

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO EN INGENIERÍA EN
CIENCIAS GEOGRÁFICAS Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL**

TEMA

“MOVILIDAD VEHICULAR URBANA”

TÍTULO

**“PROPUESTA DE FUNCIONALIDAD VIAL DE ESCENARIOS ALTERNATIVOS
PARA EL REDONDEL DE LA PLAZA ARTIGAS EN LA ADMINISTRACIÓN NORTE
EUGENIO ESPEJO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.”**

WAGNER MAURICIO PÁSTOR PAZMIÑO

DIRECTOR: ING. SANTIAGO MENA LÓPEZ

Quito, 2016

DEDICATORIA

A la vida y sus señales para que los seres que estamos de paso por ella, sepamos disfrutar cada melodía como si se esfumara de esta vida terrenal para elevarnos...

La melodía empieza en el silencio como la muerte, pero termina en silencio, la diferencia es que la muerte nos eleva hacia lugares desconocidos, donde lo único cierto es la música.

(Barenboim, D ,1991)

AGRADECIMIENTO

Podría escribir más de la mitad de la presente disertación expresando mi gratitud, pero voy a enunciar a los seres humanos que han estado cerca durante este proceso.

A Santiago Mena por todo su apoyo en la investigación; A mi madre, María Donma, mi padre Juan Carlos, mis hermanos Carlos Andrés, Diego Alejandro y mi sobrino Juanito Camilo, a mi compañera Maeve Carmen; a mis abuelitas: Nelly Otilia y María Beatriz, a mis profesores durante toda la carrera en especial a Azucena Vicuña y a los amigos que me brindaron su entereza durante el trabajo de campo, en mis momentos dentro y fuera del aula: Camilo Guncay, Fabián Mejía, Alejandro Ortiz, Tomas Sandoval, Gabriela Vélez, Fernanda Bosmediano, Karen Sosa, Michael Narváez y Juan Carlos Velasco.

Gracias por todo el amor y buena energía.

INDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice.....	iv
Tablas, fórmulas, figuras, gráficos y mapas.....	v
Resumen.....	vii
Antecedentes.....	ix
Justificación.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Objetivos.....	3
Área de estudio.....	3
1. CAPÍTULO I: El redondel plaza Artigas desde su origen, estado actual y sus conceptualizaciones relevantes.....	6
1.1 Contexto histórico.....	6
1.2 Funcionalidad de la ubicación actual del redondel de la plaza Artigas.....	8
1.3 Marco teórico.....	10
1.4 Marco conceptual.....	12
2. CAPÍTULO II: Procedimiento para establecer los escenarios y sus consideraciones.....	16
2.1 Metodología.....	16
2.1.1 Análisis estadístico.....	19
2.1.2 Análisis de redes y proximidades.....	28
2.2 Caracterización de escenarios.....	29
2.2.1 Escenario 0. (Actual).....	29
2.2.2 Escenario 1. (Paso a desnivel).....	29
2.2.3 Escenario 2. (Variante de circunvalación).....	31
3. CAPÍTULO III: Funcionalidad y movilidad en escenarios alternativos.....	34
3.1 Funcionalidad de escenarios.....	34
3.1.1 Alternativa vial 1 (Paso a desnivel).....	34
3.1.2 Alternativa vial 2 (Variante de circunvalación).....	34
3.2 Comparación de opciones.....	37
3.3 Discusión.....	40
3.4 Conclusiones.....	41
3.5 Recomendaciones.....	42
Bibliografía.....	43
Anexos.....	46

TABLAS, FÓRMULAS, FIGURAS, GRÁFICOS Y MAPAS

Tablas:

1.2.1 Definición nivel de servicio.....	8
Anexo 1 Días y horas (períodos) con el mayor número de vehículos registrados por avenida y sentido.....	57
Anexo 14 Conteo manual general.....	66
2.1.2 Clasificación de vehículos.....	17
2.1.3 Promedio de tiempo de impedancias.....	17
2.1.4 Velocidades.....	18
2.1.1.1 Clasificación de información.....	19
Anexo 8 Comparativo fuentes información sobre el mayor número v/h.....	59
Anexo 2 Porcentaje tipo de vehículos que transitan por el redondel.....	56
Anexo 3 Promedio del número total conteos y porcentajes de flujo vehicular por avenida en el redondel de la plaza Artigas.....	57
2.1.1.4 Promedio entradas y salidas Av. 12 de Octubre calle FS.....	21
2.1.1.5 Comparación v/h entrada y salida Av. 12 Octubre FS.....	22
2.1.1.6 Comparación v/h entrada y salida Av. Coruña SI.....	23
Anexo 6 Promedio de datos respecto a entradas y salidas de la Av. Coruña SI.....	54
2.1.1.8 Comparación v/h entrada y salida Av. Colón.....	24
Anexo 7 Promedio de datos respecto a entradas y salidas de la Av. Colón.....	60
Anexo 9 Matriz intersecciones líneas de transporte público.....	60
2.1.1.10 Salidas jerarquización del porcentaje promedio.....	27
3.1.1.1 Variables y valores origen para ponderación del mejor escenario.....	36
3.2.1 Ponderación de escenarios.....	39
3.2.2 Evaluación final.....	40

