65	235	215	200	185	150	105	-
100	75	340	320	305	290	255	210	105
120	90	435	425	410	390	360	300	210
VÍA SECUNDARIA (CALZADA DE DESTINO)								
50	45	55	45	45	45	-	-	-
60	55	90	75	65	55	55	-	-
70	60	125	110	90	75	60	60	-
80	65	165	150	130	110	85	65	-
100	75	255	235	220	200	170	120	75
120	90	340	320	300	275	250	195	100

Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invias p.177

## 5.7. Carril de desaceleración

Su objetivo principal es permitir que los vehículos que ingresan a un ramal de salida puedan reducir su velocidad y entrar a la calzada secundaria con una velocidad apropiada. (INVIAS, 2008)

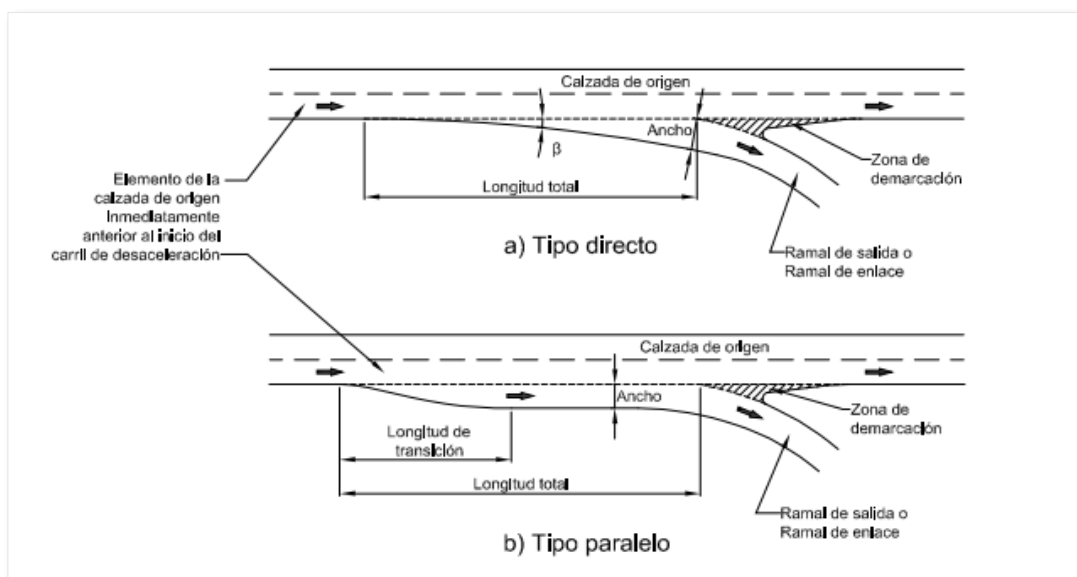
### 5.7.1. Tipo directo

Se compone por un carril recto que forma en el borde de la calzada principal un ángulo ( $\beta$ ) ( $2^\circ$  a  $5^\circ$ ) y se une con el ramal de salida. (INVIAS, 2008).

### 5.7.2. Tipo paralelo

. Es un carril adicional que se adiciona a la vía principal, en una zona de transición con diferentes anchos. (INVIAS, 2008)

*Imagen 5.carriles de desaceleración*



Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invias

Tabla 5. Longitud mínima de un carril de desaceleración

Velocidad específica del ramal de salida <sup>(1)</sup> o de enlace <sup>(2)</sup> (km/h)		PARE	25	30	40	50	60	80
Velocidad Específica del elemento de la calzada de origen inmediatamente anterior al inicio del carril de desaceleración (km/h)	Longitud de la transición (m)	Longitud total del carril de desaceleración, incluyendo la transición (m)						
50	45	70	50	45	45	-	-	-
60	55	90	70	70	55	55	-	-
70	60	105	90	90	75	60	60	-
80	65	120	105	105	90	75	65	-
100	75	140	125	125	110	95	80	75
120	90	160	145	145	130	130	110	90

Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invias

## 5.8. Isletas

Son elementos que delimitan la vía con el fin de facilitar la maniobra en las intersecciones, el paso de peatones, ordenar el tráfico, determinar las posibles direcciones, brindar zonas de señalización e iluminación. Pueden estar separadas de los carriles o pintadas en el pavimento. (INVIAS, 2008)

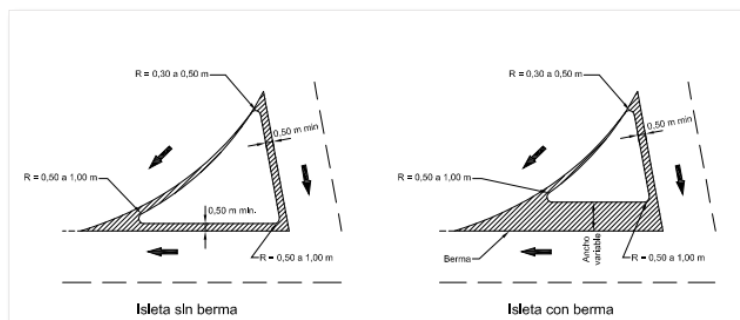
### 5.8.1. Direccionales

Deben tener una superficie mínima de 4.5 m<sup>2</sup> a 7.0 m<sup>2</sup>. A su vez, los triángulos deben tener un lado 2.40 m a 3.60 m. Deben cumplir entre estas dimensiones para que sea lo suficientemente visible para los usuarios. (INVIAS, 2008)

### 5.8.2. Separadoras

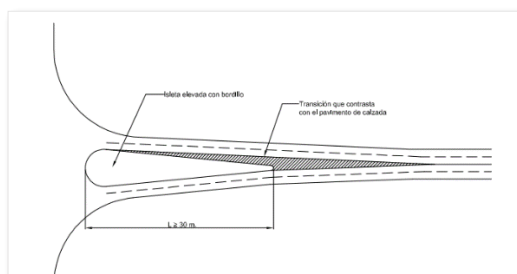
Deben tener una longitud mínima de treinta metros 30 m a 100 m o más, sobre todo cuando sirven a su vez para la introducción de un carril de giro. (INVIAS, 2008).

*Imagen 6. Isletas Direccionales*



Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invia

*Imagen 7. Isletas separadoras*



Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invia

## 5.9. Enlace

Los ramales de enlace son aquellos tramos de la carretera que pueden conectarse a vías principales y secundarias, transitar el movimiento de vehículos entre ellas. La parte intermedia de un tramo del enlace que presenta una alineación definida por una curvatura concreta y una pendiente transversal y longitudinal se denomina ramal. (Muñoz, 2011).

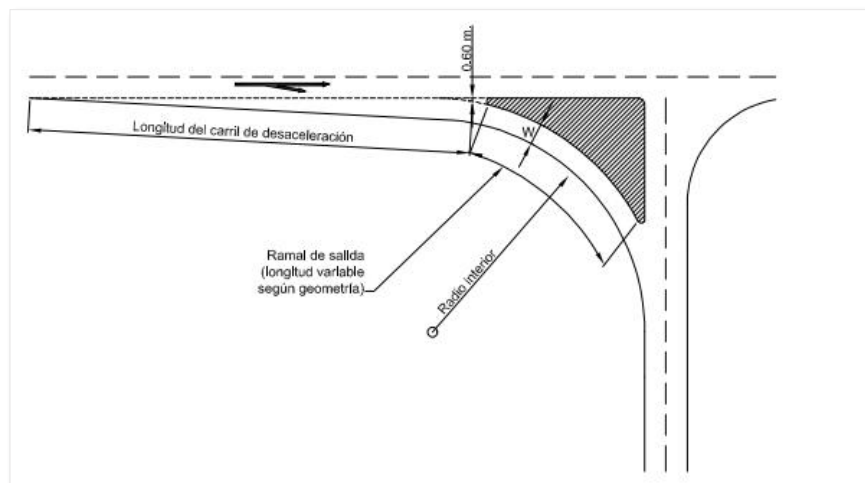
### 5.9.1. Ramal de Entrada

Su función tiene como objetivo enlazar los vehículos que entran hacia la vía principal desde la vía secundaria (Muñoz, 2011)

### 5.9.2. Ramal de Salida

Ramal de enlace designado para conectar los vehículos que salen de la vía principal hacia la vía secundaria (Muñoz, 2011).

*Imagen 8. Características geométricas de ramal de entrada o salida*



Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invia

Tabla 6. Ancho de calzada en ramales de salida o entrada en función del radio interior.

RADIO INTERIOR (m)	ANCHO DE UN CARRIL SENCILLO, W (m)	ANCHO DE CALZADA CON UN ÚNICO CARRIL CON ESPACIO PARA SOBREPASAR UN VEHÍCULO ESTACIONADO, W (m)
15	6,20	9,50
20	5,70	8,90
25	5,30	8,40
30	5,00	8,00
40	4,60	7,40
50	4,50	7,00
75	4,50	6,50
100	4,50	6,20
150	4,50	6,10
Derecho	4,50	6,00

Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invias

### 5.10. Capacidad vial

Es la capacidad máxima que tiene una estructura vial para mantener un flujo constante de vehículos que pueden pasar por una sección de un carril o calzada durante un tiempo estipulado, conservando sus parámetros de tránsito y criterios de Diseño. Hay situaciones donde el volumen de tránsito es mayor que la capacidad real y estos casos ocurren cuando se hace una estimación y no se realiza datos reales en campo (Cal, R., & Cardenas, 2007)

### 5.11. Demanda

Se caracteriza principalmente por un número indeterminado de carros que transitan por un punto durante un tiempo específico, donde existe congestión vehicular debido a que la demanda es mayor que el volumen actual que circula por estas vías, algunos recorridos hacia rutas alternas y otros no es permitido por impedimento del sistema (Cal, R., & Cardenas, 2007)

### 5.12. Volumen de tránsito

El volumen de tránsito analiza la cantidad de vehículos que pasan por una sección o punto determinado durante un tiempo dado, además se le dice flujo al volumen en general, cuando se mide en periodos menores de una hora. Hay diferentes modelos de volumen de tránsito: TH (tránsito horario), TD (tránsito diario), TS (tránsito Semanal), TM (tránsito Mensual), TA (tránsito Anual) (Pulido Contreras & Gomez Patiño, 2018).

### 5.13. Niveles de servicio

Con el objeto de determinar la operación vehicular en las glorietas es fundamental conocer el nivel de servicio que estas demandan, lo cual nos basamos en la metodología propuesta por High Capacity Manual (HCM ,2010) , donde cómo se puede ver en la tabla 7 el nivel de servicio se determina a partir de la demora (s/veh) que tienen los vehículos para entrar a la glorieta, estas demoras están relacionadas con la capacidad en cada uno de los enlaces de entrada. (Romana Manuel, 2010)

*Tabla 7. Nivel de Servicio en función de la relación v/c*

<b>Demora (s/veh)</b>	<b>v/c &lt;1</b>	<b>v/c &gt;1</b>
<b>0-10</b>	A	F
<b>10-15</b>	B	F
<b>15-25</b>	C	F
<b>25-35</b>	D	F
<b>&gt;50</b>	E	F

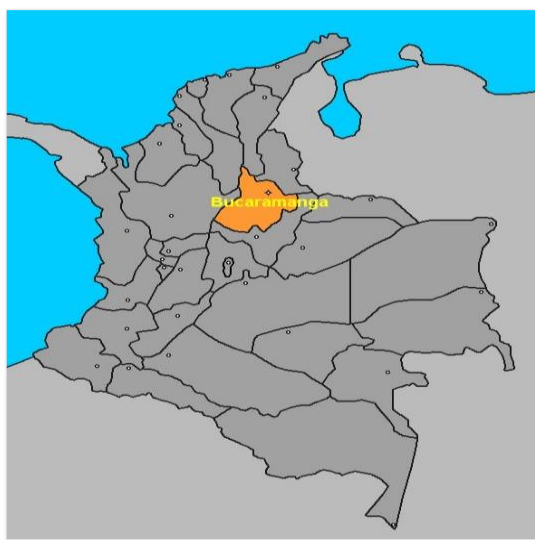
Fuente. High Capacity Manual (HCM, 2010)

## Análisis del entorno

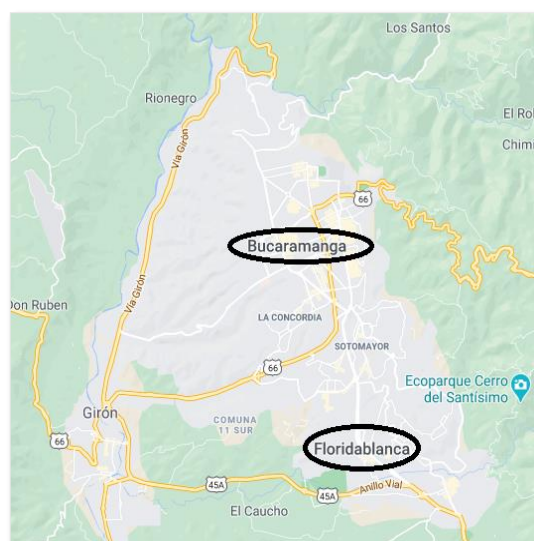
### 6.1. Localización geográfica

Bucaramanga está ubicada al nororiente del país sobre la Cordillera Oriental, rama de la cordillera de los Andes, a orillas del río de Oro. Bucaramanga cuenta con 528.575 habitantes y, junto con Floridablanca, Girón y Piedecuesta, conforma el área metropolitana de Bucaramanga con un total de 1.141.694 habitantes, siendo la quinta aglomeración urbana más poblada del país. Se encuentra a 384 km de Bogotá, capital del país. (Wikipedia, 2018).

*Imagen 9. Territorio Colombiano*



*Imagen 10. ubicación geográfica del proyecto*

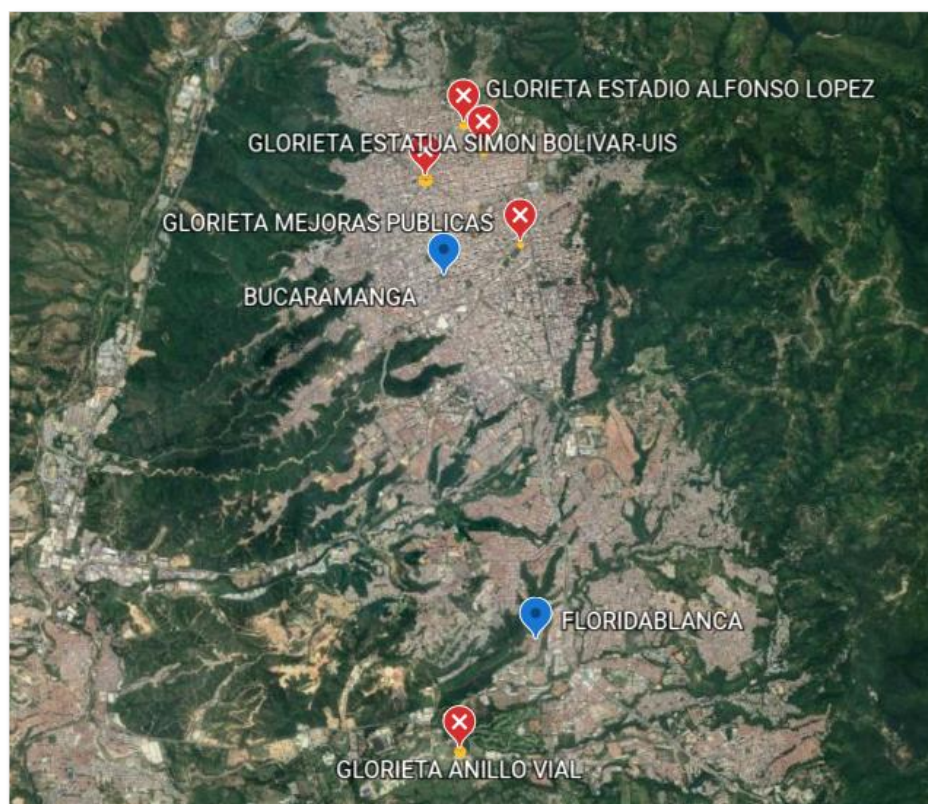


Fuente. Tomado Google Earth

## 6.2. Glorietas de estudio

Las glorietas seleccionadas se encuentran localizadas dentro del área metropolitana de Bucaramanga de tal forma que cada una representa mayor movilidad y uso por parte de los usuarios dentro de la ciudad. Estas cinco glorietas tienen diferentes características geométricas conformadas por calles de doble sentido de 2 a 3 carriles, por otra parte, su entorno está rodeado por zonas comerciales, industriales y escolares.

*Imagen 11. Identificación de las glorietas*



Fuente. Tomado Google Earth

### 6.2.1. Identificación geográficas de las glorietas

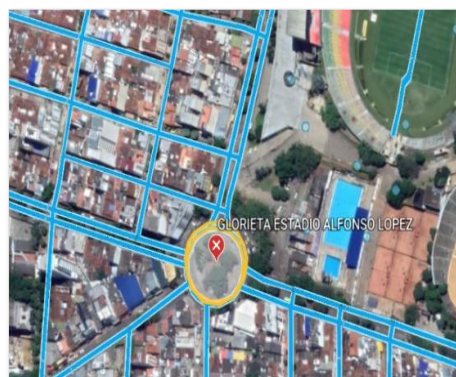
*Imagen 12. Estatua Simón*

*Bolívar-UIS.*

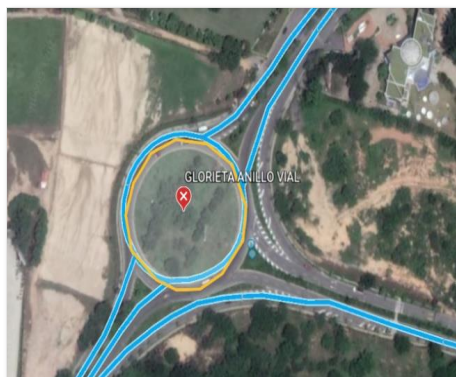


*Imagen 13. Estadio Alfonso*

*López*



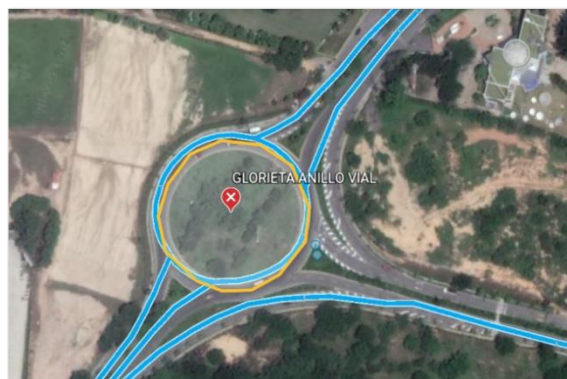
*Imagen 14. Anillo Vial*



*Imagen 15. San Francisco*



*Imagen 16. Mejoras Públicas*



Fuente. Tomado Google Earth

### **6.2.2. Área de actividad en las glorietas de estudio**

*Imagen 17. Estatua Simón Bolívar-UIS.*



*Imagen 18. Estadio Alfonso López.*



*Imagen 19. Anillo Vial*



*Imagen 20. San Francisco*



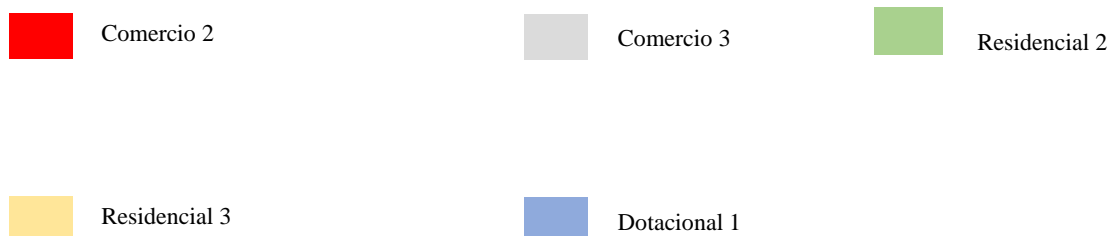
*Imagen 21. Mejoras Publicas*



Fuente.POT online Bucaramanga 2014-2027.Recuperado el 31 de marzo, 2021.

de: <https://bit.ly/2Fhvxml>

### Convenciones



Como se puede observar en las figuras anteriores, según el POT del Área metropolitana de Bucaramanga, el área de actividad que predomina las glorietas de estudio es la comercial (rosado y rojo), aunque también se evidencia que hay un notable uso de zona residencial (verde y beige). Además, a lo anterior se le suma la zona dotacional (azul) que hace parte a los establecimientos públicos como lo son, la universidad Industrial de Santander -UIS, Estadio Alfonso López, Parque mejoras Públicas, entre otros.

*Tabla 8. Ubicación de Glorietas de Estudio*

Nombre de la glorieta	Coordenadas (m)	
	Este	Norte
Estatua Simón Bolívar-UIS	707586	789398
Estadio Alfonso López	707850	789049
Anillo Vial	707564	781045
San Francisco	707072	788673
Mejoras publicas	708349	787809

Fuente. Autor tomado Google Earth

## Metodología

### 7.1. Geometría de las glorietas

La recolección de datos cumple un rol esencial en nuestro proyecto porque nos ayuda a analizar de manera detallada, y darnos una idea más precisa de la manera como intervienen todas las características geométricas de las glorietas.

En primer lugar, nos basamos en fuentes secundarias como Google Earth, con el objeto de extraer las imágenes tomando como referencia dos coordenadas para cada una de las glorietas y seguido a esto ser modelado en el Software AutoCAD, así mismo se realizó un trazado en función de precisar las glorietas de estudio y por el ultimo se llevó a cabo un trabajo en campo con el fin de verificar los anchos de cada una de las entradas, salidas y ancho de las glorietas.

*Tabla 9. Características geométricas de las glorietas*

Glorieta	LR (m)	DI (m)	DE (m)	W (m)	NC (m)	No Entradas	No Salidas
<b>Estatua Simón Bolívar-UIS</b>	184	52	32,5	6,7	2	2	4
<b>Estadio Alfonso López</b>	183	45,4	72	11,6	3	4	4
<b>Anillo vial</b>	285	81	101	10,5	3	3	3
<b>San francisco</b>	369	107	128	10,1	3	6	6
<b>Mejoras publicas</b>	92	24	34,7	7	2	3	4

Fuente. Autor

**LR:** Longitud Glorieta (Eje central)

**DI:** Diámetro Interno

**DE:** Diámetro Externo

**W:** Ancho de calzada

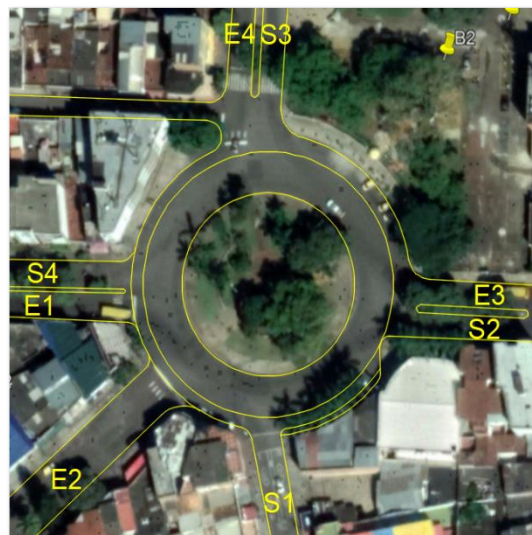
**NC:** Número de Carriles

## 7.2. Modelación de glorieta por software AutoCAD

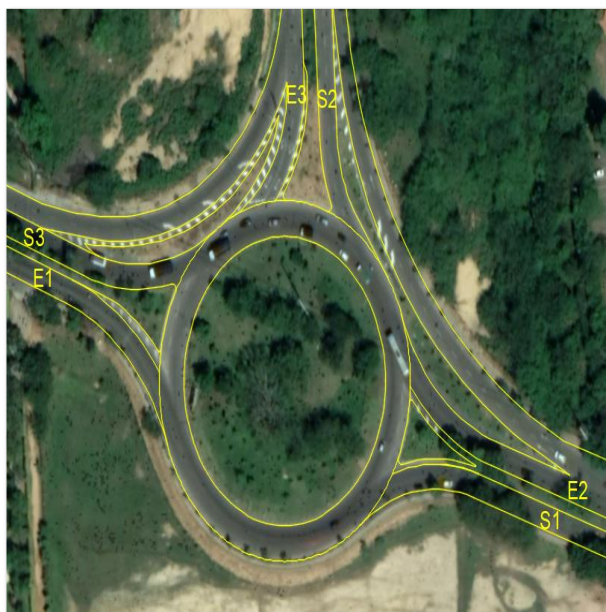
*Imagen 22. Estatua Simón Bolívar-UIS*



*Imagen 23. Estadio Alfonso López*



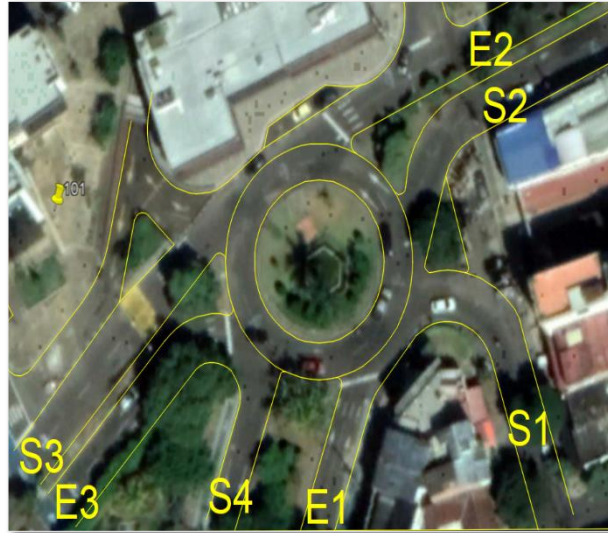
*Imagen 24. Anillo vial*



*Imagen 25. San francisco*



*Imagen 26.Mejoras Publicas*



Fuente. Autor

La toma de información de los anchos de cada entrada, salida y ancho de calzada de las glorietas fue comprendida entre los días 8 de abril y 9 de abril del 2021, en tiempos no mayores de 20 minutos. El formato de las hojas se dividió de tal manera que el aforador pudiera escribir las entradas (E) y salidas (S). (Formato completo. Ver anexo 1), considerando las figuras modeladas por el Software AutoCAD.

*Imagen 27.Elaboracion tabla mediciones de entradas y salidas*

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
NOMBRE GORITA: \_\_\_\_\_

	NUMERO	ANCHO
ENTRADAS		
SALIDAS		

Fuente. Autor

Para facilitar estas mediciones se compró y elaboro los elementos necesarios con el fin de facilitar estas mediciones: Decámetro.

*Imagen 28. Decámetro de Medición*



Fuente. Autor

*Imagen 29. Toma de medida en campo*



Fuente. Autor

### **7.3. Estudio de tránsito**

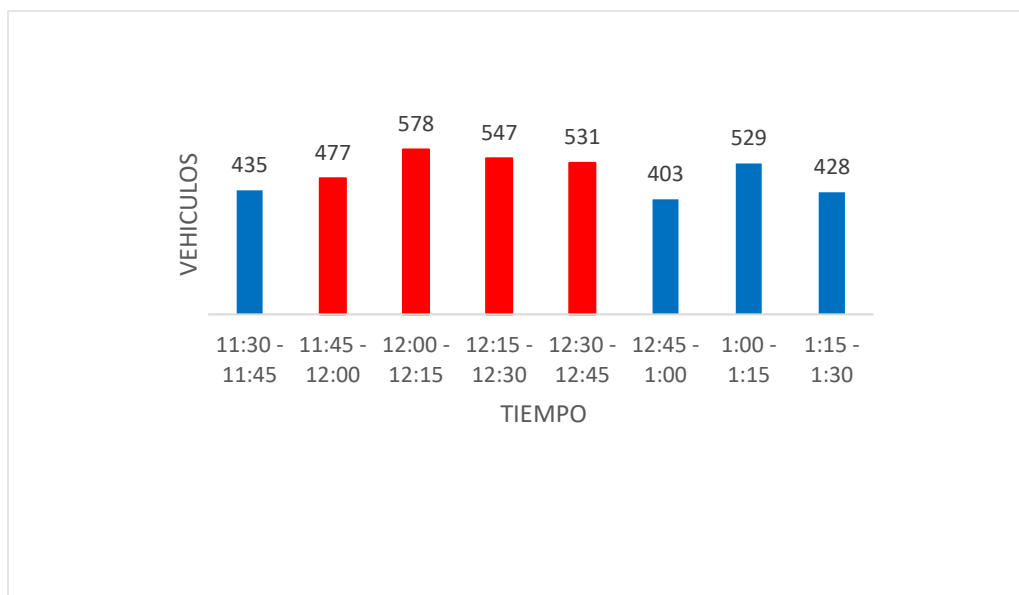
En este proyecto teniendo en cuenta el desarrollo de los objetivos planteados se definió utilizar el volumen de tránsito horario (TH), con él se puede obtener los periodos de máxima demanda generados en las horas pico y determinar el volumen total de vehículos mixtos durante una hora estipulada.

#### **7.3.1. Hora de máxima demanda**

La hora de máxima demanda y los puntos críticos de cada glorieta a analizar se determinó de acuerdo a fuentes secundarias como Google Maps, estudios propuestos en tesis de grado “Implementación de una Glorieta Semaforizada-Caso de Estudio intersección Bulevar Santander con carrera 21, en la ciudad de Bucaramanga ” (Avila Lopez, 2019), y por último informe de estudios de tránsito “Estructuración de medidas para el mejoramiento de la movilidad de Bucaramanga” (Bucaramanga D. d., Enero 2017), con el fin de poder tener criterio en el momento de escoger la hora más crítica donde se presenta mayor congestión vehicular.

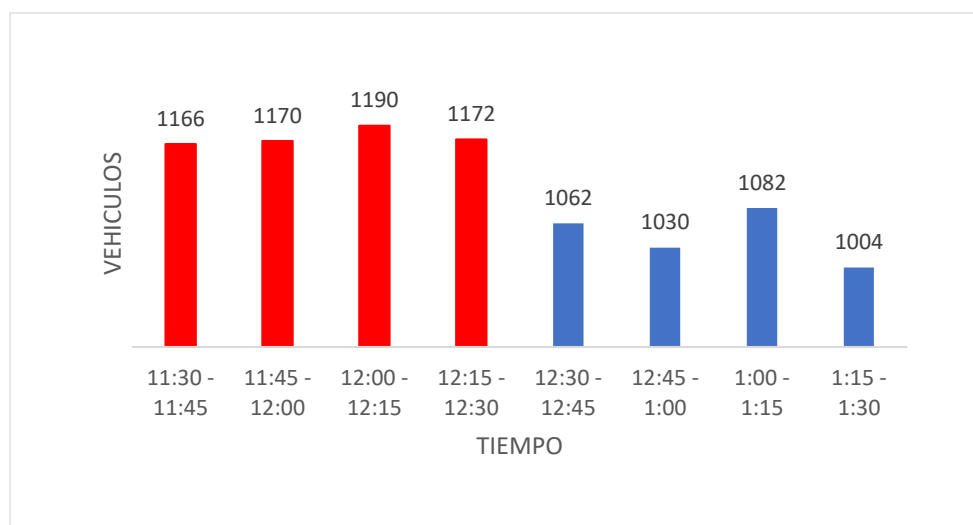
A continuación, se puede observar en las siguientes graficas el pico máximo de flujo vehicular en un intervalo de tiempo. En color rojo se resaltó de manera detallada la hora de máxima demanda para cada una de las glorietas.

*grafica 1. Hora de máxima demanda Estatua Simón Bolívar- UIS*



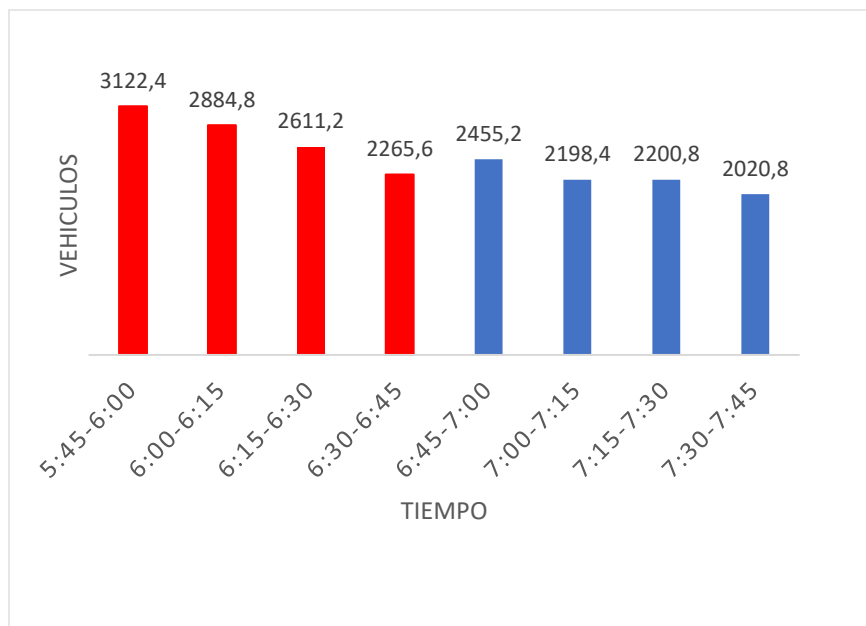
Fuente. Autor

*grafica 2. Hora de Máxima demanda Estadio Alfonso López*



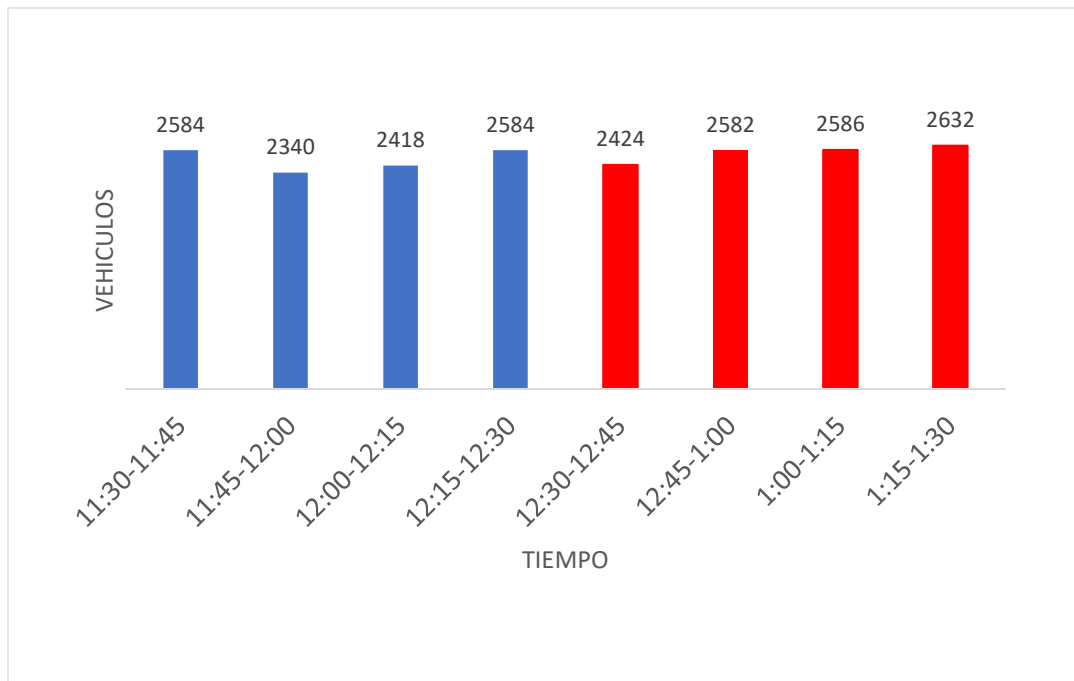
Fuente. Autor

*grafica 3.Hora de Máxima demanda Anillo vial*



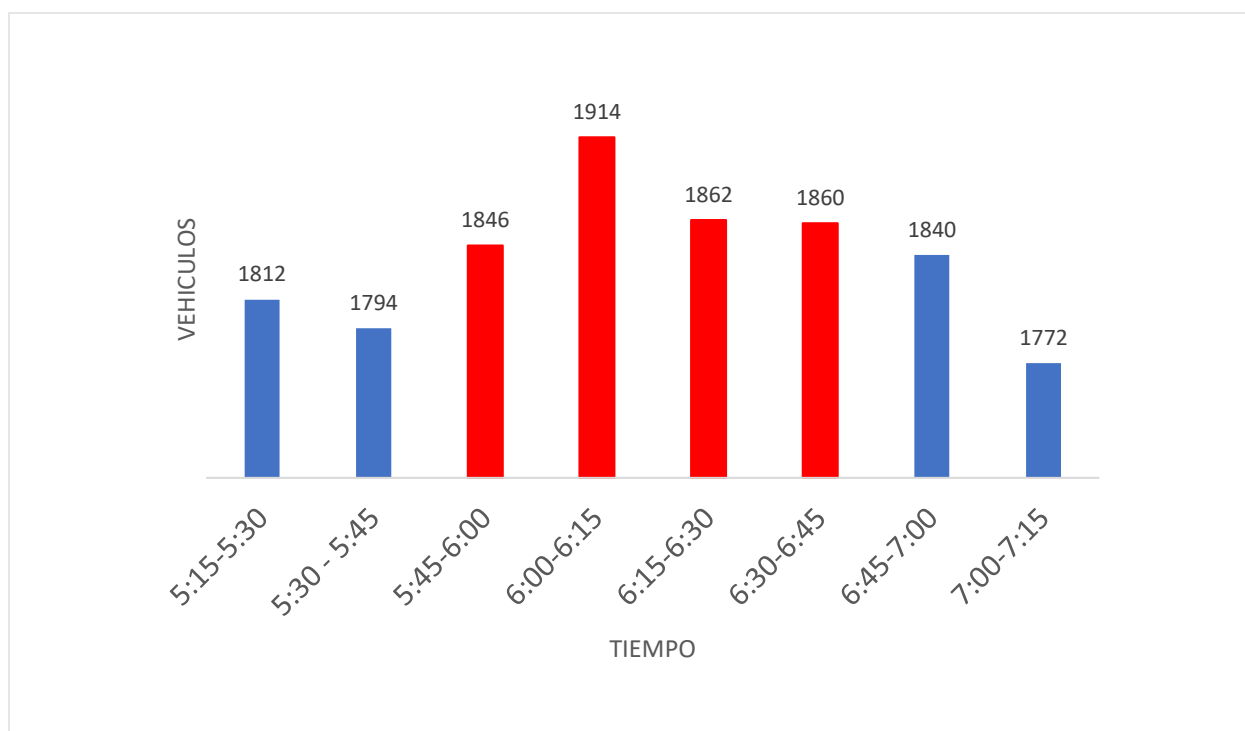
Fuente. Auto

*grafica 4.Hora de Máxima demanda San Francisco*



Fuente. Autor

grafica 5.Hora de Máxima demanda Mejoras Publicas



Fuente. Autor

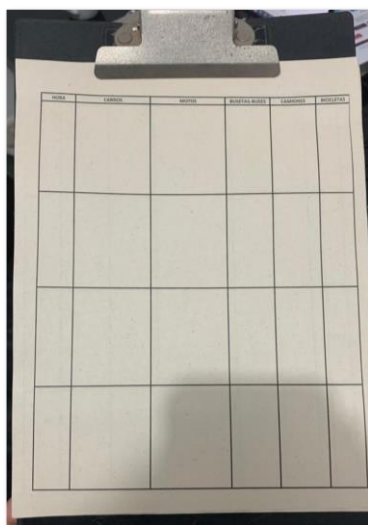
### 7.3.2. Volumen vehicular

La toma de información en campo se realizó en días consecutivos de la semana en vista de evitar suspensión del conteo por motivos de la pandemia (COVID-19), por ende, las fechas establecidas en primer lugar viernes 16 de Abril aforo en Estatua Simón Bolívar-UIS, en segundo lugar, jueves 22 de Abril aforo en Estadio Alfonso López, en tercer lugar, Viernes 21 de Abril aforo en Anillo vial, en cuarto lugar, jueves 13 de Mayo aforo en San Francisco y finalizamos viernes 14 de Mayo aforo en mejoras públicas del año 2021.

Con relación a la información recolectada anteriormente en días típicos de tráfico se tomó la decisión de hacer los conteos durante un tiempo de dos horas, en este orden de ideas se propuso iniciar con las glorietas de menor a mayor congestión; en Estatua Simón Bolívar-UIS de 11:30 a.m. a 1:30 p.m., Estadio Alfonso López de a 11:30 a.m. a 1:30p.m, Anillo vial de 5:45 p.m. a 7:45 p.m., San Francisco de 11:30 a.m. a 1:30 p.m. y por último en Mejoras públicas de 5:15 p.m. a 7:15 p.m.

Los datos se recolectaron en un intervalo de 15 minutos. Se diseñó un formato de tabla en Excel de tal manera que el aforador pudiese escribir los intervalos indicados para cada glorieta en relación con los vehículos mixtos, teniendo en cuenta la hora de inicio y fin. (formato completo. Ver Anexo 2)

*Imagen 30. Formato para conteos*

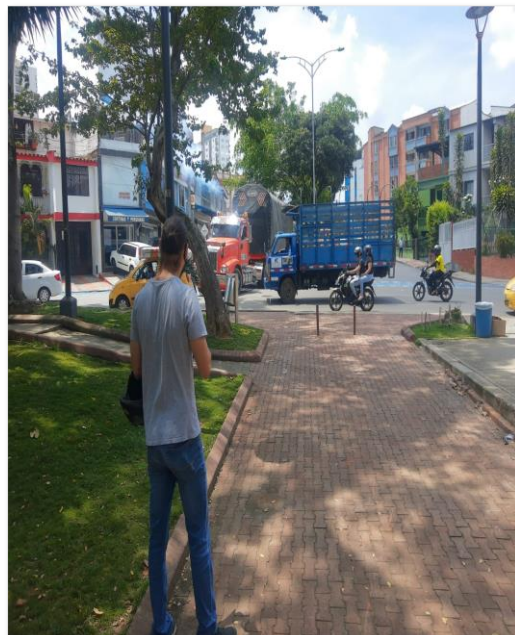


GLORIETA	CARRIL	HORARIO	VEHICULOS MIXTOS	HORARIO INICIO	HORARIO FIN

Fuente. Autor

Las personas que colaboraron en los conteos fueron citadas una hora antes en el sitio que correspondía, con el propósito de dar las instrucciones pertinentes y así poder hacer entrega del material: formato y lapiceros; así mismo se sincronizó el reloj de cada uno para evitar contratiempos en la hora de inicio y fin. (información detallada ver anexo 3).

*Imagen 31. Aforo en Campo, vehículos mixtos*



Fuente. Autor

Finalizando el estudio de tránsito con la recolección de datos, se organizó la tabla de Excel con los respectivos valores dando como resultado el número total de los vehículos durante la hora de mayor congestión vehicular. Las tablas se dividieron en motocicletas, automóviles, buses, vehículos pesados y bicicletas, la sumatoria de cada tipo de vehículo se multiplica por el factor de equivalencia correspondiente según indica la tabla 3. (ver anexo 4).

### 7.3.3. Señalización vial

Por medio de una inspección visual en campo se realizó un registro de las señales presentes en las glorietas de influencia, como también la presencia de árboles y postes eléctricos.

*Tabla 10. Número de objetos*

<b>Glorieta</b>	<b>Arboles</b>	<b>Señales</b>	<b>Postes eléctricos</b>
Estatua Simón Bolívar-UIS	30	15	20
Estadio Alfonso López	35	7	17
Anillo Vial	40	12	10
San Francisco	50	32	35
Mejoras Públicas	23	13	12

*Fuente. Autor*

### 7.4. Estudio de velocidades

En un inicio es importante identificar los tipos de velocidades y escoger la más idónea para nuestro estudio, en este caso, la velocidad de operación bajo la cual circula el 85 % de los usuarios en condiciones libres de flujo (Percentil 85), la velocidad de diseño se define como la máxima velocidad permitida cuando no existe congestión brindando al usuario comodidad y seguridad, por otra parte, la velocidad límite legal es determinada por las autoridades competentes en condiciones mínimas y máximas autorizadas por sectores (Bogota, 2010).