Gráficos:

1.1.1 Extracto del plano de Quito 1949.....	7
2.1.1.1 Porcentaje tipo vehículos que transita.....	19
2.1.1.2 Porcentaje flujos vehiculares por avenida.....	20
2.1.1.3 Porcentaje vehículos entrada y salida Av. 12 de Octubre FS.....	20
Anexo 4 Promedio v/m entrada y salida Av. Coruña SI por período.....	58
Anexo 5 Porcentaje vehículos entrada y salida Av. Coruña desde la calle San Ignacio por período.....	59
2.1.1.5 Promedio v/m entrada y salida Av. Coruña SI por período.....	22
2.1.1.6 Porcentaje de v. en la entrada y salida por la Av. Colón.....	23
2.1.1.7 Promedio v/m entrada y salida Av. Colón por período.....	24
Anexo 10 Comparación del volumen vehicular horario-diario para la Av. Colón.....	52

Fórmulas:

1.2.1 Fórmula de proyecciones adaptada al estudio.....	8
3.3.1 Proyección flujo vehicular.....	37

Figuras:

2.2.2.1 Esquema de escenario 1.....	30
2.2.3.1 Esquema de escenario 2.....	32
2.2.3.2 Esquema de variantes de los ramales Colón y Coruña.....	33
Anexo 11 Esquema de calles que conectan con el redondel plaza Artigas.....	53
Anexo 12 Esquema distancia entre calles y avenidas principales que cruzan el redondel.....	54

Mapas:

1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	5
Anexo 13. Mapa de porcentaje de vehículos por avenida.....	55

Resumen

La sociedad actual se caracteriza por la dinámica de sus desplazamientos. La necesidad de la investigación de movilidad urbana se enfoca en servir de argumento técnico para posteriores esfuerzos de solución al tráfico. El presente texto se enmarca en la aplicación de conocimientos desde la geografía y su naturaleza para explicar dónde y el porqué de las relaciones entre el ser humano y el espacio. En este sentido el redondel de la plaza Artigas ha sido el punto central para explicar su estado actual, la breve reseña en la historia sobre su implementación y el futuro según dos escenarios. Las opciones planteadas, proponen la optimización de una estructura acorde a la demanda de los tiempos actuales. La investigación concluye que el nivel de servicio actual está colapsado y que el escenario que más se ajusta como solución al problema de vialidad, es la alternativa de variante de circunvalación.

Abstract

The current society is known by the dynamic in its mobility. The necessity of the urban mobility research is focused to serve as a tool in other efforts to solve traffic. This text is frame in the application of geography knowledge and its nature to explain where and why of the relationship between human beings and space. In this context, General José Artigas´ square roundabout has been the key point to explain its current function, the quick history of its establishment and a possible future with two options. The choices pursue the enhancement of this structure for fitting in now needs. The research concluded that the current service level is collapsed and the best option to solve the problem is the ring road variation.

1. Antecedentes

El redondel de la plaza Artigas tiene varias investigaciones desde la Secretaría de Movilidad con un enfoque de ingeniería tránsito, donde modelan la naturaleza del estado actual del sector, para la presente disertación el autor tuvo acceso al modelo y gracias a ello se cuenta con conteos manuales y automáticos para la presente disertación. Además, en la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) se ha encontrado una tesis desde la ingeniería civil donde se hace un estudio de las características del tráfico, demanda vehicular y peatonal sobre la intersección de la plaza Artigas hasta la modelación y rediseño geométrico de la señalización horizontal y vertical (Zevallos, P., 2014).