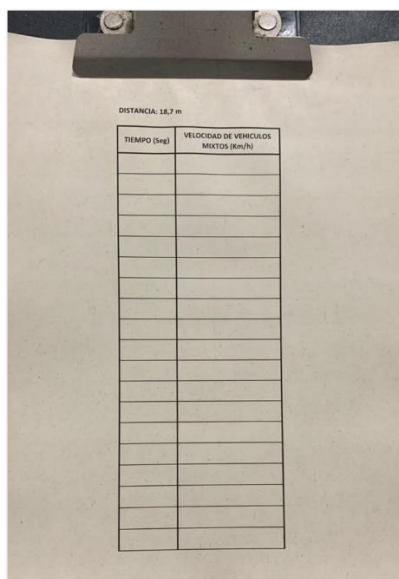
La toma de datos en campo para el estudio de velocidades se realizó el mismo día del estudio de tránsito, mediante inspección visual días previos a los aforos con la finalidad de determinar la hora valle en la que las condiciones de tráfico permiten al usuario circular a la velocidad permitida, notablemente se observó que a partir de las 9 a.m. disminuyó la cantidad de vehículos

que transitan por las glorietas, se decidió la toma de información en un intervalo de 9 :00 a 10:00 a.m.

Marcamos los puntos exactos donde se ubicaría cada observador, separados a una distancia “D”.

Cuando el vehículo cruzo el punto del observador 1, este manifiesta una señal al observador 2 con la ayuda de un silbato plástico para activar el cronometro y cuando el vehículo cruzara el punto 2 se detiene el cronometro. Se tomo el registro del tiempo de cada trayecto en segundos, se hicieron 30 repeticiones en cada una de las glorietas y se plasmó en el formato de Excel (ver anexo 5), con el propósito de obtener la velocidad promedio en cada tramo.

*Imagen 32. Formato toma de datos de velocidades*



Formato de toma de datos de velocidades. El documento muestra un encabezado con la distancia de 18,7 m y una tabla con dos columnas: TIEMPO (seg) y VELOCIDAD DE VEHICULOS MIXTOS (Km/h). La tabla tiene 15 filas para registrar los datos.

DISTANCIA: 18,7 m	
TIEMPO (seg)	VELOCIDAD DE VEHICULOS MIXTOS (Km/h)

Fuente. Autor

Con la finalidad de elaborar el estudio de velocidades fue necesario comprar los materiales necesarios para realizar la toma de datos: Silbato plástico.

*Imagen 33.Silbato Plástico*

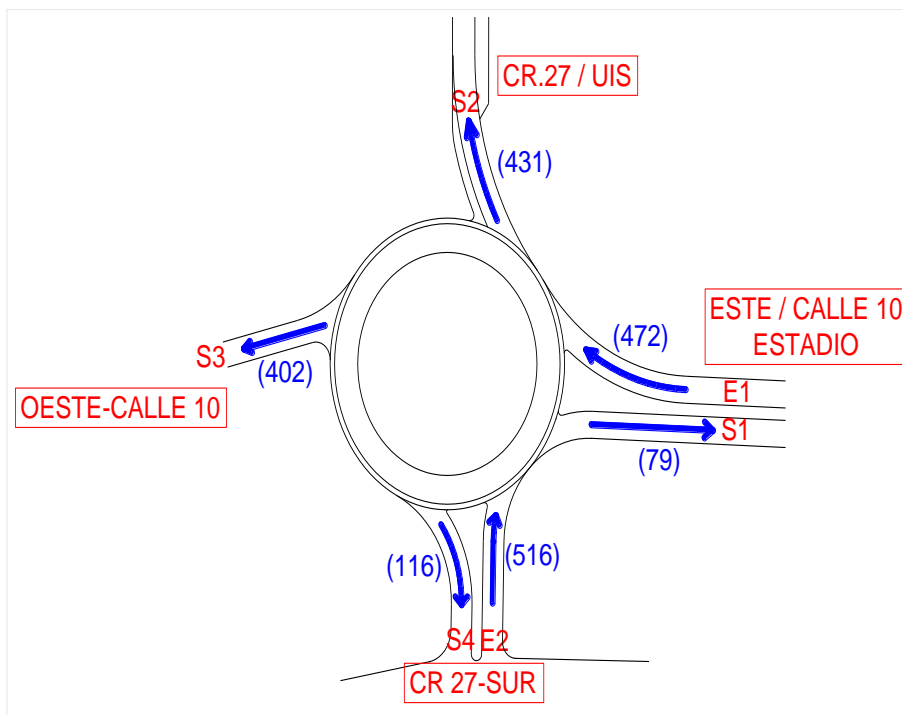


Fuente. Autor

## Análisis de resultados

### 8.1. Estatua Simón Bolívar-uis

figura 1.volúmenes totales (ade/h)



Fuente. Autor

- E1: Entrada Este /calle 10
- S1: Salida Este hacia la calle 10
- S2: Salida hacia la Cra 27/ UIS
- S3: Salida hacia Oeste/ calle 10
- S4: Salida Sur hacia cra 27
- E2: Entrada Sur / Cra 27

**TOTAL, VEHICULOS  
MIXTOS EQUIVALENTES  
HORA :2014**

En la figura 2 están los valores totales de los conteos vehiculares mixtos ya convertidos con su factor equivalente y con la nomenclatura de cada ramal de enlace, las calles que se comunican con su respectivo sentido de cada uno, con la finalidad de desarrollar los aspectos a analizar.

### 8.1.1. Criterio geométrico

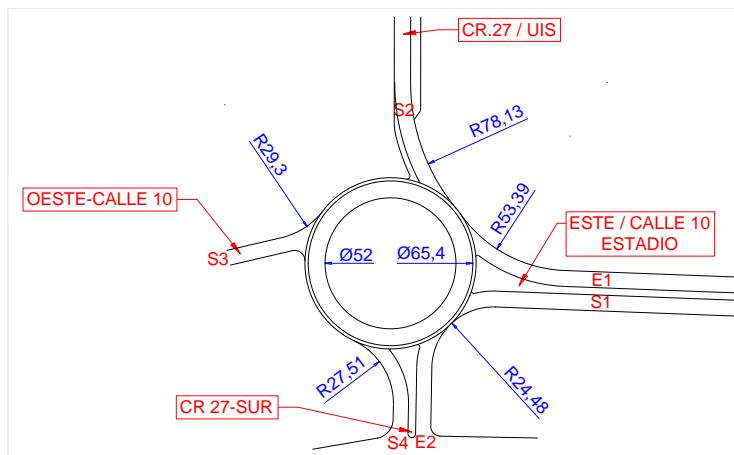
Con el fin de poder analizar todos los criterios impuestos por el Manual de carreteras (INVIAS) aplicados a las glorietas, en la tabla 11 se plasma dichos valores con el objeto de demostrar si cumplen a cabalidad con los valores.

*Tabla 11. Criterio de Diseño de Glorietas*

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	MAGNITUD
Diámetro mínimo de la isleta central		m	25
Diámetro mínimo del círculo inscrito		m	50
Relación W/L (sección de entrecruzamiento)			Entre 0,25 y 0,40
Ancho sección de entrecruzamiento (W)		m	Máximo 15
Radio interior mínimo en los accesos	De entrada	m	30
	De salida	m	40
Ángulo ideal de entrada			60°
Ángulo ideal de salida			30°

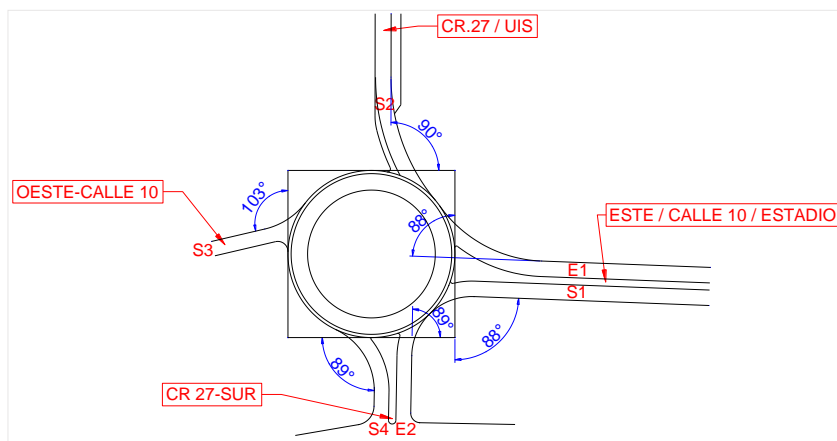
fuentes. Manual de Diseño geométrico de carreteras (INVIAS)

figura 2. Radios y Diámetros de la glorieta



Fuente. Autor

figura 3. Ángulos de Entrada y Salida



Fuente. Autor

*Tabla 12. Verificación de criterios geométricos*

	Número	Ángulo (°)	Radio (m)	Diámetro isleta central(m)	Diámetro círculo inscrito (m)
<b>Entrada</b>	E1	88	53,39	52	65,4
	E2	89	24,48		
	S1	88	24,48		
<b>Salida</b>	S2	90	78,13		
	S3	103	29,3		
	S4	89	27,51		

Fuente. Autor

Basados en la tabla anterior se indican los valores geométricos de la Glorieta Estatua Simón Bolívar- UIS, como se mencionó anteriormente fue medido en campo.

Al hacer la verificación de los criterios, podemos ver que los radios mínimos de entrada son de 30m y de Salida 40 m según la norma, caso que no cumple en las casillas resaltadas de color rojo, aunque se aproxima a estos valores mínimos. En cuanto al diámetro de isleta central y el diámetro del círculo inscrito cumplen según la normativa.

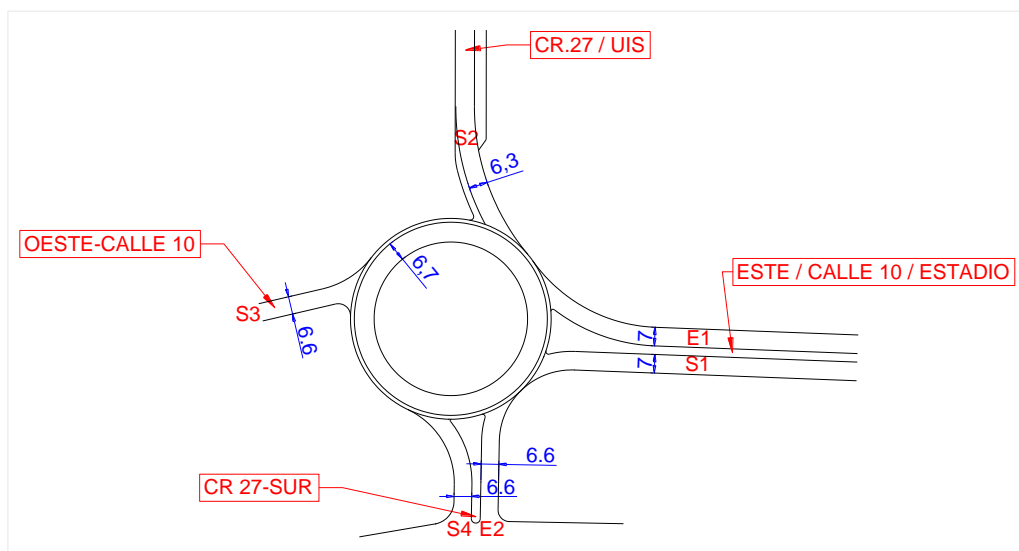
Finalmente, el ángulo de entrada y salida no son ideales según están establecidos en la norma, los valores se encuentran en un rango superior.

### **8.1.2. Ancho de Calzada**

En la figura 5 se puede observar el ancho de cada uno de los ramales de entrada y salida de las glorietas, las medidas fueron plasmadas en el Software AutoCAD.

En color rojo la nomenclatura E (Entrada) y S (Salida), como guía en el momento de tomar los datos en campo, y en color azul se ve la medida para cada uno de los ramales.

figura 4. Anchos de calzadas Simón Bolívar-UIS



Fuente. Autor

Posteriormente en la tabla 13 se define los valores mínimos para el ancho de calzada de ramales de entrada y salida con relación al radio interior.

*Tabla 13. Ancho de ramal de salida y entrada en función del radio.*

<b>Radio (m)</b>	<b>Ancho de calzada con un único carril con espacio para sobrepasar un vehículo estacionado, w (m)</b>
15	9,50
20	8,90
25	8,40
30	8,00
40	7,40
50	7,00
75	6,50
100	6,20
150	6,10
Derecho	6,00

Fuente. Manual de Diseño geométrico de Carreteras, Invias. p.181

En la tabla 14 se puede observar el ancho de calzada para cada ramal de entrada y salida con su respectivo radio, dichos datos son necesarios para verificar el ancho mínimo según la normativa del manual de diseño geométrico de carreteras, capítulo seis.

Para los anchos mínimos fue necesario realizar el método de interpolación a fin de encontrar los valores exactos.

*Tabla 14. Verificación de ancho de calzada Estatua Simón Bolívar-UIS*

	<b>Número</b>	<b>Radio (m)</b>	<b>Ancho de calzada(m)</b>	<b>Ancho mínimo(m)</b>
<b>Entradas</b>	E1	53,39	7	6,8644
	E2	24,48	6,6	8
	S1	24,48	7	8
<b>Salidas</b>	S2	78,13	6,3	5,88
	S3	29,3	6,6	8
	S4	27,51	6,6	8

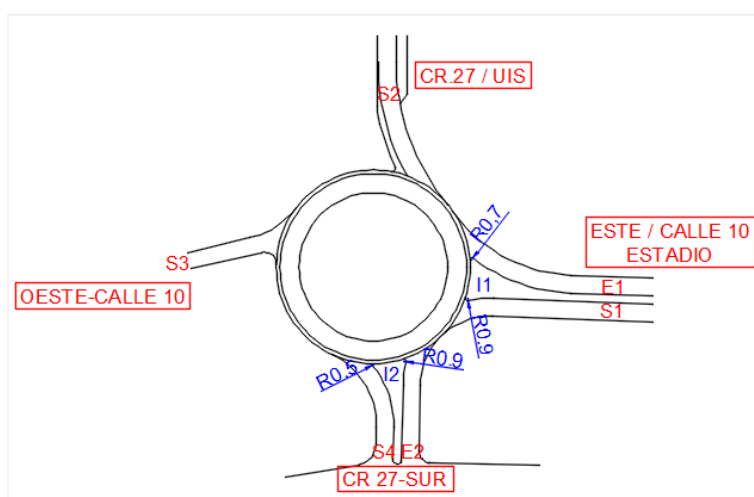
Fuente. Autor

Teniendo en cuenta los requisitos impuestos por la norma podemos ver que solo la Entrada 1 y la salida 2 cumplen respecto al ancho mínimo, a diferencia de las casillas resaltadas de color rojo, no cumplen.

### 8.1.3. Isletas

La figura 6 muestra las isletas en color azul junto con su enumeración para identificar sus radios. Las isletas son direccionales sin berma que ayuda al usuario como guía. Basados en la norma (INVIAS) los radios de las isletas ubicados al inicio de cada curva en el ramal de entrada y salida oscila entre 0,50 y 1,0 m como mínimo.

*figura 5. Radio de las Isletas*



Fuente. Autor

*Tabla 15. Datos isletas*

Isletas	Radio 1 (m)	Radio 2(m)
I1	0,9	0,7
I2	0,5	0,9

Fuente. Autor

La tabla 15 indica las medidas para cada isleta con su respectivo radio. Todos los radios cumplen según las condiciones.

#### 8.1.4. Capacidad de la sección de Entrecruzamiento ( $Q_p$ )

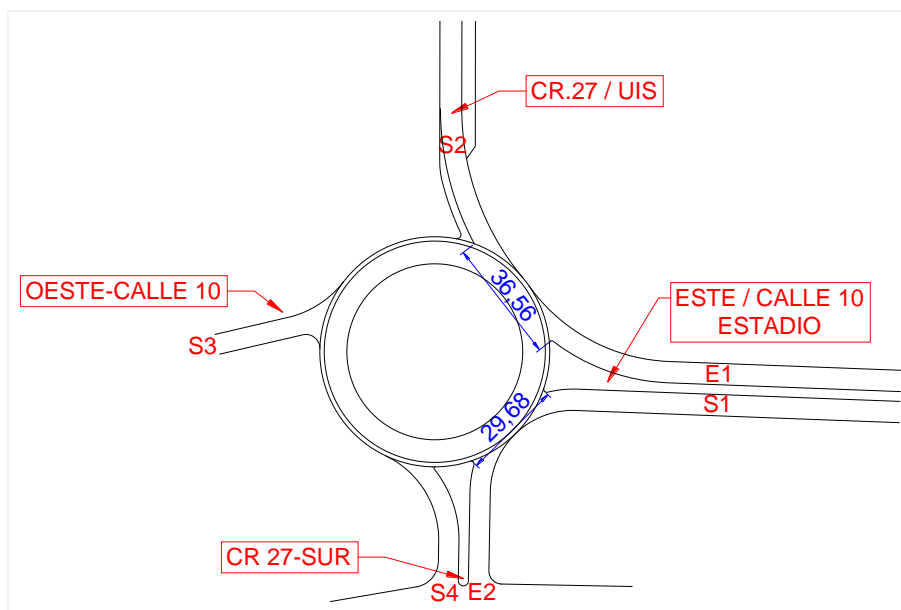
Se determina la capacidad de cada sección de Entrecruzamiento con la finalidad de comparar dicha capacidad con el Volumen de máxima demanda de entrecruzamiento, en la hora punta.

Según lo anterior, cuando se presenta la hora más crítica del día la capacidad de la sección de entrecruzamiento debe ser mayor al volumen equivalente ( $Q_p > V$ ), con el objeto de prever la congestión vehicular.

El sector de Estatua Simón Bolívar-UIS, tiene dos secciones de entrecruzamiento. La sección 1 está entre los ramales Este/calle 10 Estadio y Carrera 27/UIS, la conforman los vehículos provenientes de la entrada E1 y la salida S2. La sección 2 está entre los ramales Carrera 27/ Sur y Este calle 10 Estadio, está conformada por la entrada E2 y Salida S1.

En la figura 7 se puede observar en color azul la longitud de sección de entrecruzamiento medida en campo.

*figura 6. Longitud de sección de entrecruzamiento*



Fuente. Autor

Tabla 16. Capacidad de sección de Entrecruzamiento

SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO		—	SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO	
<b>E1</b>	<b>S2</b>		<b>E2</b>	<b>S1</b>
W	6,7		W	6,7
W/L	0,18		W/L	0,23
e1	6,7		e1	6,7
e2	7		e2	6.6
e	6,85		e	6,7
L	36,56		L	29,68
<b>QP</b>	<b>1832</b>		<b>QP</b>	<b>1749</b>
<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>903</b>		<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>595</b>

Fuente. Autor

De la tabla 16 se puede inferir que cumple la capacidad de la sección de entrecruzamiento, por lo que se observa que el Qp es mayor, doblando el valor del volumen máximo.

*Tabla 17. Criterio de Diseño de Glorietas*

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	MAGNITUD
Diámetro mínimo de la isleta central		m	25
Diámetro mínimo del círculo inscrito		m	50
Relación W/L (sección de entrecruzamiento)			Entre 0,25 y 0,40
Ancho sección de entrecruzamiento (W)		m	Máximo 15
Radio interior mínimo en los accesos	De entrada	m	30
	De salida	m	40
Ángulo ideal de entrada			60°
Ángulo ideal de salida			30°

fuente. Manual de Diseño geométrico de carreteras (INVIAS)

Por otra parte, el ancho de la sección de entrecruzamiento (W) cumple respecto al valor máximo pero la relación W/L no cumple según la tabla 16.

### 8.1.5. Determinación de Velocidad a flujo libre

Se recolectaron 30 datos y se plasmaron en la tabla de Excel, las velocidades se promediaron, y a partir de estos datos se obtuvo los datos necesarios para calcular el percentil 85 y determinar la velocidad de operación de la vía.

*Tabla 18. Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia*

<b>DATOS</b>	
<b>Numero de datos (n)</b>	30
<b>Velocidad Máxima (km/h)</b>	32
<b>Velocidad Mínima(km/h)</b>	13
<b>Amplitud</b>	19
<b>Intervalo</b>	6
<b>Ancho de Intervalo</b>	4
<b>Diferencia</b>	2
<b>Percentil 85%</b>	26

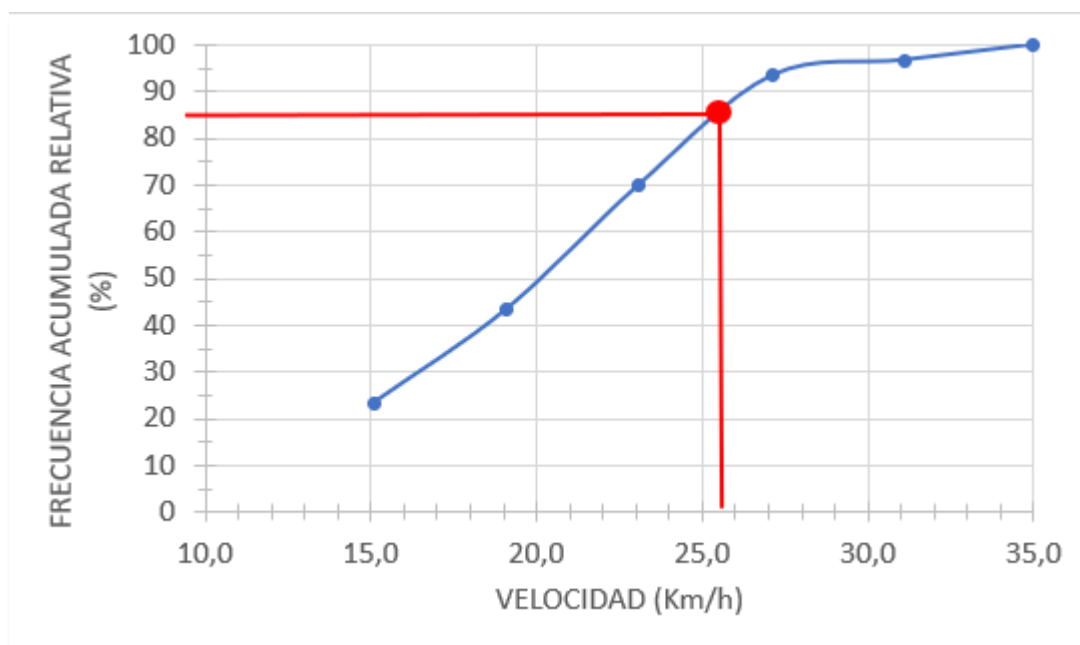
Fuente. Autor

Tabla 19. Frecuencia de Velocidades

Intervalos de clase		Punto medio	Frecuencia observada			Frecuencia acumulada	
Grupo de velocidades			Vi (Km/h)	Absoluta	fi	Relativa	Absoluta
Lim. inferior	Lim. superior						
11	15,1	13	7		23,33	7	23,33
15,1	19,1	17	6		20	13	43,33
19,1	23,1	21	8		26,67	21	70
23,1	27,1	25	7		23,33	28	93,33
27,1	31,1	29	1		3,33	29	96,67
31,1	35	33	1		3,33	30	100
<b>SUMA</b>				30	100		

Fuente. Autor

grafica 6. Percentil 85



Fuente. Autor

En vista de los resultados obtenidos podemos inferir que la velocidad de operación es aproximadamente de 26 km /h.

### 8.1.6. Nivel de Servicio

Para analizar el nivel de Servicio de la Glorieta Simón Bolívar- UIS, previamente se hizo una pequeña inspección con el fin de determinar los ramales de entrada. De esta manera se tomó los tiempos de demora que tarda un vehículo al ingresar a la glorieta y así mismo poder seleccionar el nivel de servicio basados en la tabla 7, donde podemos relacionar los valores de capacidad y volumen, para esto utilizamos la capacidad de entrecruzamiento ( $Q_p$ ) que asocia las entradas con respecto al volumen de máxima demanda.

*Tabla 20. Determinación de nivel de servicio*

Secciones	Demoras (seg/veh)	Relación volumen capacidad	Nivel de servicio
Entrada 1	6,01	0,49	A
Entrada 2	6,33	0,34	A
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,17</b>	<b>0,415</b>	<b>A</b>

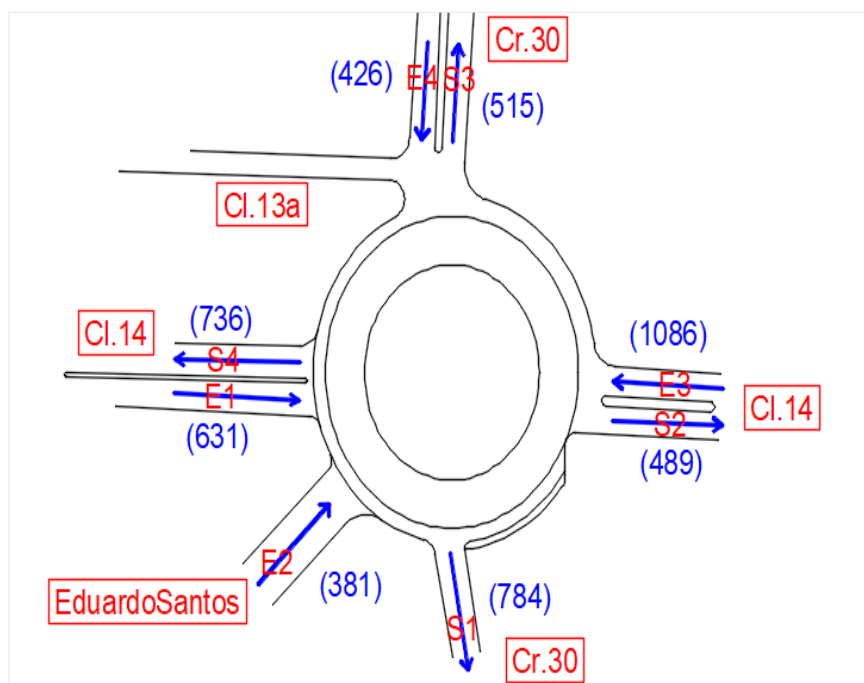
Fuente. Autor

Según las características se puede determinar que presenta un nivel de servicio A, donde se observan algunos vehículos circulando al mismo tiempo, hay libertad de maniobra donde el ambiente es agradable para el conductor.

La metodología que se aplicó para la glorieta Simón Bolívar -UIS, teniendo en cuenta la normativa (INVIAS) capítulo 6 es la misma que se aplicó para las 4 glorietas restantes.

## 8.2. Estadio Alfonso López

figura 7. Volúmenes totales (ade/h)



Fuente. Autor

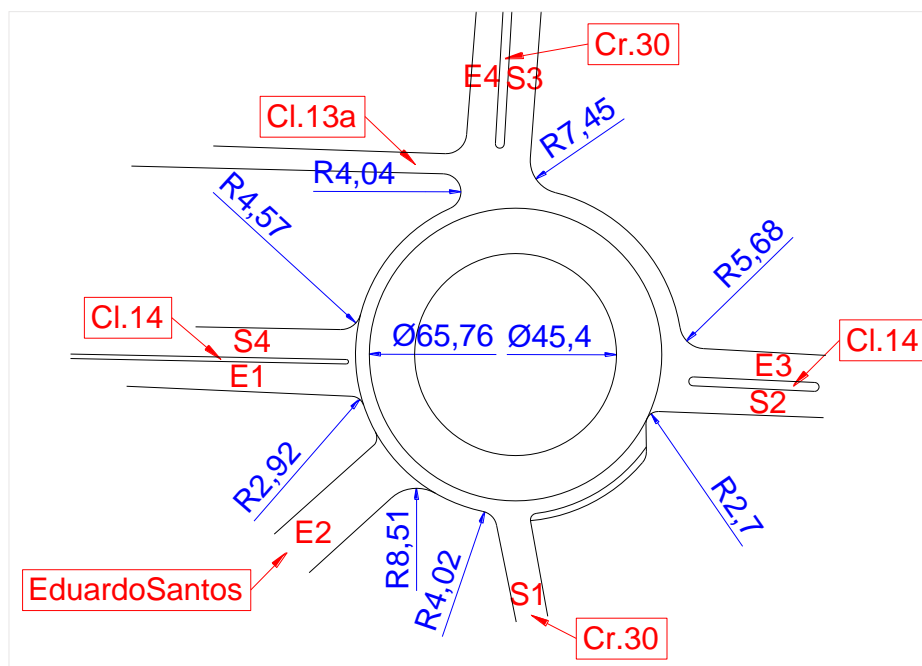
- S3: Salida cra 30 /norte
- E4: Entrada cra 30 hacia la glorieta
- S4: Salida calle 14/ Oeste
- E1: Entrada calle 14 /Oeste
- E2: Entrada Eduardo Santos
- S1: Salida cra 30 / sur
- E3: Entrada calle 14/ Este
- S2: Salida calle 14 /Este

**TOTAL, VEHICULOS  
MIXTOS EQUIVALENTES  
HORA :5048**

### 8.2.1. Criterio geométrico

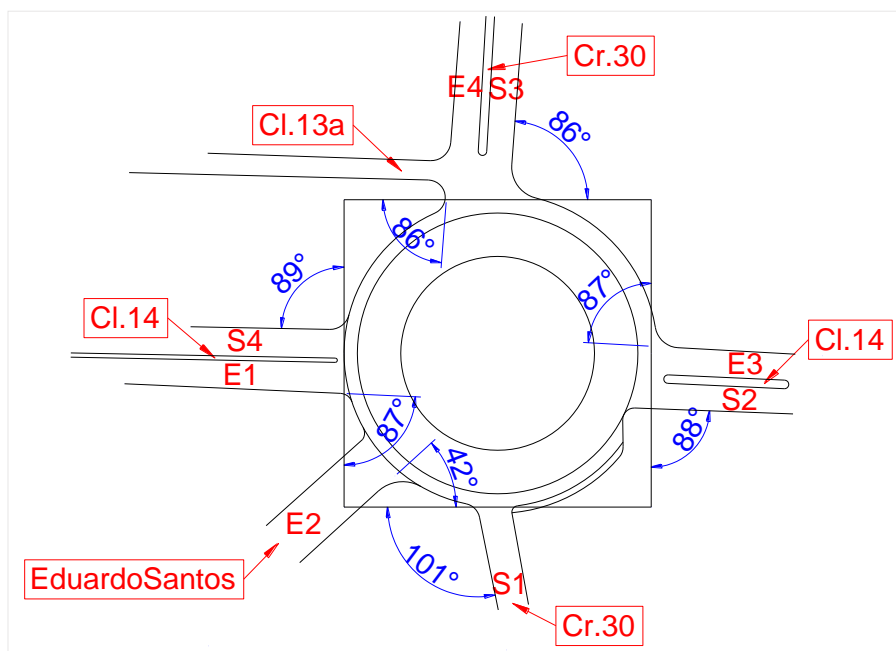
Con base a la tabla 11 del Manual Geométrico de carreteras capítulo 6 se verifica los criterios impuestos.

*figura 8. Radios y Diámetros Estadio Alfonso López*



Fuente. Autor

figura 9.Ángulos de Entrada y Salida



Fuente. Autor

Tabla 21. Verificación de Criterios geométricos

	Número	Ángulo (°)	Radio (m)	Diámetro de Isleta central (m)	Diámetro círculo inscrito (m)
<b>Entradas</b>	E1	87	2,92	45,4	65,76
	E2	42	8,51		
	E3	87	5,68		
	E4	86	4,68		
<b>Salidas</b>	S1	101	4,02		
	S2	88	2,3		
	S3	86	7,45		
	S4	89	4,47		

Fuente. Autor

Basados en la tabla 20 se indican los valores geométricos de la Glorieta Estadio Alfonso López, como se mencionó anteriormente fue medido en campo.

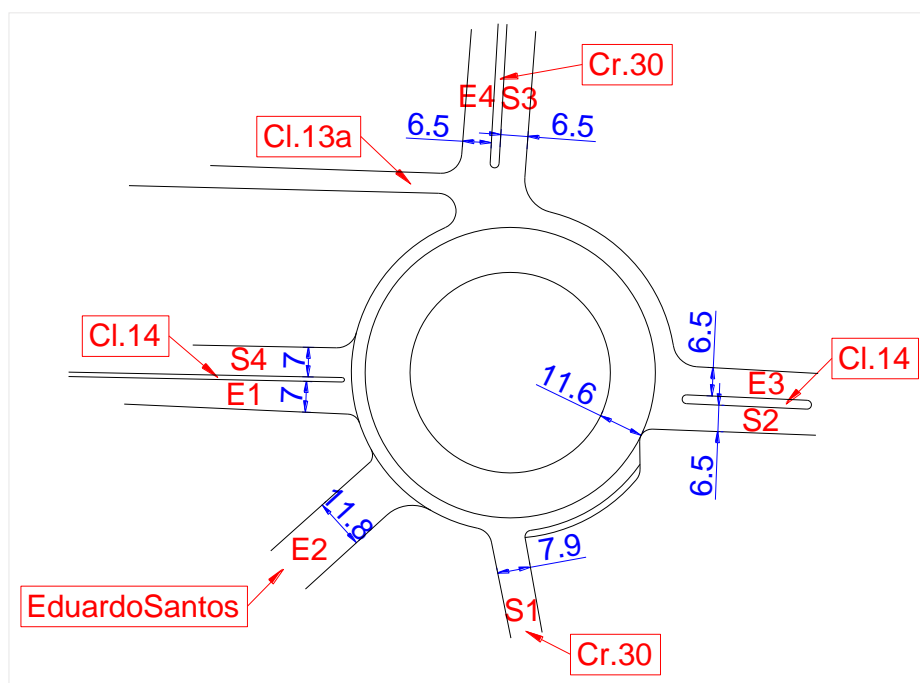
Al hacer la verificación de los criterios impuestos por la norma (INVIAS) podemos ver que los radios mínimos de entrada son de 30m y de Salida 40 m, caso que no cumple en las casillas resaltadas de color rojo, evidentemente estos valores están por debajo de manera muy significativa, En cuanto al diámetro de isleta central y el diámetro del círculo inscrito cumplen según la normativa.

Finalmente, los ángulos no son ideales según están establecidos en la norma, los ángulos de entrada sobrepasan el valor ideal al igual los ángulos de salida.

### 8.2.2. Ancho de Calzada

En la siguiente figura se puede visualizar la nomenclatura para cada entrada y Salida, en color rojo la nomenclatura E (Entrada) y S (Salida), como guía en el momento de tomar los datos en campo, y en color azul se ve la medida para cada uno de los ramales tomado en campo.

*figura 10. Ancho de calzada glorieta Estadio Alfonso López*



Fuente. Autor

*Tabla 22. Verificación de ancho de calzada Estadio Alfonso López*

	Número	Radio (m)	Ancho de calzada	Ancho mínimo
<b>Entradas</b>	E1	2,92	7	9,5
	E2	8,51	11,8	
	E3	5,68	6,5	
	E4	4,68	6,5	
<b>Salidas</b>	S1	4,02	7,9	
	S2	2,3	6,5	
	S3	7,45	6,5	
	S4	4,47	7	

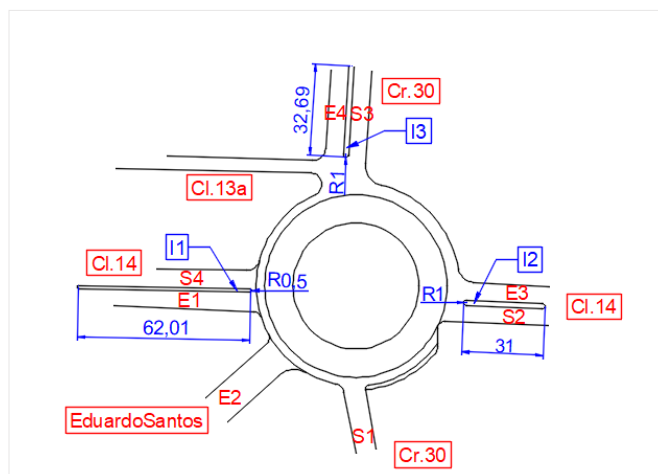
Fuente. Autor

Basándonos en la tabla 13 de la norma (INVIAS) el ancho mínimo de la calzada es de 9.50 m cuando es un radio de 15m, pero notablemente podemos visualizar en la tabla 21 respecto a los radios medidos en el Software AutoCAD que no cumplen.

### 8.2.3. Isletas

Para el Estadio Alfonso López se encontraron hay tres Isletas tipo Separadoras, su longitud mínima debe ser de 30 m para radios mínimo de 0,50 y 1,00 m.

*figura 11. Radio de las Isletas*



Fuente. Autor

*Tabla 23. Datos de Isletas*

Isletas	Radio 1 (m)	Longitud(m)
I1	0,5	62
I2	1	31
I3	1	32,69

Fuente. Autor

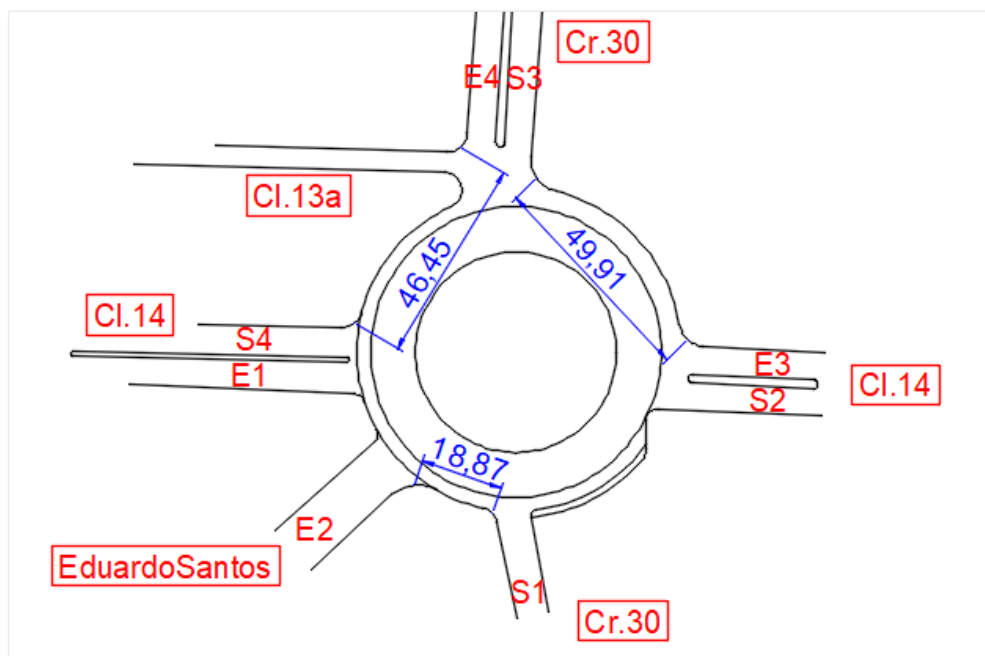
Las isletas presentes cumplen con la norma, al igual que la longitud mínima establecida.

### 8.2.4. Capacidad de sección de Entrecruzamiento

El sector de la glorieta Estadio Alfonso López cuenta con 3 secciones de entrecruzamiento como se puede ver en la figura 11, y en color rojo la nomenclatura para cada entrada (E) y salida (S).

La sección 1 de entrecruzamiento entre la Entrada 4 (Cra 30 /Norte) y Salida 4 (calle 14), la sección 2 entre Entrada 2 (Eduardo Santos) y Salida 1 (carrera 30), por último, Entrada 3(calle 14 /Este) y Salida 3 (Carrera 30 /norte).

*figura 12. Longitud para secciones de Entrecruzamiento.*



Fuente. Autor

Tabla 24. Capacidad de Sección de Entrecruzamiento

SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO		—	SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO		—	SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO	
E2	S1		E3	S3		E4	S4
W	11,6		W	11,6		W	11,6
<b>W/L</b>	<b>0,61</b>		<b>W/L</b>	<b>0,23</b>		<b>W/L</b>	<b>0,25</b>
e1	11,6		e1	11,6		e1	11,6
e2	11,8		e2	6,5		e2	6,5
e	11,7		e	9,05		e	11,6
L	18,87		L	49,91		L	46,45
<b>QP</b>	<b>2309</b>		<b>QP</b>	<b>2681</b>		<b>QP</b>	<b>2970</b>
<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>1165</b>		<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>1601</b>		<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>1162</b>

Fuente. Autor

La capacidad de sección de entrecruzamiento cumple respecto al volumen máximo de entrecruzamiento.

En cuanto, a la relación W/L según la normativa esta entre 0,25 y 0,40, lo cual cumple para la sección entrada 4 y salida 4, caso contrario para las dos secciones restantes.

### 8.2.5. Determinación de velocidad a flujo libre

*Tabla 25. Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia*

<b>DATOS</b>	
<b>Numero de datos (n)</b>	<b>30</b>
<b>Velocidad Máxima (km/h)</b>	<b>31</b>
<b>Velocidad mínima (km/h)</b>	<b>13</b>
<b>Amplitud</b>	<b>18</b>
<b>Intervalo</b>	<b>6</b>
<b>Ancho de intervalo</b>	<b>4</b>
<b>Diferencia</b>	<b>2</b>
<b>Percentil 85%</b>	<b>29</b>

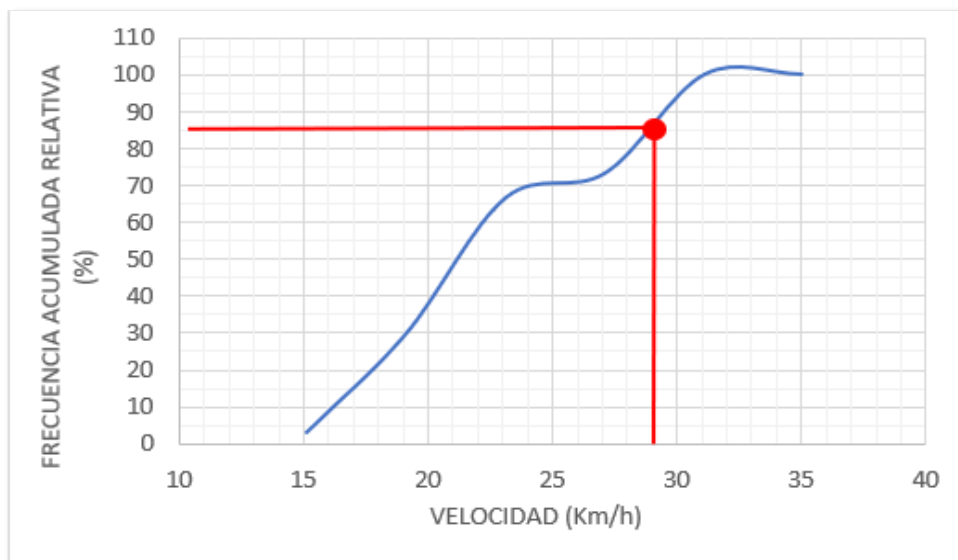
Fuente. Autor

*Tabla 26. Frecuencia de Velocidades*

<b>INTERVALOS DE CLASE</b>		<b>Punto medio</b>	<b>Frecuencia observada</b>		<b>Frecuencia acumulada</b>	
<b>Grupo de velocidades (Km/h)</b>						
<b>Lim. inferior</b>	<b>Lim. superior</b>	<b>Vi (Km/h)</b>	<b>Absoluta fi</b>	<b>Relativa</b>	<b>Absoluta</b>	<b>Relativa</b>
11	15,1	13	1	3,33	1	3,33
15,1	19,1	17	8	26,67	9	30
19,1	23,1	21	11	36,67	20	66,67
23,1	27,1	25	2	6,67	22	73,33
27,1	31,1	29	8	26,67	30	100
31,1	35	33	0	0	30	100
<b>SUMA</b>			<b>30</b>	<b>100</b>		

Fuente. Autor

grafica 7.Percentil 85



Fuente. Autor

En vista de los resultados obtenidos podemos deducir que la velocidad de operación es aproximadamente de 29 km/h.