Entre las intervenciones que la Secretaría de Movilidad ha realizado se encuentra la intersección entre las avenidas Gaspar de Villaroel y 6 de Diciembre, Eloy Alfaro y República y la geometría lineal aplicada al redondel entre la Mariana de Jesús y América en la parroquia urbana Belisario Quevedo, que según el artículo del Comercio en el 2015 ha aumentado parcialmente el flujo vehicular en el redondel San Martín, debido a la readecuación del redondel que a nivel de la superficie existía entre las intersecciones de las avenidas América y Mariana de Jesús, parte del corredor¹ centro norte desde Carcelén hasta la Universidad Central (La Hora, *Caos en la América*, 2003).

Para el desarrollo de la alternativa vial se utiliza el concepto de impedancia² como factor relevante en el mejoramiento del flujo vehicular en el redondel de la plaza Artigas, donde la solución viable sea el mejor escenario; es decir una estructura que presente menor impedancia y mayor agilidad posible en cuanto al desplazamiento del punto de origen A al punto de destino B.

Finalmente, mediante el modelamiento de escenarios con el empleo de la herramienta análisis de redes, se propusieron dos opciones de escenarios para intentar disminuir el impacto al problema de congestión en diferentes condiciones de: velocidad, distancia y elementos sobre la ruta que modifiquen tiempo de desplazamiento.

¹ Corredor.- Conjunto de dos o más rutas continuas que se conforman para una finalidad específica, comprende tres pasos deprimidos en la Av. América (EPMOP, 2015)

² Impedancia.- Elementos de la red que cumplen la función de penalizar el recorrido sobre un elemento en la ruta. (ArcGis, 2014)

2. Justificación

A la presente investigación se la consideró de interés colectivo, y complementaria a anteriores esfuerzos, desarrollados en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) con el objetivo de mejorar el tránsito vehicular, como por ejemplo: 1) el proyecto de *Reforma Geométrica*; aplicado en el corredor norte sur en las avenidas América y la Prensa que son un claro ejemplo de una de las alternativas que se puede establecer a las estructuras urbanas que producen congestión vehicular. 2) el *Estudio de Movilidad Urbana* (Benítez, 2009), correspondiente al planteo de rutas óptimas de movimientos en el DMQ, en la zona de la Carolina. 3) Eliminación de redondeles por intersecciones con semáforos que ha sido implementado desde la Secretaría de Movilidad. Enuncian la necesidad del estudio sobre el transporte en la ciudad de Quito para optimizar el flujo vehicular y elevar la calidad de vida de los ciudadanos mediante sistemas de movilización eficientes.

El interés por realizar un estudio acerca de la funcionalidad del redondel, nace de la vivencia de movilización cotidiana desde el domicilio del autor ubicado en la parroquia urbana la Concepción hasta la Universidad Católica en la parroquia urbana Mariscal Sucre. Durante múltiples ocasiones que ha efectuado el recorrido, ha notado, que hace aproximadamente cinco años el problema de tráfico vehicular es más agudo, logrando identificar el tramo más conflictivo en la proximidad a la intersección desde y hacia el redondel de la plaza Artigas entre las avenidas 12 de Octubre, Colón y Coruña

A través de observaciones, análisis y deducciones la presente disertación expone las causas y connotaciones del atascamiento vehicular en la zona de estudio. Además, se detalló las características del estado actual y de dos alternativas posibles.

En este contexto, mediante el desarrollo aplicado de un modelo utilizando el software ArcGIS y la herramienta Network Analyst, este trabajo adicionalmente estableció y caracterizó el efecto que pudiera ocasionar la modificación del actual redondel de la plaza Artigas y su sustitución o eliminación como escenarios alternativos, orientados a aliviar el problema de congestión vehicular. Luego de la evaluación de escenarios alternativos de movilidad vial, se consideraron criterios orientados a lograr la optimización del espacio y circulación vial entre las intersecciones de los cinco ramales 12 de Octubre, Colón y Coruña, para determinar una mejora importante en el desplazamiento de personas y mercancías.

La presente propuesta de disertación se enfocó en definir la situación funcional actual de movilidad de la confluencia comprendida entre los ramales de entrada y salida al redondel; especialmente el porqué del acumulamiento de automotores, el establecimiento de las horas de mayor concurrencia, la determinación del tiempo de espera producida por diversos elementos a lo largo del tramo de la ruta anotada que retrasa el paso de los automotores de un punto hacia otro (Impedancia, ArcGIS, 2014). El uso aplicado de un modelo de análisis de redes fue complementado con el desarrollo de dos escenarios alternativos de movilidad y el respectivo establecimiento de sus efectos.

3. Planteamiento del problema

El tráfico vehicular es una preocupación a nivel mundial. A medida que crecen las urbes, las vías no abastecen la demanda de espacio que necesita un sistema funcional de movilidad urbana (Giménez i Capdevilla R, 1986) y (Municipio de Quito, 2013). En el Distrito Metropolitano de Quito el problema es evidente, es el caso del redondel de la plaza Artigas, ubicado en el sector nororiental de la parroquia urbana Mariscal Sucre. Según artículos de información pública se ha encontrado opiniones sustanciales como: “Edgar Peñafiel, taxista, afirma: el tráfico es complicado y a pesar del semáforo que existe en la avenida 12 de Octubre, la circulación no es fluida”. Ana González, vende caramelos en el sector, también cree que “el municipio debe eliminar el redondel”, citados en (El telégrafo, *Al menos 3 redondeles ya no soportan el tránsito*, 2012); es decir que la preocupación en el sector es de conocimiento general. Incluso, las visitas a la Secretaría de Movilidad del DMQ han permitido reforzar la iniciativa del autor. Durante las entrevistas que el autor realizó al personal técnico de la dirección de políticas de movilidad se pudo obtener la información sobre la gravedad del problema y se observaron estudios previos sobre ingeniería de tránsito y análisis estructurales que buscan readecuar el redondel de la plaza Artigas (Vilatuña J. & Mier V., comunicación personal, 2015).

Además, a pesar de que en Quito en el año 2010 el municipio de la capital implementó el sistema pico y placa que consiste en: un día a la semana los carros no puedan circular según el último número de la placa en ciertas horas, en (Agencia Pública de Noticias de Quito, *Desde mayo inicia el pico y placa*, 2010) el aumento del parque automotor en la ciudad y la falta de alternativas de circulación vial han hecho que la movilidad urbana cada vez sea más pesada.

Tal falta de opciones es también punto de interés de varios textos académicos, en especial de dos trabajos de investigación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) y la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) que generan argumentos para sustentar la peculiaridad del problema y la necesidad de profundizar en el tema. Por una parte la movilidad y sus flujos en la tesis de Benítez (2009) y por otra parte el estudio sobre la dinámica que se presenta en Zevallos (2014) al analizar el redondel de la plaza Artigas como una de las intersecciones conflictivas con graves problemas de congestión y movilidad en la ciudad de Quito.

4. Objetivos:

a) General.- Evaluar la funcionalidad vial del redondel de la plaza Artigas en las parroquias urbanas Mariscal Sucre e Iñaquito.

b) Específicos:

- Determinar la funcionalidad vial de la actual ubicación del redondel en la Plaza José Artigas.
- Desarrollar dos escenarios alternativos de movilidad vial utilizando la herramienta Network Analyst del software ArcGIS.
- Establecer el impacto en la circulación vial de los escenarios alternativos propuestos, comparándolos con la situación actual.

Área de estudio

La presente disertación enfocó su trabajo de análisis sistemático y levantamiento de información, entre el límite nororiental y suroriental correspondiente a las parroquias urbanas Mariscal Sucre e Iñaquito. En el sector de la plaza Artigas donde confluyen las avenidas 12 de Octubre, Colón y Coruña, en un área de estudio de 304 ha. (ver figura 1.1), con una población según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (2011) de 56.827 habitantes comprendidas entre las dos parroquias urbanas del DMQ.