### 8.2.6. Nivel de Servicio

*Tabla 27. Determinación de nivel de servicio*

Secciones	Demoras (seg/veh)	Relación volumen capacidad	Nivel de servicio
Entrada 2	11,0	0,5	B
Entrada 3	10,9	0,59	B
Entrada 4	10,9	0,39	B
<b>PROMEDIO</b>	<b>10,9</b>	<b>0,49</b>	<b>B</b>

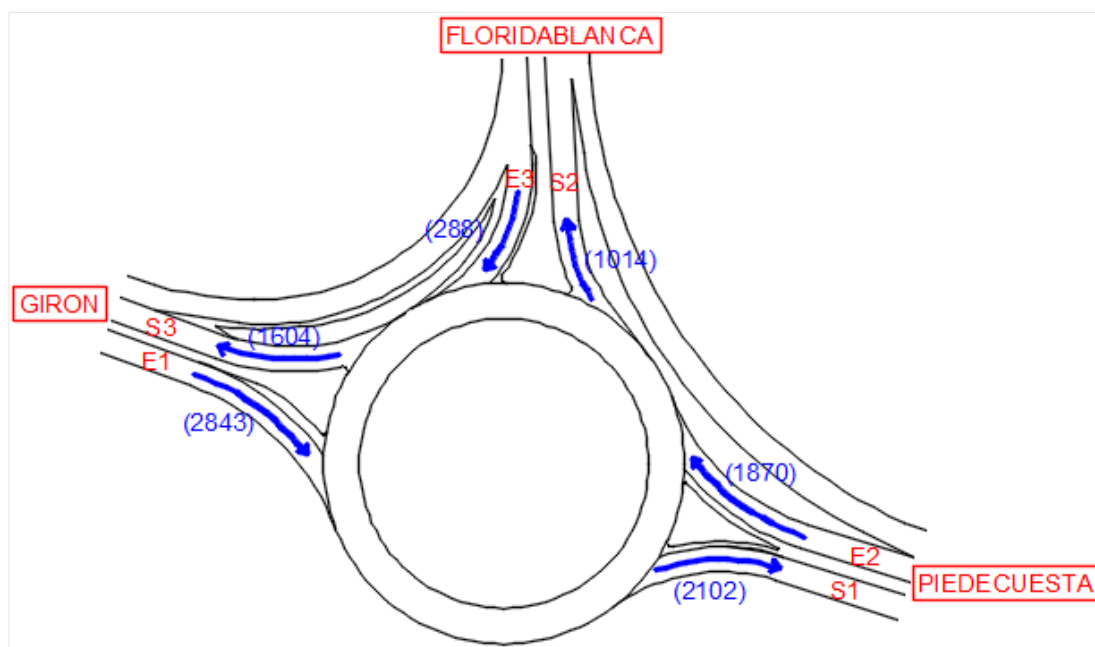
Fuente. Autor

Esta Glorieta ofrece a los usuarios un nivel de servicio B, es aceptable, aunque la velocidad se ve afectada por la presencia de los vehículos, la libertad de maniobra es limitada.

Es importante tener en cuenta que hay un puesto de control de tiempo para el transporte público, ocasionando pequeñas congestiones al ingresar, además que hay zonas de parque dentro de la glorieta limitando el flujo vehicular.

### 8.3. Anillo vial

figura 13.volúmenes totales (ade/h)



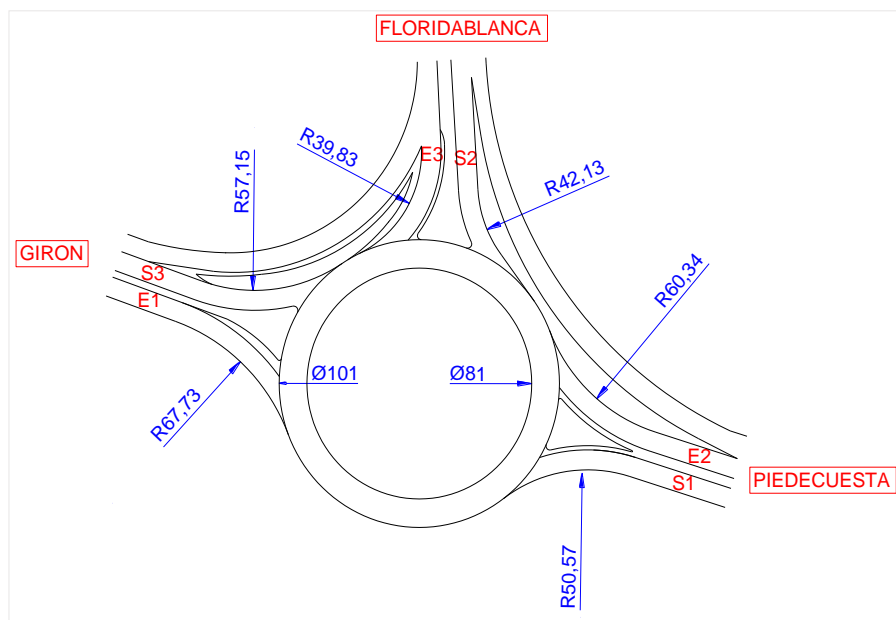
Fuente. Autor

1. Salida 1 hacia Piedecuesta
2. Entrada 2 de Piedecuesta
3. Salida 2 hacia Floridablanca
4. Entrada 3 de Floridablanca
5. Salida 3 hacia Girón
6. Entrada 1 de Girón

**TOTAL, VEHICULOS  
MIXTOS EQUIVALENTES  
HORA: 9720**

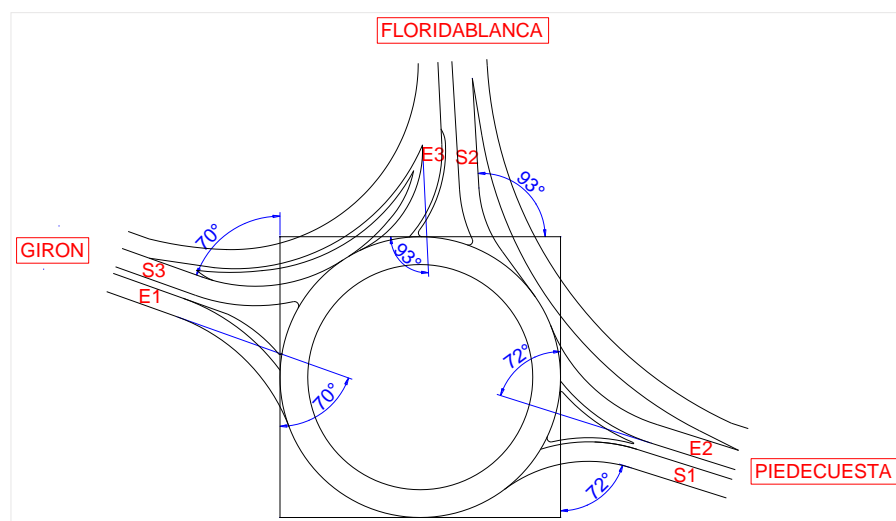
### 8.3.1. Criterio geométrico

figura 14. Radios y Diámetros glorieta anillo vial



Fuente. Autor

figura 15. Radios de Entrada y Salida



Fuente. Autor

*Tabla 28.Verificación de Criterios*

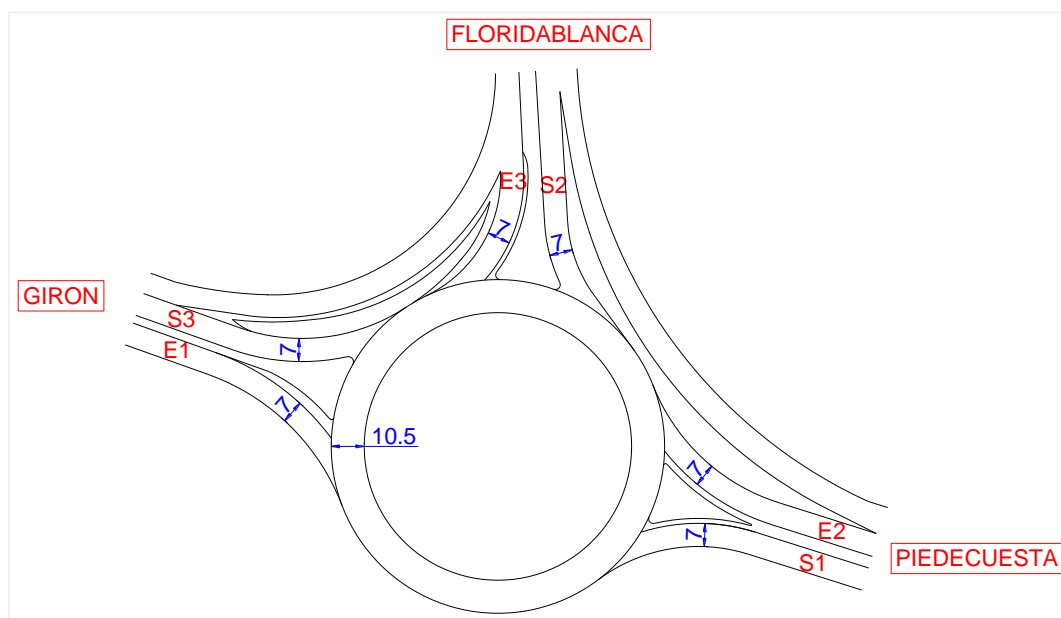
	Número	Ángulo (°)	Radio (m)	Diámetro de la isleta central (m)	Diámetro círculo inscrito(m)
<b>Entradas</b>	E1	70	67,73		
	E2	72	60,34		
	E3	93	39,83		
<b>Salidas</b>	S1	72	50,57	81	101
	S2	93	42,13		
	S3	70	57,15		

Fuente. Autor

Considerando la Glorieta Anillo vial, es el proyecto más reciente si comparamos con las demás glorietas de estudio. Por lo que podemos observar que cumple los radios y los diámetros, sin embargo, los ángulos ideales no cumplen, pero cabe resaltar que tampoco están por debajo de lo establecido.

### 8.3.2. Ancho de calzada

figura 16. Ancho de calzada glorieta Anillo vial



Fuente. Autor

Tabla 29. Verificación de ancho de calzada Estadio Alfonso López

	Número	Radio (m)	Ancho de calzada	Ancho mínimo
<b>Entradas</b>	E1	67,73	7	6,32
	E2	60,34	7	6,6
	E3	39,83	7	7
<b>Salidas</b>	S1	50,57	7	7
	S2	42,13	7	7
	S3	57,15	7	6,72

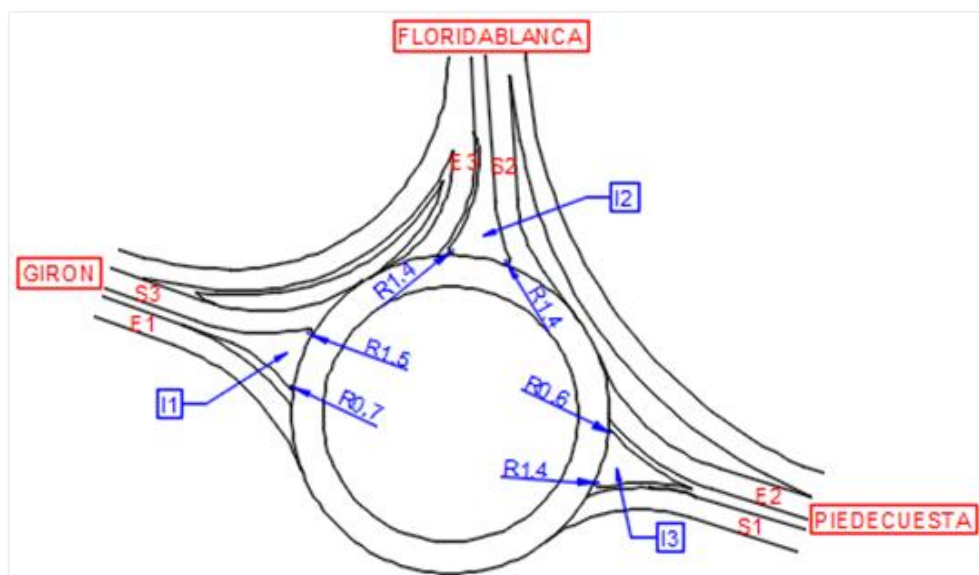
Fuente. Autor

Como se puede observar en la tabla 27 todos los anchos de cada ramal de entrada y salida cumplen según la norma por el INVIAS, estos valores son exactos al valor mínimo o están muy cerca del rango.

### 8.3.3. Isletas

Continuando con el procedimiento del análisis de las glorietas, seguimos a comprobar los radios de las isletas direccionales teniendo en cuenta que los ramales de entrada y salida están entre 0,50 y 1,0 m.

*figura 17. Radio de las Isletas*



Fuente. Autor

*Tabla 30. Datos de Isletas*

Isleta	Radio 1(m)	Radio 2(m)
I1	1,5	0,7
I2	1,4	1,4
I3	0,6	1,4

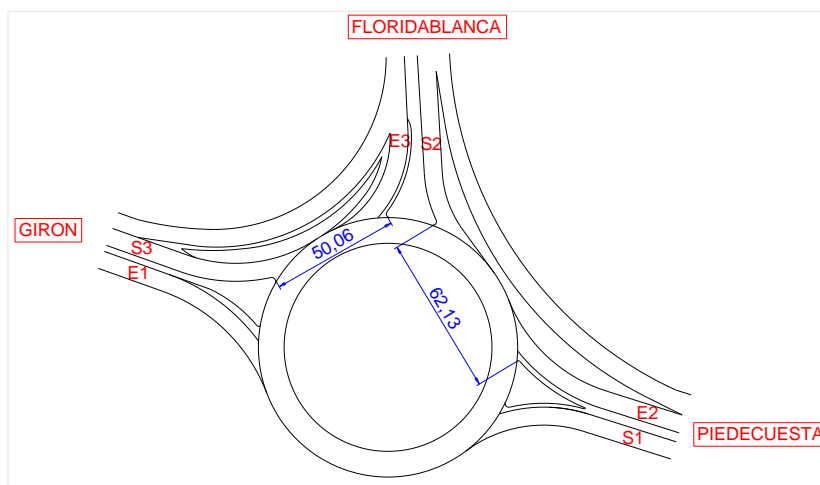
Fuente. Autor

Al igual que las glorieta de Estatua Simón Bolívar -UIS, estas isletas son direccionales y cumplen.

#### 8.3.4. Capacidad de sección de entrecruzamiento

Como se observa en la figura el Anillo vial cuenta con dos secciones de entrecruzamiento, la sección 1 esta entre la Entrada 2 y Salida 2, y la sección 2 esta entre la Entrada 3 y la Salida 3.

*figura 18. Longitud para secciones de Entrecruzamiento.*



Fuente. Autor

Tabla 31. Capacidad de Sección de Entrecruzamiento

SECCION ENTRECRUZAMIENTO		—	SECCION ENTRECRUZAMIENTO	
<b>E2</b>	<b>S2</b>		<b>E3</b>	<b>S3</b>
W	10,5		W	10,5
<b>W/L</b>	<b>0,17</b>		<b>W/L</b>	<b>0,21</b>
e1	10,5		e1	10,5
e2	7		e2	7
e	8,75		e	8,75
L	62,13		L	50,06
<b>QP</b>	<b>2635</b>		<b>QP</b>	<b>2546</b>
<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>2884</b>		<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>1892</b>

Fuente. Autor

Con la relación a la capacidad de sección de entrecruzamiento, podemos concluir que la sección 1 no cumple, por lo que en esa zona se pudo observar gran cantidad de vehículos pesados provenientes de Piedecuesta donde la capacidad no demanda al volumen máximo. En la sección 2 si cumple.

Por otro lado, la relación W/ L no cumple entre el valor comprendido entre 0,25 y 0,40.

### 8.3.5. Determinación de Velocidad a Flujo Libre

*Tabla 32. Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia*

<b>DATOS</b>	
<b>Numero de datos (n)</b>	<b>30</b>
<b>Velocidad Máxima (km/h)</b>	<b>35</b>
<b>Velocidad Mínima (km/h)</b>	<b>13</b>
<b>Amplitud</b>	<b>22</b>
<b>Intervalo</b>	<b>6</b>
<b>Ancho de intervalo</b>	<b>4</b>
<b>Diferencia</b>	<b>2</b>
<b>Percentil 85%</b>	<b>33,7</b>

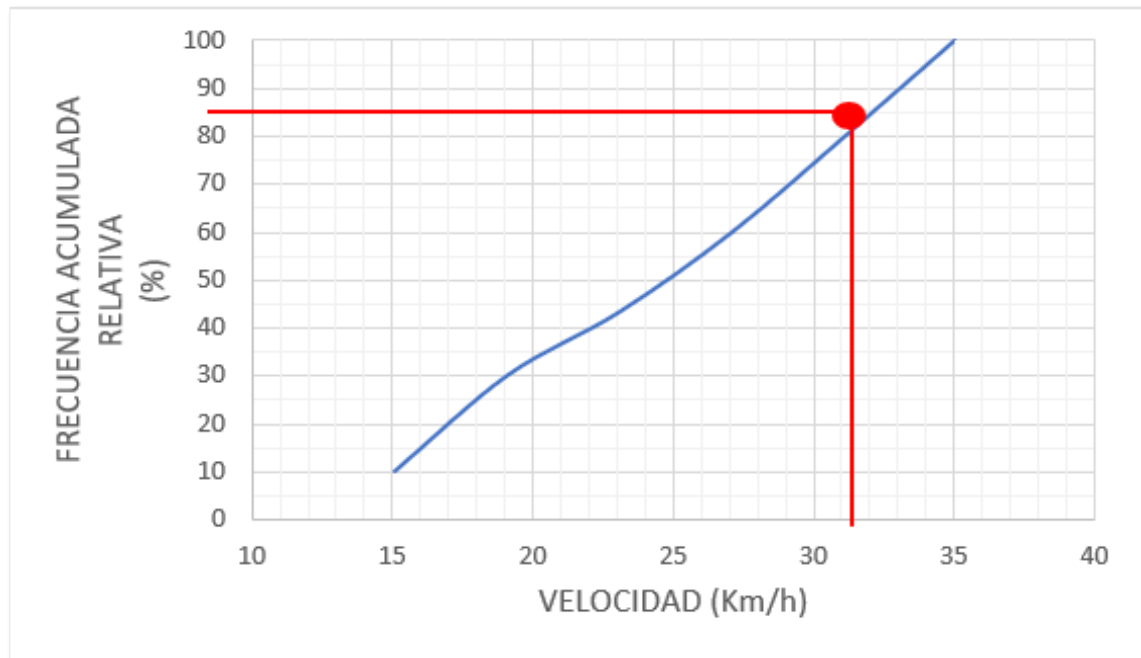
Fuente. Autor

*Tabla 33. Frecuencia de Velocidades*

<b>INTERVALOS DE CLASE</b>		<b>Punto medio</b>	<b>Frecuencia observada</b>		<b>Frecuencia acumulada</b>	
<b>Grupo de velocidades (Km/h)</b>			<b>Vi (Km/h)</b>	<b>Absoluta</b>	<b>Relativa</b>	<b>Absoluta</b>
<b>lim inferior</b>	<b>lim superior</b>			<b>fi</b>		
11	15,1	13	3	10	3	10
15,1	19,1	17	6	20	9	30
19,1	23,1	21	4	13,33	13	43,33
23,1	27,1	25	5	16,67	18	60
27,1	31,1	29	6	20	24	80
31,1	35	33	6	20	30	100
<b>SUMA</b>			<b>30</b>	<b>100</b>		

Fuente. Autor

grafica 8. Percentil 85



Fuente. Autor

La velocidad de operación es de aproximadamente 33,7 km/h.

### 8.3.6. Nivel de Servicio

La glorieta Anillo vial se considera una de las glorietas con mayor con mayor flujo de vehículos pesados, en este caso decidimos tomar la Entrada 2 y la Entrada 3 que comunica de Girón a Piedecuesta y de Floridablanca a Girón, estas vías son principales.

*Tabla 34. Determinación de nivel de servicio*

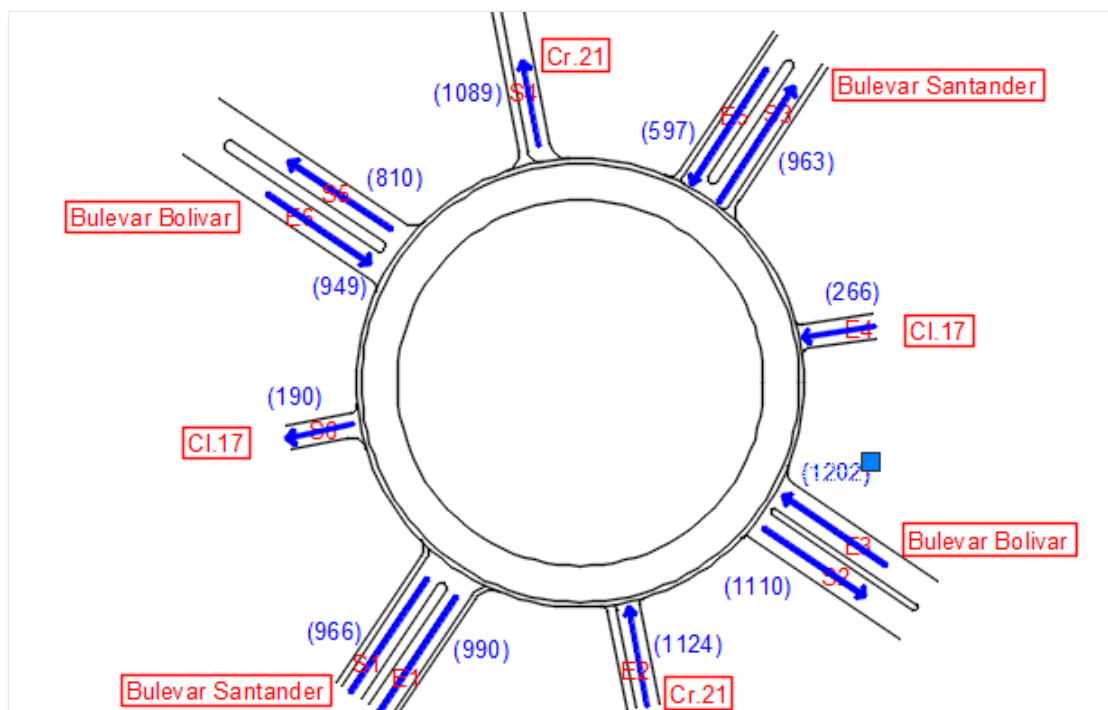
Secciones	Demoras (seg/veh)	Relación volumen capacidad	Nivel de servicio
Entrada 2	25,5	1,09	F
Entrada 3	26,1	0,74	D
<b>PROMEDIO</b>	<b>25,8</b>	<b>0,92</b>	<b>D</b>

Fuente. Autor

Se concluyo el nivel de servicio que presta esta glorieta es de nivel D, donde la velocidad y la libertad de maniobra se ven un poco restringidas, por otro lado la entrada 2 presto un nivel de servicio F por lo que se pudo observar que es altamente transitadas por vehículos mixtos provenientes de Piedecuesta.