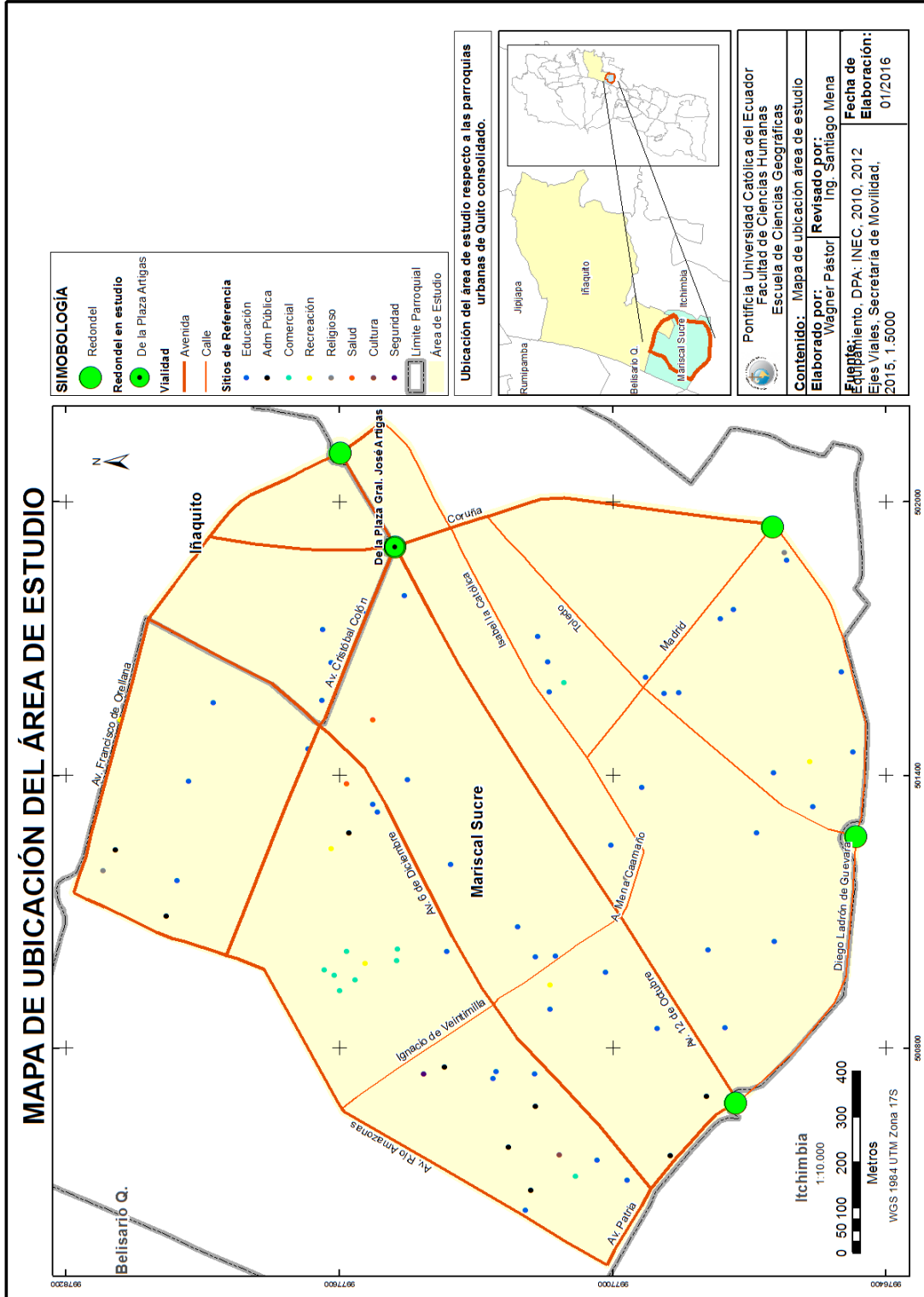
Para el establecimiento de la ruta de interés en el presente análisis tomó el punto de origen A, la intersección de las avenidas 6 de Diciembre y Orellana hasta el punto de destino B, la intersección de Av. 12 de Octubre e Ignacio de Veintimilla. Los límites del área de estudio son: al norte la Av. Francisco de Orellana, al sur la Av.

Patria y la calle Diego Ladrón de Guevara, al occidente la Av. 6 de Diciembre y al este la Av. Coruña con la Diego Ladrón de Guevara. Es importante señalar que en la zona de estudio se encuentran tres redondeles básicos³ y uno de estructura mixta⁴ (ver mapa 1).

³ Redondeles sobre la superficie: Abraham Lincoln, la plaza Artigas, la Floresta, y el coliseo Rumiñahui.

⁴ Redondel con paso a desnivel y a nivel: Redondel de las focas.

Mapa 1. Ubicación del área de estudio



CAPÍTULO I: EL REDONDEL ORIGEN, ESTADO ACTUAL Y CONCEPTUALIZACIONES RELEVANTES

Se expone la propuesta de disertación desde un contexto histórico, así como las bases teóricas y conceptuales que sustentan la investigación que son: Posibilismo, Análisis Locacional y la Geografía del Transporte.

1.1 Contexto histórico

El redondel de la plaza General José Artigas aparece en el plano de Quito de 1949 que constituye un referente cartográfico importante. Según el Instituto Geográfico Militar, en el sector de la plaza Artigas en los años 40 no existía la Av. Coruña, sino solamente la avenida Cristóbal Colón que comunicaba los tramos en sentido de oeste a este y viceversa atravesando la Av. 12 de Octubre de norte a sur y viceversa. Con la apertura de la Av. Coruña entre las avenidas Cristóbal Colón desde la calle Plácido Caamaño y 12 de Octubre desde la calle Abraham Lincoln, se implementó el redondel nombrado en honor al General José Artigas, diseñado por el arquitecto Guillermo Jones Odriozola e implementado por el arquitecto urbanista Gilberto Gatto Sobral en el primer Plan Regulador para la ciudad de Quito de 1945, según entrevista (Barragán, M. Comunicación personal, 2015), al arquitecto Milton Barragán quien diseñó el redondel de la plaza Abraham Lincoln en las intersecciones de las avenidas Francisco de Orellana, 12 de Octubre e Isabel La Católica.

El redondel de la plaza José Artigas fue construido como estructura de ornamentación y de alivio de tránsito entre 1945 y 1949, parte de las obras previo a la undécima reunión de cancilleres de países de América Latina, junto al edificio del Palacio Legislativo, el hotel Quito, la casa del embajador de los Estados Unidos, la residencia universitaria de la Universidad Central. Además, como afirma Barragán (2015) y se confirma en el plano de Quito de 1960, la Av. Coruña se abrió para extender la comunicación entre los límites de la ciudad de Quito aproximadamente 10 años después de la implantación del redondel de la plaza Artigas.

El sector de la plaza Gral. José Artigas es y fue un sitio de gran importancia desde su creación, hacia fines de los años 40, construido para comunicar el centro histórico de Quito con el centro norte de la Ciudad. En ese entonces y hasta la hoy Av. Francisco de Orellana

se aproximaban los límites parciales de la ciudad. El redondel tiene cerca de 56 años y comunica las cinco entradas y salidas de las avenidas 12 de octubre, Coruña y Colón.

Gráfico 1.1.1 Extracto del plano de Quito 1949



Fuente: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

El redondel fue el sitio de paso de asistentes a los eventos de gran envergadura de la ciudad desde su construcción como menciona Barragán (2015) “los más célebres huéspedes de la ciudad de Quito pasaron por el redondel para hospedarse en el primer hotel cinco estrellas, el hotel Quito”.

Hoy por hoy, en el sector de la plaza Artigas existen estructuras importantes de la ciudad ubicadas a sus alrededores y en las avenidas aledañas como: el hotel Quito, la casa del embajador de los Estados Unidos, el hospital de niños Baca Ortiz, algunas embajadas, y edificios del estado, además cumple la función de nexo entre el noreste y el centro norte de la ciudad de Quito. En las comunicaciones centrales que se destacan en el sector se disponen las relaciones de uso del suelo desde las residencias ubicadas al norte de la ciudad de Quito hasta los centros financieros y turísticos ubicados en la parroquia urbana Mariscal Sucre (Secretaría de Movilidad, 2013).

1.2 Funcionalidad de la ubicación actual del redondel de la plaza Artigas

Las intersecciones de cinco avenidas⁵ en el límite nororiental de la parroquia urbana Mariscal Sucre constituyen un punto de confluencia para vehículos ligeros, livianos, pesados y peatones. Acorde a las fuentes primarias y secundarias, se ha estimado la funcionalidad aproximada del redondel de la plaza general J. Artigas.

El redondel de la plaza General José Artigas se encuentra en el nivel de servicio F, que corresponde al estado más crítico según el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, Highway Capacity Manual, por sus siglas en inglés), (ver tabla 1.2.1). En otras palabras, actualmente el tránsito en el redondel se encuentra bajo condiciones de operación de flujo forzado o colapsado, según el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025 (EMMOP, 2009).

Los datos proporcionados por la Secretaría de Movilidad, 2013 indican que en la Av. Coruña en sentido este – oeste y oeste – este, desde la calle

Isabel la Católica: el mayor flujo diario es el día viernes con 44.000 vehículos por día, en

Fórmula 1.2.1 Fórmula de proyecciones adaptada al estudio

$$(N^{\circ} v/10min *6) = N^{\circ} v/h$$

$$(N^{\circ} v/h * 24) = N^{\circ} v/d$$

$$(N^{\circ} v/m*12)=N^{\circ} v/p$$

N°=número

v= vehículos

m= muestra (10 minutos)

h= hora (60 minutos)

p= período (120 minutos)

Fuente: HCM en Sec. Mov.,2015

realizados según los sensores de semáforos inteligentes en las intersecciones aledañas al redondel de la plaza Artigas.