#### 8.4. San francisco

figura 19. Volúmenes totales (ade/h)

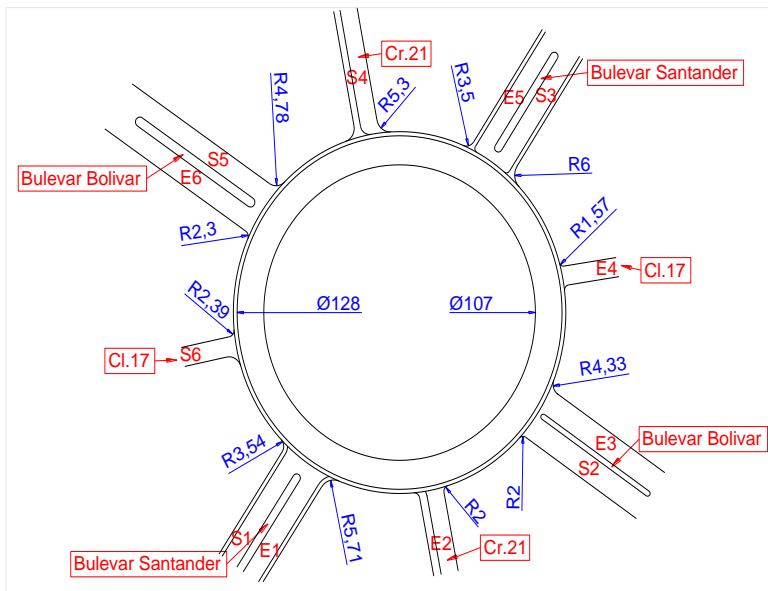


- 1.Entrada 1 Bulevar Santander
2. Entrada 2 cra 21 /Sur
- 3.Salida 2 hacia Bulevar Bolívar
- 4.Entrada 3 por Bulevar Bolívar
- 5.Entrada 4 cra 17/Este
- 6.Salida 3 hacia Bulevar Santander
- 7.Entrada 5 Bulevar Santander
- 8.Salida 4 cra 21/Norte
9. Salida 5 hacia Bulevar Bolívar
- 10.Entrada 6 Bulevar Bolívar
11. Salida 6 cra 17 / Oeste
- 12.Salida 1 hacia Bulevar Santander

**TOTAL, VEHICULOS MIXTOS  
EQUIVALENTES HORA: 10258**

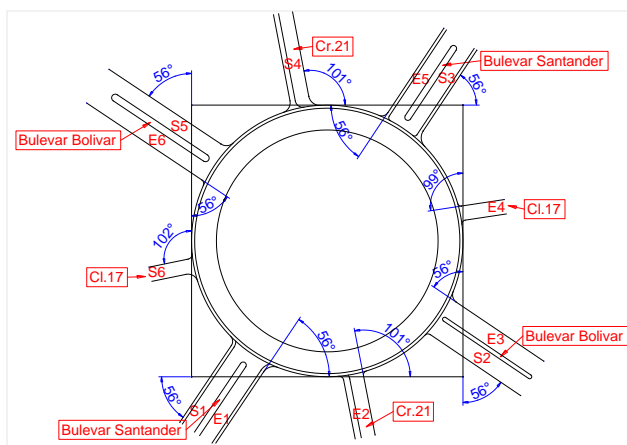
8.4.1. Criterio geométrico

figura 20. Diametros y radios de glorieta San Francisco



Fuente. Autor

figura 21. Ángulos de entrada y Salida



Fuente. Autor

Tabla 35. Verificación de criterios Glorieta San Francisco

	Número	Ángulo (°)	Radio (m)	Diámetro isleta central (m)	Diámetro círculo inscrito (m)
<b>Entradas</b>	<b>E1</b>	56	5,71	107	128
	<b>E2</b>	101	2		
	<b>E3</b>	56	4,33		
	<b>E4</b>	99	1,57		
	<b>E5</b>	56	3,5		
	<b>E6</b>	56	2,3		
<b>Salidas</b>	<b>S1</b>	56	3,54	107	128
	<b>S2</b>	56	2		
	<b>S3</b>	56	6		
	<b>S4</b>	101	5,3		
	<b>S5</b>	56	4,78		
	<b>S6</b>	102	2,39		

Fuente. Autor

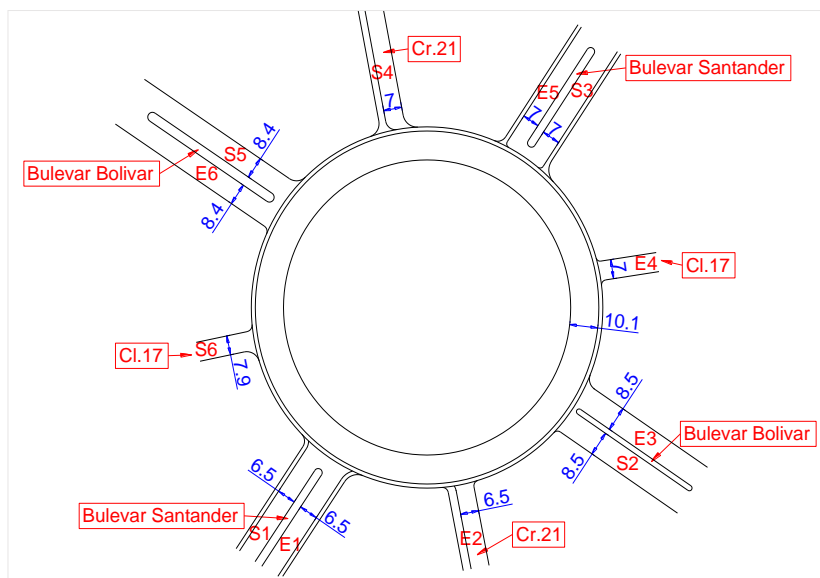
Con relación a la verificación de los criterios podemos ver que los diámetros cumplen, pero al igual que la glorieta del Estadio Alfonso López los radios están en un rango muy mínimo dentro de lo establecido por la norma, lo cual no cumplen.

En cuanto a los ángulos ideales no dan cumplimiento.

### 8.4.2. Ancho de calzada

En la siguiente figura se puede observar los anchos de la calzada para cada ramal de entrada y salida, con su respectiva nomenclatura en color rojo, Entrada (E) y Salida (S) con el fin de verificar si cada ancho cumple basándose en la normativa impuesta por el INVIAS.

*figura 22. Ancho de calzada glorieta San Francisco*



Fuente. Autor

*Tabla 36. Verificación de anchos de calzada San Francisco*

	Número	Radio (m)	Ancho de calzada (m)	Ancho mínimo (m)
<b>Entradas</b>	E1	5,71	6,5	9,5
	E2	2	6,5	
	E3	4,33	8,5	
	E4	1,57	7	
	E5	3,5	7	
	E6	2,3	8,4	
<b>Salidas</b>	S1	3,54	6,5	
	S2	2	8,5	
	S3	6	7	
	S4	5,3	7	
	S5	4,78	8,4	
	S6	2,39	7,9	

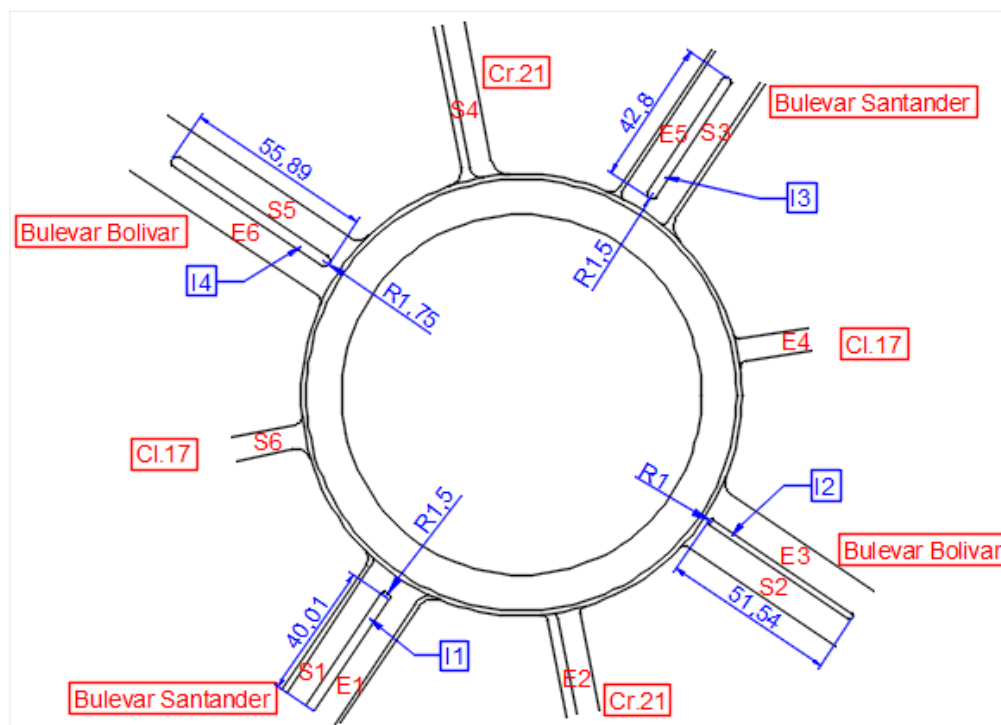
Fuente. Autor

Para la verificación de anchos de calzadas en este caso la situación es semejante a la glorieta Estadio Alfonso López, puesto que el radio medido en el Software no se aproxima al radio mínimo de la norma, por lo que no cumple.

### 8.4.3. Isletas

Cuenta con cuatro isletas separadoras en las principales avenidas, con longitud y radios para cada enlace de entrada y salida.

figura 23. Radio de las Isletas



Fuente. Autor

*Tabla 37. Datos de Isletas*

Isleta	Radio 1(m)	Longitud (m)
I1	1,5	40
I2	1	51,54
I3	1,5	42,8
I4	1,75	55,89

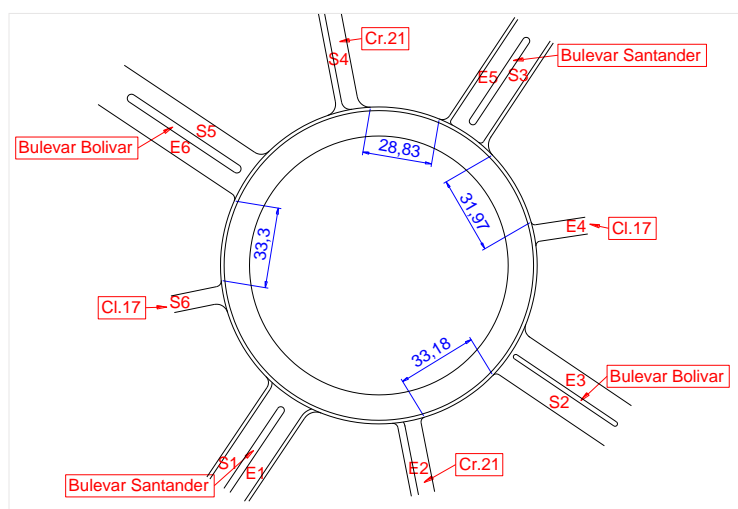
Fuente. Autor

Estas glorietas cumplen según la normativa.

#### 8.4.4. Capacidad de sección de Entrecruzamiento

Existen cuatro secciones de entrecruzamiento, la sección 1 esta entre Entrada 2 y Salida 2; la sección 2 esta entre Entrada 4 y Salida 3; la sección 3 esta entre Entrada 5 y Salida 4 y por último entre la Entrada 6 y Salida 6.

*figura 24. Longitud para secciones de Entrecruzamiento*



Fuente. Autor

Tabla 38. Capacidad de Sección de Entrecruzamiento

SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO		SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO		SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO		SECCIÓN ENTRECRUZAMIENTO	
<b>E2</b>	<b>S2</b>	<b>E4</b>	<b>S3</b>	<b>E5</b>	<b>S4</b>	<b>E6</b>	<b>S6</b>
W	10,1	W	10,1	W	10,1	W	10,1
W/L	0,3	W/L	0,32	W/L	0,35	W/L	0,3
e1	10,1	e1	10,1	e1	10,1	e1	10,1
e2	6,5	e2	7	e2	7	e2	8,4
e	8,3	e	8,55	e	8,55	e	9,25
L	33,18	L	31,97	L	28,83	L	33,3
<b>QP</b>	<b>2257</b>	<b>QP</b>	<b>2268</b>	<b>QP</b>	<b>2210</b>	<b>QP</b>	<b>2376</b>
<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>2234</b>	<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>1229</b>	<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>1686</b>	<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>1139</b>

Fuente. Autor

La relación W/L de la sección de entrecruzamiento cumple dentro la rango establecido. En base a la capacidad la sección 1 se encuentra al límite con respecto al volumen, donde se empieza a evidenciar la congestión a la hora punta.

#### 8.4.5. Determinación de Velocidad a Flujo libre

*Tabla 39. Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia*

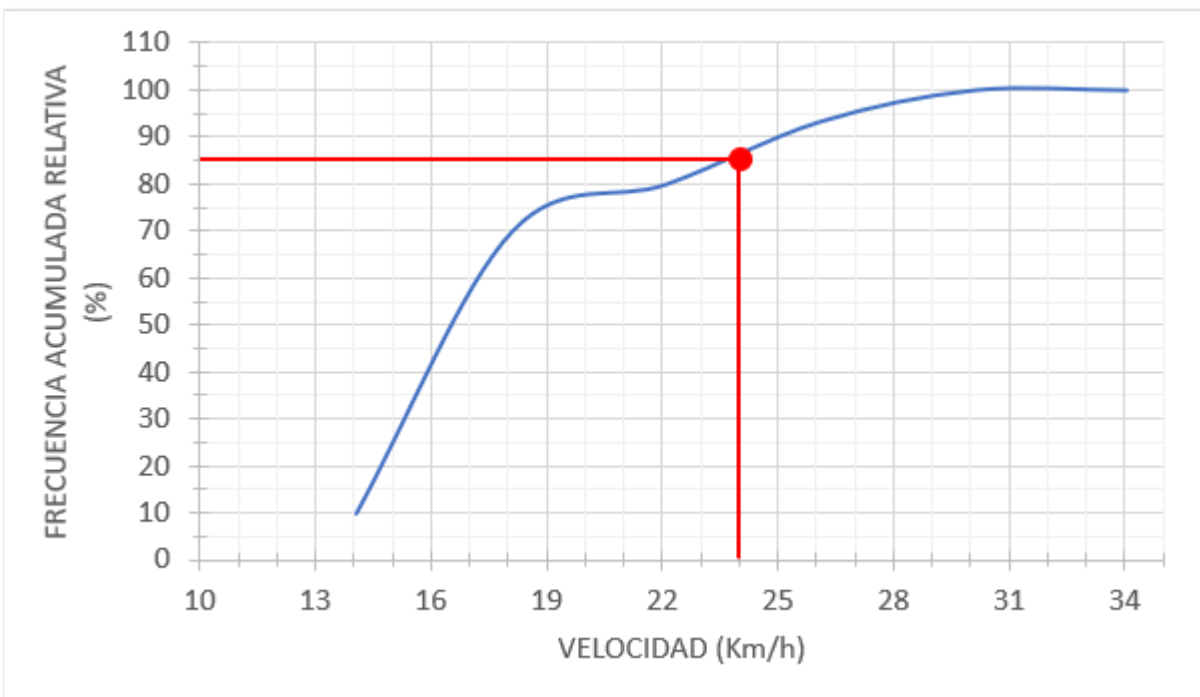
<b>DATOS</b>	
Número de datos (n)	30
Velocidad Máxima (km/h)	32
Velocidad Mínima (km/h)	14
Amplitud	18
Intervalo	6
Ancho de Intervalo	4
Diferencia	2
Percentil 85%	24

Fuente. Autor

*Tabla 40. Frecuencia de Velocidades*

<b>INTERVALOS DE CLASE</b>		<b>Punto medio</b>	<b>Frecuencia observada</b>		<b>Frecuencia acumulada</b>	
<b>Grupo de velocidades (Km/h)</b>			<b>Vi (Km/h)</b>	<b>Absoluta fi</b>	<b>Relativa</b>	<b>Absoluta</b>
<b>Lim.inferior</b>	<b>Lim.superior</b>					
12,0	16,1	14	3	10,00	3	10,00
16,1	20,1	18	18	60,00	21	70,00
20,1	24,1	22	3	10,00	24	80,00
24,1	28,1	26	4	13,33	28	93,33
28,1	32,1	30	2	6,67	30	100,00
32,1	36,0	34	0	0,00	30	100,00
SUMA			30	100,00		

Fuente. Autor

*grafica 9.Percentil 85*

Fuente. Autor

Podemos deducir que la velocidad de operación es de aproximadamente 24km/h.

#### 8.4.6. Nivel de Servicio

A pesar de que es una glorieta que presenta mayor congestión que el Anillo vial, las demoras son mayores por lo que cuenta con mayores dimensiones.

*Tabla 41. Determinación de nivel de servicio*

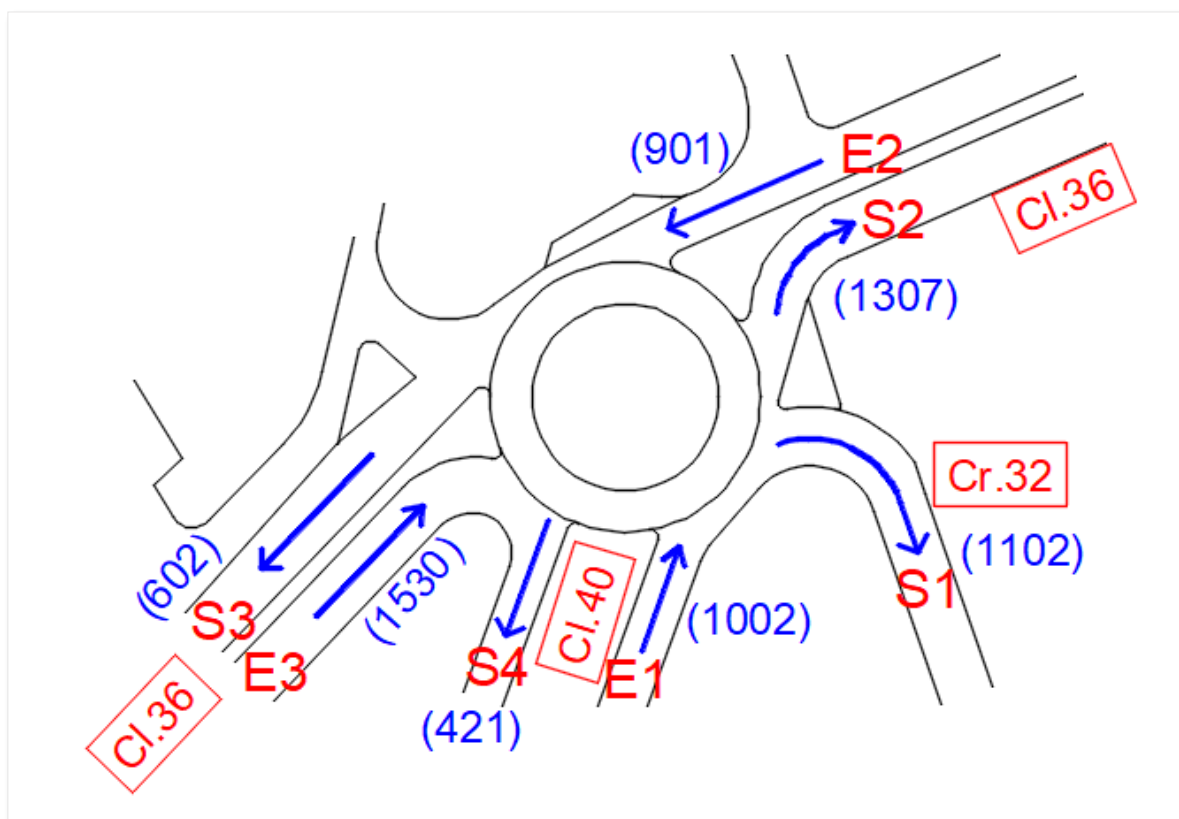
Secciones	Demoras (seg/veh)	Relación volumen capacidad	Nivel de servicio
Entrada 2	25,26	1	D
Entrada 4	24,2	0,54	C
Entrada 5	23,9	0,76	C
Entrada 6	23,5	0,48	C
<b>PROMEDIO</b>	<b>24,2</b>	<b>0,70</b>	<b>C</b>

Fuente. Autor

Para concluir esta glorieta ofrecer un nivel de servicio C, aunque en la entrada 2 tiene un nivel de servicio D por motivos que vienen de la Cra 21, que es un tramo altamente tránsito.

## 8.5. Mejoras públicas

figura 25. Volúmenes totales (ade/h)



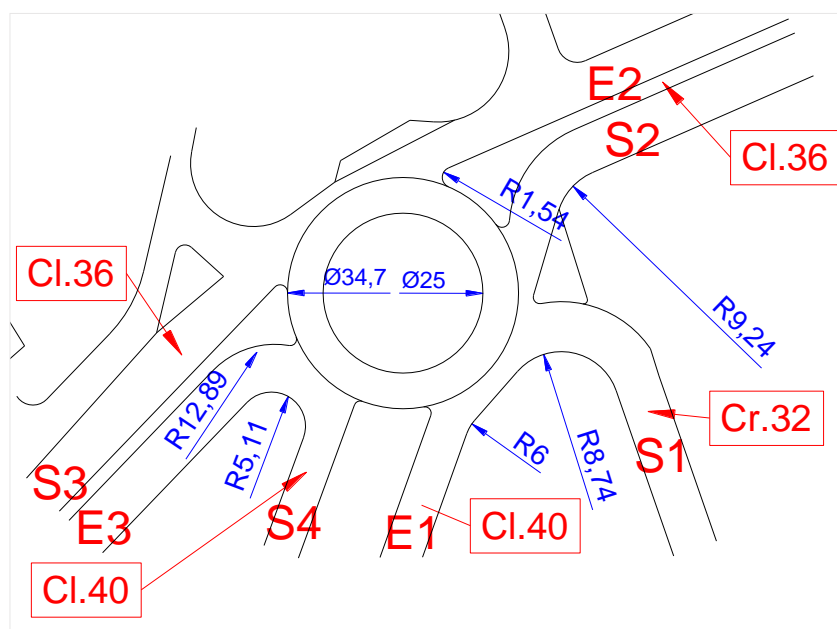
1. Entrada 3 calle 36
2. Salida 3 hacia calle 36
3. Salida 4 hacia calle 40
4. Entrada 1 calle 40
5. Salida 1 hacia carrera 32
6. Salida 2 hacia calle 36
7. Entrada 2 calle 36

**TOTAL, VEHICULOS MIXTOS  
EQUIVALENTES HORA: 6865**

### 8.5.1. Criterio geométrico

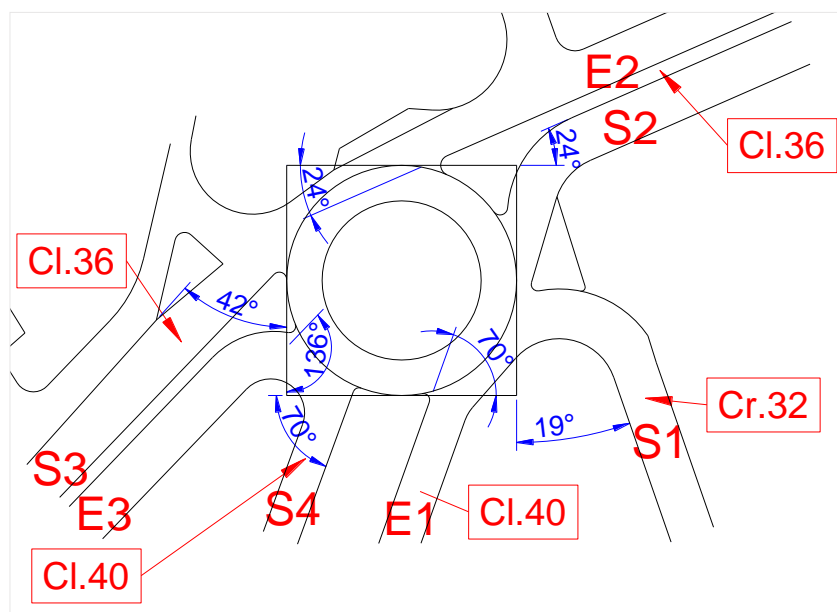
Para esta glorieta nos basamos en la normativa como se ha mencionado anteriormente, en color azul están las mediciones y en color rojo la nomenclatura, Salida (S) y Entrada (E).

figura 26. Radios y diámetros glorieta Mejoras públicas.



Fuente. Autor

figura 27. Angulos de entrada y salida



Fuente. Autor

Tabla 42. verificación de criterios glorieta San Francisco

	Número	Ángulo (°)	Radio (m)	Diámetro isleta central (m)	Diámetro círculo inscrito (m)
<b>Entradas</b>	E1	70	5	25	34,7
	E2	24	1,54		
	E3	136	12,89		
	S1	19	8,74		
<b>Salidas</b>	S2	24	9,24		
	S3	42	-		
	S4	70	5,11		

Fuente. Autor

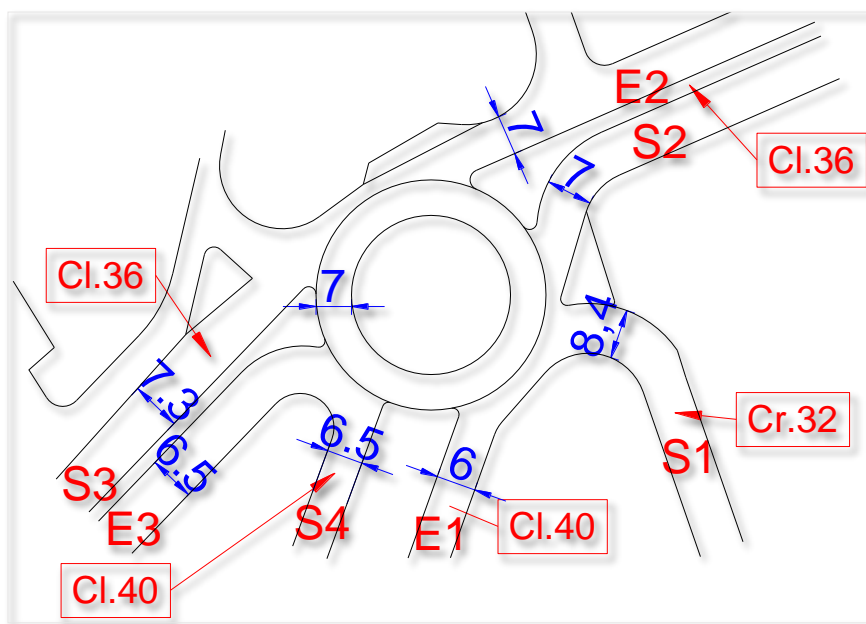
Para la verificación de los criterios, el diámetro del círculo inscrito está por debajo del mínimo permitido y el diámetro de la isleta central está igual al valor mínimo.

Por otro lado, los radios no cumplen, y como se puede observar los datos están igual que en algunas glorietas ya mencionadas en nuestro estudio.

Para finalizar los ángulos ideales para los ramales de entrada y salida no cumplen.

### 8.5.2. Ancho de Calzada

*figura 28. Ancho de calzada glorietta Mejoras publicas*



Fuente. Autor

*Tabla 43. Verificación de anchos de calzada Mejoras Publicas*

	Número	Radio (m)	Ancho de la calzada (m)	Ancho mínimo (m)
<b>Entradas</b>	E1	5	6	9,5
	E2	1,54	7	
	E3	12,89	6,5	
<b>Salidas</b>	S1	8,74	8,4	
	S2	9,24	7	
	S3	-	7,3	
	S4	5,11	6,5	

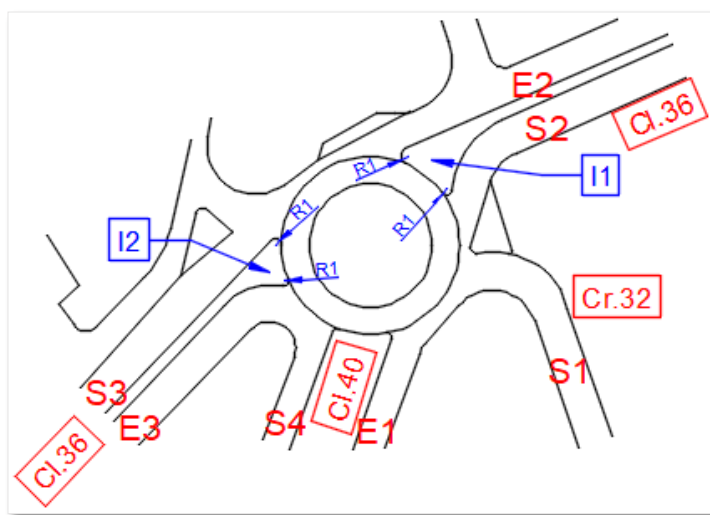
Fuente. Autor

Al igual que la glorieta anterior, esta glorieta cuenta con las mismas condiciones en los radios, donde se puede evidenciar que están muy bajitos.

### 8.5.3. Isleta

Cuenta con dos Isletas, y su respectivo radio, son tipo direccionales.

figura 29.Radio de las Isletas



Fuente. Autor

Tabla 44.Datos de Isletas

Isleta	Radio 1(m)	Radio 2 (m)
I1	1	1
I2	1	1

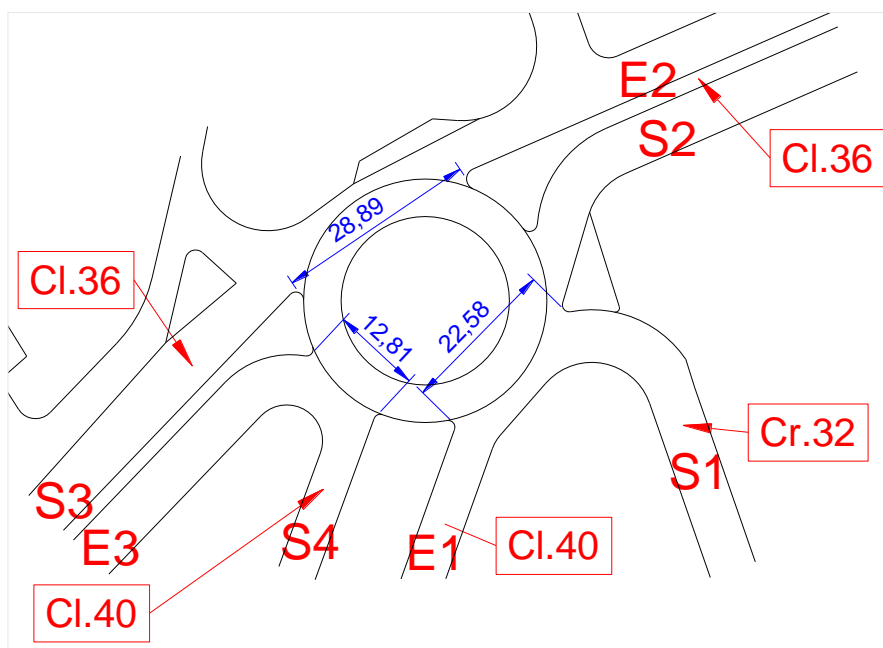
Fuente. Autor

La glorieta cumple según la normativa.

#### 8.5.4. Capacidad de sección de Entrecruzamiento

Se tomo en cuenta las tres secciones de entrecruzamiento, en primer lugar esta la sección 1 entre Entrada 1 y Salida 1, en segundo lugar la sección 2 esta entre Entrada 2 y Salida 3 , y en tercer lugar la sección 3 esta entre la Entrada 3 y Salida 4.

*figura 30. Longitud para secciones de Entrecruzamiento*



Fuente. Autor

Tabla 45. Capacidad de Sección de Entrecruzamiento

SECCION ENTRECRUZAMIENTO		—	SECCION ENTRECRUZAMIENTO		—	SECCION ENTRECRUZAMIENTO	
E1	S1		E2	S3		E3	S4
W	7		W	7		W	7
<b>W/L</b>	<b>0,31</b>		<b>W/L</b>	<b>0,24</b>		<b>W/L</b>	<b>0,55</b>
e1	7		e1	7		e1	7
e2	6		e2	7		e2	6,5
e	6,5		e	7		e	6,75
L	22,58		L	28,89		L	12,81
<b>QP</b>	<b>1649</b>		<b>QP</b>	<b>1803</b>		<b>QP</b>	<b>1423</b>
<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>2104</b>		<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>961</b>		<b>VOLUMEN MAXIMO ENTRECRUZAMIENTO</b>	<b>1951</b>

Fuente. Autor

En primer lugar, la relación W/L no cumple en la sección 2 y 3, en la primera sección 1 cumple, pero la capacidad de entrecruzamiento es menor al Volumen máximo de entrecruzamiento. Si analizamos la sección 2 cumple la capacidad, pero la sección 3 no cumple.

### 8.5.5. Determinación de Velocidad a flujo libre

*Tabla 46. Datos para cálculo de velocidades de Frecuencia*

DATOS	
Numero de datos(n)	30
Velocidad Máxima (km/h)	23
Velocidad Mínima (km/h)	10
Amplitud	13
Intervalo	6
Ancho de Intervalo	3
Diferencia	1,5
Percentil 85%	19

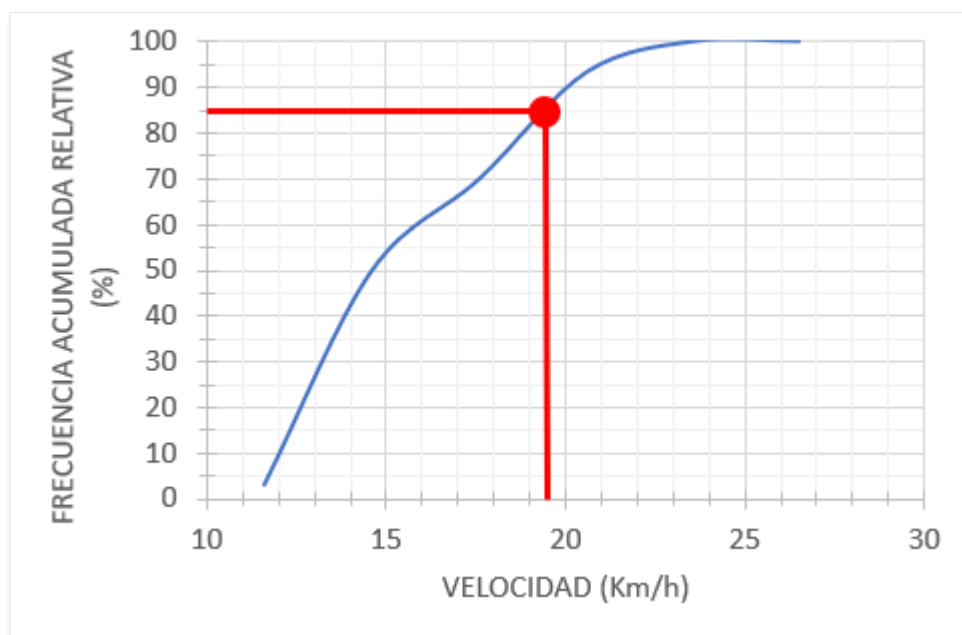
Fuente. Autor

*Tabla 47. Frecuencia de Velocidades*

INTERVALOS DE CLASE		Punto medio	Frecuencia observada		Frecuencia acumulada	
Grupo de velocidades (Km/h)			Vi (Km/h)	Absoluta	Relativa	Absoluta
Lim. inferior	Lim. superior			fi		
8,5	11,6	10	1	3,33	1	3,33
11,6	14,6	13	14	46,67	15	50,00
14,6	17,6	16	6	20,00	21	70,00
17,6	20,6	19	7	23,33	28	93,33
20,6	23,6	22	2	6,67	30	100,00
23,6	26,5	25	0	0,00	30	100,00
SUMA			30	100,00		

Fuente. Autor

grafica 10. Percentil 85



Fuente. Autor

Se puede inferir la velocidad de operación es aproximadamente de 19 km/h.

### 8.5.6. Nivel de Servicio

*Tabla 48. Determinación de nivel de servicio*

Secciones	Demoras (seg/veh)	Relación volumen capacidad	Nivel de servicio
Entrada 1	14,54	1,28	F
Entrada 2	12,2	0,53	B
Entrada 3	15,8	1,37	F
<b>PROMEDIO</b>	<b>14,2</b>	<b>1,06</b>	<b>F</b>

Fuente. Autor

Para terminar nuestro estudio, esta glorieta es la más crítica debido a sus características geométricas y su gran volumen vehicular, donde se presenta congestión durante un intervalo de tiempo muy amplio afectando la llegada de los usuarios a su destino final.

Con lo anterior concluimos que ofrece un nivel de servicio F, donde se limita la capacidad de maniobra.

## Conclusiones

- En el presente estudio se logró recolectar los datos necesarios para determinar las características geométricas de las cinco glorietas más importantes del área metropolitana de Bucaramanga; “Estatua Simón Bolívar-UIS”, “Estadio Alfonso López”, “Anillo vial”, “Mejoras Publicas” y “San Francisco” con el fin de poder conocer las posibles falencias que genera congestión vehicular. Una de las razones básicas son el entorno, como zonas educativas, zonas industriales, comerciales y residenciales causando que la movilidad se limite en las horas punta del día.
- De acuerdo con el manual de diseño geométrico de carreteras 2008 establecido por el INVIAS, las glorietas que más falencias presentaron; “Estatua Simón Bolívar-UIS”, “Estadio Alfonso López”, “Mejoras Publicas” y “San Francisco”, por diversos factores repetitivos como los radios mínimos para los ramales de entrada y salida, los ángulos ideales no se aproximan al valor indicado y anchos de calzada.
- Las velocidades de operación a flujo libre en todas las glorietas están en un rango entre 19 a 33,7 km/h en hora valle, pero en horas punta del día estas velocidades se ven afectadas por las inconsistencias del diseño geométrico y por las altas demandas vehiculares, ocasionando alcanzar velocidades de 0km/h y separación entre los vehículos mínimas generando dificultad en el momento de arrancar.
- Las glorietas ofrecen un nivel de servicio variado , la “Estatua Simón Bolívar- UIS” ofrece un mejor servicio A ; donde permite al usuario circular a flujo libre , en

comparación de la Glorieta “Mejoras Públicas” que ofrecen un nivel de servicio crítico F, la cual presenta congestiones más críticas.

- Verificando los criterios geométricos y estudios de tránsito, dentro de las cinco glorietas estudiadas, notablemente “Mejoras Publicas” presenta mayor cantidad de fallas principalmente por su tamaño para las altas demandas vehiculares en las horas de máxima demanda.
- Las glorietas están diseñadas para movilizarse de manera continua alrededor de ella sin restricciones, caso que no cumple debido a la presencia de zonas de parqueos, ciclo rutas dificultando el flujo vehicular.
- “Estatua Simón Bolívar-UIS” y “Estadio Alfonso López” son glorietas con gran movilidad vial y están ubicadas en zonas educativas pero debido a la contingencia sanitaria presente “COVID 19”, el volumen vehicular disminuyo en consecuencia a lineamientos de cese de clases por medidas de Bioseguridad impuestas por el Gobierno Nacional.

## Bibliografía

- Alcaldía de Bucaramanga*. (s.f.). Recuperado el 03 de 03 de 2021, de <https://www.bucaramanga.gov.co/el-mapa/datos-generales/>
- Arandia, J. T., Veizaga, B., & Romel, D. (2006). Apoyo didactico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Ingenieria de trafico. Cochabamba, Bolivia.
- Avila Lopez, D. A. (2019). Implementacion de una Glorieta semaforizada-caso de estudio interseccion bulevar Santander con carrera 21 , en la ciudad de Bucaramanga . Bucaramanga.
- Bogota, A. d. (2010). *Documentos para circulacion de vehiculos automotores: limites de velocidad*. Bogota.
- Bucaramanga, D. d. (2018). *Parque Automotor*. Bucaramanga, Santander .
- Bucaramanga, D. d. (Enero 2017). *Estructuracion de medidas para el mejoramiento de la movilidad de Bucaramanga*. Bucaramanga.
- Cal, R., R., M., & Cardenas, J. G. (2007). Fundamentos y Aplicaciones. En *Ingenieria de Transito* (pág. 324). Mexico: Alfaomega,8a Edicion.
- glorieta., R. s. (1999). INSTRUCCIONES DE CONSTRUCCION. En *Series normativa instrucciones de construccion* (pág. pag 6). Madrid.Ministerio de Fomento: Centro de publicaciones.

Gonzalez, N. R. (2020-2019). *Direccion de Transito de Bucaramanga. Informe Gestion Enero a Diciembre*. Bucaramanga.

INVIAS. (2008). En *manual de diseño geometrico de carreteras* (pág. 276). Colombia: Instituto nacional de vias.

Muñoz, A. S. (2011). TEMA 11. En *Especialidad. Gestion Tecnica del Trafico* (pág. 25).

Pulido Contreras, P. J., & Gomez Patiño, M. L. (2018). EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA UBICADA EN LA CALLE 63 CON CRA 50 EN BOGOTA D.C-COLOMBIA POR METODOS NO CONVENCIONALES. En *TESIS PREGRADO* (pág. 86). Bogota, colombia.

Romana Manuel, e. a. (2010). *High Capacity Manual (HCM)*. FC EDITORIAL.

Shalini, K., & Kumar, B. (2014). Estimation of the passenger car equivalent: A review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*.

Suarez Joya, H. N., & Pantoja Santander, C. A. (2005). *Prediseño geometrico a nivel y a desnivel de la interseccion el jazmin*. Manizales.

territorio, D. G. (s.f.). MANUAL NORMATIVO. En *Programa de asistencia tecnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas* (pág. 231). Mexico: Manual de estudio de Ingenieria de Transito.

Uribe, S. C. (2006). Universidad de los Andes. En *Manual de diseño geometrico para vias e intersecciones urbanas* (pág. 193). Bogota.