Tabla. 1.2.1 Definición nivel de servicio

Nivel de Servicio	Condiciones Generales de Operación en el flujo
A	Libre
B	Razonablemente libre
C	Estable
D	Cercano al inestable
E	Inestable
F	Forzado o colapsado

Fuente: AASHTO, 2011 en Zevallos, 2014
Elaboración: El autor

ambos sentidos, además en el documento facilitado al autor se afirma que una posible causa es la naturaleza de ser una vía de paso hacia lugares de trabajo y estudio como: oficinas, universidades y colegios. Se estima que los valores más altos de número de vehículos en ambos sentidos en la Av. Coruña son desde las 07:30 hasta las 09:30. Además, la diferencia entre ambos sentidos es del 2 % aproximadamente con 800 motorizados en relación al promedio semanal (Secretaría de Movilidad, 2015). La metodología de registro no discrimina el tipo de vehículo, puesto que se basa en los conteos automatizados

⁵ Ver anexo 11, esquema de calles que conectan con el redondel plaza Artigas.

El conteo de vehículos por hora, día y semana se calculó según la fórmula 1.2.1 de fuente Secretaría de Movilidad, que afirmó que las proyecciones se realiza mediante proyecciones de 15 min recomendado por el Manual de Capacidad de Carreteras y después se multiplica por 4 para obtener la proyección en horas y posteriormente por 24 para tener el dato diario, finalmente por 5 para los datos semanales. La naturaleza del ejercicio práctico determinó necesario reducir la muestra a 10 min para facilitar el levantamiento de información por el limitado tiempo y personal de apoyo (ver fórmula 1.2.1).

Los datos de conteos manuales realizados entre agosto y septiembre de 2015 diagnosticaron las horas de mayor aglutinamiento vehicular en las entradas y salidas del redondel de la plaza Artigas sobre el ramal correspondiente a la Av. Coruña hacia el norte desde la calle San Ignacio los días viernes de 17:00 a 19:00 con 2.118 v/h⁶ y 50.832 v/d⁷ y los días miércoles de 09:00 a 11:00 con 1.716 v/h y 41.184 v/d que corresponde al 29 % del total de vehículos que transitan por el redondel.

La Av. 12 de Octubre hacia el sur en la aproximación a la calle Francisco Salazar se acerca a la Av. Coruña SI entre los valores registrados más altos con el 24 % de carga vehicular. Los valores más altos registrados fueron los días viernes y miércoles. Coincidentemente, el día de mayor congestión para la Av. Coruña fue el miércoles.

Una observación fue que sobre la Av. 12 de Octubre desde la calle Abraham Lincoln se registró uno de los más bajos porcentajes con el 16 % del total de vehículos que transitan por el redondel comparado con los dos ramales anteriores (Coruña SI⁸ y 12 Octubre FS⁹ de 29 % y 24 %). Además en el anexo 1 se puede considerar que durante 10 min correspondiente a la muestra no se registró ningún vehículo pesado que haya salido por este ramal el día viernes de 09:00 a 11:00.

La Av. Cristóbal Colón concentró el menor número de automóviles con 828 v/h que representan el 13 % del total, ésta Avenida fue la menos congestionada. Opuestamente de la Coruña SI en el mismo día miércoles la Av. Colón registró el menor impacto en congestión vehicular (ver tabla anexo 1).

El estado actual de la plaza Artigas según las observaciones antes mencionadas confirma las aseveraciones que se tomó en cuenta para el planteo del problema. El redondel

⁶ v/h.- número de vehículos por hora, resultado de la multiplicación de (m*6); donde m= muestra, 10 min. por 6= 60 min.

⁷ v/h.- número de vehículos por día, resultado de la multiplicación de (v/h*24).

⁸ SI.- desde la calle San Ignacio

⁹ FS.- desde la calle Francisco Salazar

de la plaza Artigas tiene un nivel de funcionalidad F. El nivel F es el más crítico según el manual de carreteras y amerita el desarrollo de estudios para mejorar la situación de movilidad, especialmente en el tramo que posee la mayor carga vehicular. Por lo tanto, se consideró que las avenidas a intervenir son: la Cor SI y la 12 de Oct FS¹⁰ (ver anexo 13).