**Anexos***Anexo 1. Formato medidas anchos de entrada y salida*

<b>FECHA:</b> _____		<b>HORA:</b> _____
<b>GLORIETA:</b> _____		
	<b>NUMERO</b>	<b>ANCHO</b>
<b>ENTRADAS</b>		
<b>SALIDAS</b>		



*Anexo 3. Resultados de Aforo*

**Estatua Simón Bolívar – UIS**

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1	E2	S1	S2	S3	S4	TOTAL
11:30 - 11:45	Automoviles	40	52	9	31	30	12	174
	Motos	35	65	8	48	49	11	216
	Buses	5	8	0	6	3	1	23
	Vehiculos pesados	3	3	0	0	5	0	11
	Bicicleta	2	2	0	4	2	1	11
11:45 - 12:00	Automoviles	39	45	7	30	36	14	171
	Motos	58	59	13	59	50	18	257
	Buses	6	8	1	8	6	1	30
	Vehiculos pesados	1	2	0	1	1	0	5
	Bicicleta	3	4	1	3	2	1	14
12:00 - 12:15	Automoviles	44	47	8	31	33	10	173
	Motos	93	101	12	76	82	12	376
	Buses	3	2	0	2	1	0	8
	Vehiculos pesados	1	2	0	2	3	0	8
	Bicicleta	2	7	0	3	0	1	13
12:15 - 12:30	Automoviles	47	41	6	29	35	17	175
	Motos	77	75	18	85	63	17	335
	Buses	7	4	0	8	6	1	26
	Vehiculos pesados	1	2	0	4	0	0	7
	Bicicleta	1	0	1	1	0	1	4
12:30 - 12:45	Automoviles	36	53	6	26	33	14	168
	Motos	70	85	17	74	55	8	309
	Buses	4	5	0	6	3	3	21
	Vehiculos pesados	4	5	1	1	7	1	19
	Bicicleta	7	1	0	2	2	2	14
12:45 - 1:00	Automoviles	27	39	4	22	22	10	124
	Motos	57	67	10	56	53	9	252
	Buses	5	2	0	4	3	0	14
	Vehiculos pesados	2	1	0	1	3	0	7
	Bicicleta	1	1	0	2	0	2	6
1:00 - 1:15	Automoviles	35	62	13	22	33	14	179
	Motos	66	75	16	60	61	14	292
	Buses	8	7	0	5	7	0	27
	Vehiculos pesados	1	1	0	1	2	0	5
	Bicicleta	7	8	0	8	1	2	26
1:15 - 1:30	Automoviles	43	45	3	34	26	16	167
	Motos	55	56	7	48	46	14	226
	Buses	7	4	0	4	4	0	19
	Vehiculos pesados	3	1	0	3	2	0	9
	Bicicleta	2	1	0	2	1	1	7
TOTAL		908	1048	161	812	771	228	3928

### Estadio Alfonso Lopez

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1	E2	E3	E4	S1	S2	S3	S4	TOTAL
11:30-11:45	Automoviles	40	41	90	70	78	45	58	60	482
	Motos	67	47	100	55	89	62	63	55	538
	Buses	22	8	23	2	18	7	5	25	110
	Vehiculos pesados	5	2	3	2	4	3	0	5	24
	Bicicleta	0	1	4	1	2	1	1	2	12
11:45-12:00	Automoviles	35	48	104	55	74	41	70	57	484
	Motos	69	15	122	70	77	53	63	83	552
	Buses	17	7	27	0	16	6	8	21	102
	Vehiculos pesados	4	2	3	1	6	1	1	2	20
	Bicicleta	2	1	2	1	3	0	2	1	12
12:00-12:15	Automoviles	45	50	103	49	81	66	53	47	494
	Motos	83	23	118	51	76	66	63	70	550
	Buses	19	6	27	0	14	8	7	23	104
	Vehiculos pesados	2	2	7	3	6	3	2	3	28
	Bicicleta	2	1	4	0	2	1	3	1	14
12:15-12:30	Automoviles	35	47	102	55	75	49	55	60	478
	Motos	68	39	113	56	78	66	57	75	552
	Buses	20	6	29	0	16	7	7	25	110
	Vehiculos pesados	3	3	2	0	3	1	2	2	16
	Bicicleta	2	0	6	0	1	1	4	2	16
12:30-12:45	Automoviles	31	45	95	54	75	43	52	55	450
	Motos	66	37	107	40	72	58	53	67	500
	Buses	17	4	23	0	14	6	4	20	88
	Vehiculos pesados	3	3	1	1	2	2	2	2	16
	Bicicleta	1	0	3	0	1	1	0	2	8
12:45-1:00	Automoviles	31	38	95	51	70	42	53	50	430
	Motos	71	40	90	45	71	60	48	67	492
	Buses	15	4	25	1	15	5	5	20	90
	Vehiculos pesados	2	1	2	2	3	1	2	1	14
	Bicicleta	0	1	1	0	1	0	1	0	4
1:00-1:15	Automoviles	35	42	97	54	76	37	47	68	456
	Motos	62	35	105	52	72	63	53	66	508
	Buses	17	3	23	1	16	6	6	16	88
	Vehiculos pesados	4	2	3	0	1	3	2	3	18
	Bicicleta	1	2	2	1	0	2	2	2	12
1:15-1:30	Automoviles	37	41	101	55	73	43	46	72	468
	Motos	55	35	78	48	75	10	60	71	432
	Buses	15	5	22	0	14	1	7	20	84
	Vehiculos pesados	3	0	3	1	3	2	1	1	14
	Bicicleta	1	0	2	0	2	0	1	0	6
TOTAL		1007	687	1867	877	1375	872	969	1222	8876

**Anillo vial**

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1	E2	E3	S1	S2	S3	TOTAL
5:45-6:00	Automoviles	325	183	55	290	137	136	1126
	Motos	413	182	24	227	200	192	1238
	Buses	21	11	1	12	6	15	66
	Vehiculos pesados	31	39	2	22	1	49	144
	Bicicleta	9	4	1	6	5	3	28
6:00-6:15	Automoviles	295	180	44	233	131	155	1038
	Motos	378	170	22	231	163	176	1140
	Buses	26	8	0	11	9	14	68
	Vehiculos pesados	37	26	1	25	5	34	128
	Bicicleta	12	2	1	7	2	6	30
6:15-6:30	Automoviles	273	159	48	229	105	146	960
	Motos	306	163	27	208	123	165	992
	Buses	27	7	0	20	3	11	68
	Vehiculos pesados	41	24	0	31	5	29	130
	Bicicleta	8	5	0	5	3	5	26
6:30-6:45	Automoviles	238	134	55	218	99	110	854
	Motos	230	153	17	179	87	134	800
	Buses	30	6	2	23	5	10	76
	Vehiculos pesados	36	31	0	29	4	34	134
	Bicicleta	10	1	1	10	1	1	24
6:45-7:00	Automoviles	243	166	61	223	118	129	940
	Motos	229	160	25	211	115	88	828
	Buses	32	10	2	20	6	18	88
	Vehiculos pesados	38	38	2	33	4	41	156
	Bicicleta	12	4	1	10	3	4	34
7:00-7:15	Automoviles	225	153	58	217	109	110	872
	Motos	208	151	21	183	121	76	760
	Buses	27	6	0	15	4	14	66
	Vehiculos pesados	33	29	0	27	5	30	124
	Bicicleta	5	0	0	5	0	0	10
7:15-7:30	Automoviles	232	149	55	213	107	116	872
	Motos	207	155	21	217	112	54	766
	Buses	25	7	1	17	5	11	66
	Vehiculos pesados	29	30	1	26	4	30	120
	Bicicleta	2	3	0	3	2	0	10
7:30-7:45	Automoviles	245	113	49	197	111	99	814
	Motos	196	137	19	199	101	52	704
	Buses	23	5	0	14	5	9	56
	Vehiculos pesados	25	24	0	23	2	24	98
	Bicicleta	5	1	0	5	1	0	12
TOTAL		4787	2829	617	3874	2029	2330	16466

## San Francisco

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	TOTAL
11:30-11:45	Automoviles	111	122	197	30	80	97	108	134	121	147	96	32	1274
	Motos	117	101	140	31	93	89	108	126	114	120	80	23	1142
	Buses	6	22	2	0	3	3	8	7	6	8	6	0	72
	Vehiculos pesados	2	4	17	1	7	9	9	10	6	5	10	0	80
	Bicicleta	2	2	4	0	0	0	2	2	2	2	2	1	0
11:45-12:00	Automoviles	82	96	179	43	88	114	102	126	114	138	90	30	1204
	Motos	52	79	124	38	78	111	92	106	96	101	67	19	964
	Buses	10	14	2	0	5	2	8	7	6	8	6	0	66
	Vehiculos pesados	4	2	13	0	11	14	10	11	7	5	11	0	88
	Bicicleta	2	3	2	0	0	2	2	2	2	2	2	1	0
12:00-12:15	Automoviles	106	100	148	21	74	109	95	117	106	128	84	28	1116
	Motos	101	119	155	33	90	74	109	126	114	120	80	23	1144
	Buses	9	12	1	0	3	2	6	5	5	6	5	0	54
	Vehiculos pesados	5	3	14	2	4	9	9	9	6	4	9	0	74
	Bicicleta	5	4	5	0	0	1	3	3	4	4	4	2	0
12:15-12:30	Automoviles	120	124	166	20	80	122	107	133	120	145	95	32	1264
	Motos	117	114	132	35	78	89	107	124	113	119	79	23	1130
	Buses	10	25	1	0	4	3	10	9	7	10	7	0	86
	Vehiculos pesados	6	4	15	1	5	13	10	11	7	5	11	0	88
	Bicicleta	1	3	3	0	0	1	2	2	2	2	2	1	0
12:30-12:45	Automoviles	112	97	145	38	71	110	97	120	109	132	86	29	1146
	Motos	119	110	129	33	69	94	105	122	111	116	78	22	1108
	Buses	11	22	2	0	3	4	10	8	7	10	7	0	84
	Vehiculos pesados	3	3	13	1	6	10	8	9	5	4	9	0	72
	Bicicleta	0	1	5	0	0	1	1	1	1	2	2	1	0
12:45-1:00	Automoviles	108	119	139	37	74	111	100	123	112	135	88	29	1176
	Motos	123	119	145	40	86	100	116	135	123	129	86	25	1226
	Buses	13	23	1	0	3	4	10	9	7	10	7	0	88
	Vehiculos pesados	4	5	17	0	3	15	10	11	7	5	11	0	88
	Bicicleta	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1:00-1:15	Automoviles	115	121	133	31	73	114	100	123	112	135	88	29	1174
	Motos	131	121	143	39	67	107	116	134	122	128	85	24	1216
	Buses	12	24	2	0	2	5	10	9	8	10	8	0	90
	Vehiculos pesados	5	4	19	1	5	12	11	12	7	6	12	0	92
	Bicicleta	3	3	1	0	0	0	1	1	2	2	1	0	14
1:15-1:30	Automoviles	131	115	137	35	78	117	104	129	116	141	92	31	1226
	Motos	118	136	154	44	56	103	116	134	122	128	86	24	1222
	Buses	3	22	3	0	4	5	9	7	6	9	6	0	74
	Vehiculos pesados	4	6	20	1	7	14	12	13	8	6	13	0	104
	Bicicleta	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	6
TOTAL		1884	2005	2531	555	1310	1790	1845,04	2170,98	1943,1	2190,36	1502,98	422,54	20150

## Mejoras Públicas

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1	E2	E3	S1	S2	S3	S4	TOTAL
5:15-5:30	Automoviles	158	123	194	162	176	81	57	950
	Motos	115	86	195	131	143	71	51	792
	Buses	3	0	8	1	7	2	1	22
	Vehiculos pesados	7	3	2	1	6	3	2	24
	Bicicleta	4	2	6	4	6	1	1	24
5:30 - 5:45	Automoviles	133	128	200	157	171	78	55	922
	Motos	122	114	175	136	148	74	53	822
	Buses	1	1	5	1	5	1	0	14
	Vehiculos pesados	6	1	5	1	6	3	2	24
	Bicicleta	3	1	2	2	3	1	0	12
5:45-6:00	Automoviles	144	147	200	167	182	83	59	982
	Motos	142	85	181	135	147	73	53	816
	Buses	1	2	5	1	5	1	1	16
	Vehiculos pesados	5	0	3	1	4	2	1	16
	Bicicleta	3	1	4	3	4	1	0	16
6:00-6:15	Automoviles	124	131	214	159	174	80	56	938
	Motos	152	103	208	153	167	83	60	926
	Buses	0	1	5	1	4	1	0	12
	Vehiculos pesados	3	2	4	1	5	2	1	18
	Bicicleta	3	1	6	4	5	1	1	20
6:15-6:30	Automoviles	113	133	211	155	169	78	55	914
	Motos	143	111	183	144	157	79	57	874
	Buses	3	3	8	2	9	2	1	28
	Vehiculos pesados	7	4	5	2	8	4	2	32
	Bicicleta	2	2	3	3	3	1	0	14
6:30-6:45	Automoviles	113	140	205	156	169	78	55	916
	Motos	138	107	200	147	160	80	58	890
	Buses	1	1	7	1	6	1	1	18
	Vehiculos pesados	6	2	3	1	6	3	2	22
	Bicicleta	0	3	4	3	3	1	0	14
6:45-7:00	Automoviles	116	125	217	156	169	78	55	916
	Motos	133	117	191	146	159	79	57	882
	Buses	4	0	5	1	6	1	1	18
	Vehiculos pesados	5	1	1	1	4	2	1	14
	Bicicleta	1	1	3	2	2	1	0	10
7:00-7:15	Automoviles	120	131	202	154	168	77	54	906
	Motos	126	113	178	138	150	75	54	834
	Buses	1	2	5	1	5	1	1	16
	Vehiculos pesados	2	1	0	0	2	1	0	6
	Bicicleta	2	1	2	2	2	1	0	10
TOTAL		2165	1930	3255	2432	2725	1283	910	14700

*Anexo 4.Resultado aforo, vehículos equivalentes*

**Estatua Simón Bolívar -UIS**

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1 (ade)	E2 (ade)	S1 (ade)	S2 (ade)	S3 (ade)	S4 (ade)	TOTAL
11:45 - 12:00	Automoviles	39	45	7	30	36	14	171
	Motos	44	44	10	44	38	14	193
	Buses	17	22	3	22	17	3	84
	Vehiculos pesados	3	6	0	3	3	0	14
	Bicicleta	2	2	1	2	1	1	7
12:00 - 12:15	Automoviles	44	47	8	31	33	10	173
	Motos	70	76	9	57	62	9	282
	Buses	8	6	0	6	3	0	22
	Vehiculos pesados	3	6	0	6	8	0	22
	Bicicleta	1	4	0	2	0	1	7
12:15 - 12:30	Automoviles	47	41	6	29	35	17	175
	Motos	58	56	14	64	47	13	251
	Buses	20	11	0	22	17	3	73
	Vehiculos pesados	3	6	0	11	0	0	20
	Bicicleta	1	0	1	1	0	1	2
12:30 - 12:45	Automoviles	36	53	6	26	33	14	168
	Motos	53	64	13	56	41	6	232
	Buses	11	14	0	17	8	8	59
	Vehiculos pesados	11	14	3	3	20	3	53
	Bicicleta	4	1	0	1	1	1	7
TOTAL		472	516	79	431	402	116	2014

**Estadio Alfonso Lopez**

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1 (ade)	E2 (ade)	E3 (ade)	E4 (ade)	S1 (ade)	S2 (ade)	S3 (ade)	S4 (ade)	TOTAL
11:30-11:45	Automoviles	40	41	90	70	78	45	58	60	482
	Motos	50	35	75	41	67	47	47	41	404
	Buses	62	22	64	6	50	20	14	70	308
	Vehiculos pesados	14	6	8	6	11	8	0	14	67
	Bicicleta	0	1	2	1	1	1	1	1	6
11:45-12:00	Automoviles	35	48	104	55	74	41	70	57	484
	Motos	52	11	92	53	58	40	47	62	414
	Buses	48	20	76	0	45	17	22	59	286
	Vehiculos pesados	11	6	8	3	17	3	3	6	56
	Bicicleta	1	1	1	1	2	0	1	1	6
12:00-12:15	Automoviles	45	50	103	49	81	66	53	47	494
	Motos	62	17	89	38	57	50	47	53	413
	Buses	53	17	76	0	39	22	20	64	291
	Vehiculos pesados	6	6	20	8	17	8	6	8	78
	Bicicleta	1	1	2	0	1	1	2	1	7
12:15-12:30	Automoviles	35	47	102	55	75	49	55	60	478
	Motos	51	29	85	42	59	50	43	56	414
	Buses	56	17	81	0	45	20	20	70	308
	Vehiculos pesados	8	8	6	0	8	3	6	6	45
	Bicicleta	1	0	3	0	1	1	2	1	8
TOTAL		631	381	1086	426	784	489	515	736	5048

**Anillo vial**

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1 (ade)	E2 (ade)	E3 (ade)	S1 (ade)	S2 (ade)	S3 (ade)	TOTAL
5:45-6:00	Automoviles	325	183	55	290	137	136	1126
	Motos	310	164	18	170	150	144	956
	Buses	59	37	3	34	17	42	191
	Vehiculos pesados	87	131	6	62	3	137	425
	Bicicleta	5	2	1	3	3	2	14
6:00-6:15	Automoviles	295	216	44	233	131	155	1074
	Motos	284	153	17	173	122	132	881
	Buses	73	27	0	31	25	39	195
	Vehiculos pesados	104	87	3	70	14	95	373
	Bicicleta	6	1	1	4	1	3	15
6:15-6:30	Automoviles	273	191	48	229	105	146	992
	Motos	230	147	20	156	92	124	768
	Buses	76	24	0	56	8	31	194
	Vehiculos pesados	115	81	0	87	14	81	377
	Bicicleta	4	3	0	3	2	3	14
6:30-6:45	Automoviles	238	161	55	218	99	110	881
	Motos	173	138	13	134	65	101	623
	Buses	84	20	6	64	14	28	216
	Vehiculos pesados	101	104	0	81	11	95	393
	Bicicleta	5	1	1	5	1	1	12
TOTAL		2843	1870	288	2102	1014	1604	9720

**San Francisco**

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1 (ade)	E2 (ade)	E3 (ade)	E4 (ade)	E5 (ade)	E6 (ade)	S1 (ade)	S2 (ade)	S3 (ade)	S4 (ade)	S5 (ade)	S6 (ade)	TOTAL
12:30-12:45	Automoviles	112	97	145	38	71	110	97	120	109	132	86	29	1146
	Motos	89	83	97	25	52	71	79	91	83	87	58	17	831
	Buses	31	62	6	0	8	11	27	24	20	27	20	0	235
	Vehiculos pesados	8	8	36	3	17	28	23	25	15	12	25	0	202
	Bicicleta	0	1	3	0	0	1	1	1	1	1	0	0	7
12:45-1:00	Automoviles	108	119	139	37	74	111	100	123	112	135	88	29	1176
	Motos	92	89	109	30	65	75	87	101	92	97	64	18	920
	Buses	36	64	3	0	8	11	28	25	21	28	21	0	246
	Vehiculos pesados	11	14	48	0	8	42	28	31	18	15	31	0	246
	Bicicleta	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1:00-1:15	Automoviles	115	121	133	31	73	114	100	123	112	135	88	29	1174
	Motos	98	91	107	29	50	80	87	100	91	96	64	18	912
	Buses	34	67	6	0	6	14	29	25	21	29	21	0	252
	Vehiculos pesados	14	11	53	3	14	34	30	32	19	15	32	0	258
	Bicicleta	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	7
1:15-1:30	Automoviles	131	115	137	35	78	117	104	129	116	141	92	31	1226
	Motos	89	102	116	33	42	77	87	101	92	96	64	18	917
	Buses	8	62	8	0	11	14	24	21	18	24	18	0	207
	Vehiculos pesados	11	17	56	3	20	39	33	36	22	17	36	0	291
	Bicicleta	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL		990	1124	1202	266	597	949	966	1110	963	1089	810	190	10258

## Mejoras Públicas

HORA	TIPO DE VEHICULO	E1 (ade)	E2 (ade)	E3 (ade)	S1 (ade)	S2 (ade)	S3 (ade)	S4 (ade)	TOTAL
5:45-6:00	Automoviles	144	147	200	167	182	83	59	982
	Motos	107	64	136	101	110	55	40	612
	Buses	3	6	14	2	15	4	2	45
	Vehiculos pesados	14	0	8	2	12	5	3	45
	Bicicleta	2	1	2	1	2	0	0	8
6:00-6:15	Automoviles	124	131	214	159	174	80	56	938
	Motos	114	77	156	115	125	63	45	695
	Buses	0	3	14	2	11	3	1	34
	Vehiculos pesados	8	6	11	3	13	6	4	50
	Bicicleta	2	1	3	2	2	1	0	10
6:15-6:30	Automoviles	113	133	211	155	169	78	55	914
	Motos	107	83	137	108	118	59	43	656
	Buses	8	8	22	4	26	6	3	78
	Vehiculos pesados	20	11	14	5	23	10	6	90
	Bicicleta	1	1	2	1	2	0	0	7
6:30-6:45	Automoviles	113	140	205	156	169	78	55	916
	Motos	104	80	150	110	120	60	43	668
	Buses	3	3	20	3	17	4	2	50
	Vehiculos pesados	17	6	8	3	16	7	4	62
	Bicicleta	0	2	2	1	2	0	0	7
TOTAL		1002	901	1530	1102	1307	602	421	6865

*Anexo 5. Estudio de Velocidades a Flujo libre*

**Estatua Simon Bolivar- UIS**

<b>Distancia (m)</b>	<b>18,7</b>
<b>TIEMPO (Seg)</b>	<b>VELOCIDAD DE VEHICULOS MIXTOS (Km/h)</b>
4,28	15
4,24	15
3,47	19
3,16	21
3,46	19
5,03	13
5,04	13
5,06	13
2,99	22
3	22
3,18	21
2,54	26
3,39	19
3,76	17
2,53	26
2,57	26
2,49	27
2,56	26
4,21	15
3,48	19
3,16	21
2,7	24
2,48	27
2,92	23
4,38	15
2,84	23
2,07	32
2,2	30
3,85	17
3,18	21

## Estadio Alfonso Lopez

Distancia (m)	23,6
TIEMPO (Seg)	VELOCIDAD DE VEHICULOS MIXTOS (Km/h)
4,27	19
4,07	20
4,98	17
4	21
4,56	18
4,5	18
2,74	31
5,23	16
6,18	13
3,74	22
3,98	21
4,47	19
3,8	22
3	28
4,14	20
3,81	22
3,25	26
2,84	29
4,2	20
3,25	26
2,8	30
2,87	29
3,61	23
4,36	19
3	28
2,78	30
3,78	22
4,05	20
4,43	19
3,02	28

**Anillo Vial**

Distancia (m)	30
TIEMPO (Seg)	VELOCIDAD DE VEHICULOS MIXTOS (Km/h)
1,9	16
2,0	15
1,7	18
1,0	31
0,9	35
1,1	28
2,3	13
2,0	15
0,9	33
1,2	26
1,1	27
1,2	26
1,6	19
1,7	18
0,9	35
0,9	35
1,0	30
1,6	19
1,4	21
1,4	21
1,1	27
1,1	28
1,0	29
1,0	30
0,9	35
1,1	27
1,4	22
1,6	19
1,4	21
0,9	33

## San Francisco

Distancia (m)	19,5
TIEMPO (Seg)	VELOCIDAD DE VEHICULOS MIXTOS (Km/h)
3,38	20
3,47	20
4,78	14
2,17	32
2,78	25
3,7	18
4,12	17
3,79	18
3,64	19
3,23	21
2,64	26
4,05	17
3,89	18
3,57	19
4,12	17
3,69	19
3,38	20
3,59	19
3,23	21
3,56	19
3,77	18
4,05	17
4,39	15
4,25	16
3,05	23
2,41	29
3,91	17
2,65	26
3,71	18
2,71	25

## Mejoras Públicas

Distancia (m)	10
TIEMPO (Seg)	VELOCIDAD DE VEHICULOS MIXTOS (Km/h)
2,8	12
3,49	10
2,89	12
1,79	20
1,79	20
1,51	23
2,88	12
2,41	14
2,57	14
2,81	12
2,5	14
2,65	13
2,7	13
2,14	16
2,08	17
1,83	19
2	18
2,61	13
1,86	19
1,75	20
1,86	19
2,48	14
2,37	15
2,54	14
2,05	17
2,04	17
2,79	12
1,56	23
2,34	15
2,45	14