1.3 Marco Teórico

La disertación toma varias líneas de conocimiento relacionadas con las Ciencias Geográficas como: el Posibilismo, el Análisis Locacional y la Geografía del Transporte. La primera es la teoría de Vidal De La Blache sobre Posibilismo, que afirma: “las relaciones entre el medio ambiente y los grupos humanos son el irreductible mínimo de influencia del ambiente físico” (en Vilá Valentí, J., 1984, pág 658). La influencia de la naturaleza sobre las actividades humanas es inevitable, y la forma en que los elementos del entorno son empleados para el desarrollo de los pueblos en beneficio de responder las necesidades humanas es fundamental en las afirmaciones de La Blache. La adaptación al medio ambiente es una facultad de los seres humanos que se defiende en el Posibilismo.

Esta teoría es apoyada por las reflexiones de L. Febvre que dice “de necesidades en ningún lugar, posibilidades por todos lados” (1922, pg. 52-55); en otras palabras, cualquier situación es posible superar mediante el complejo razonamiento del ser humano que tiene la capacidad de dar solución a diversos retos que a lo largo de la historia se han planteado en los que se ha alcanzado resultados positivos. Se podría citar algunos de los eventos más trascendentales de la humanidad como; el invento del aeroplano por los hermanos Wright, o la bombilla eléctrica por Thomas Edison, como algunos de los ejemplos más conocidos del ingenio y la adaptación humana. En tal virtud, el universo de opciones para solucionar situaciones, en este caso se enmarca en el tema de movilidad urbana para analizar la congestión vehicular de un sector particular de la ciudad de Quito y su *posibilidad* de mejorar la forma del traslado de personas y mercancías en medios de transporte liviano y pesado sobre Avenidas caracterizadas por gran afluencia de vehículos motorizados.

Complementariamente, los objetivos de la disertación buscan evaluar la funcionalidad y las consecuencias de opciones alternativas viales al redondel de la plaza Artigas, basados en los parámetros sugeridos en: la Geografía del Transporte como el “confort, velocidad y seguridad” (Giménez I. & Capdevilla R., 1986). Es decir, tres aspectos básico

¹⁰ Cor SI = Av. Coruña desde la calle San Ignacio y 12 Oct FS = Av. 12 de Octubre desde la calle Francisco Salazar.

interrelacionados para dinamizar efectivamente la forma de moverse desde el bienestar del usuario, su estabilidad, comodidad y finalmente la continuidad en el desplazamiento.

La segunda base de conocimiento empleada hace referencia a Análisis Locacional de Haggett (1976) que apunta: “la mayoría de movimientos fluyen por canales fijos”, en otras palabras, los escenarios alternativos tienen como premisa el requerimiento de continuidad en el flujo del tránsito vehicular sobre un nexo concreto, donde la impedancia sea la mínima posible dentro de la ruta. Los redondeles tienen un determinado volumen y período de vida funcional. Cuando su capacidad de carga ha sido superada pierden su cabida de alivio ante el tráfico (Haggett, P., 1976, pg. 81). Las características que debería tener la solución o al menos la mitigación parcial de la congestión vehicular tiene su directriz en la siguiente idea “... el problema consiste en hallar una ruta por la cual un producto pueda ser expedido a tan bajo costo como sea posible” (Sears & Zemansky, 1964 en Haggett, P., 1976, pág.84); reflexión que la presente disertación utiliza para sustentar la optimización en tiempo y velocidad del recorrido entre los dos puntos, origen y destino establecidos para generar: la menor impedancia, la mayor comodidad y seguridad posible.

Adicionalmente, se determina la relación entre parámetros para representar y analizar geoméricamente en la realidad con variables como densidad flotante del parque automotor que responde al crecimiento demográfico en la ciudad de Quito y a las necesidades de: vivienda, educación, y trabajo. Los flujos y movimientos ya sea de personas o bienes se los concibe como movilidad, respuesta a una de las actividades humanas básicas (Benítez, 2009). Por lo tanto, mediante el estudio se establece un diagnóstico que determina el porqué de la funcionalidad del redondele y las connotaciones de las alternativas en la plaza Artigas. La idea sobre el movimiento de personas en mención es apoyada por Rodrigue (2006) que dice: el desplazamiento de personas y sus bienes son influenciadas directamente por la dinámica de traslado para satisfacer las necesidades del ser humano. Los razonamientos de Rodrigue (2006) son ampliados en los párrafos siguientes sobre la Geografía de los Sistemas de Transporte (The Geography of Transport Systems)

La tercera línea de fundamentación teórica corresponde a los artículos de Orcao (1989) y Rodrigue (2006) que se han desarrollado entorno a la Geografía del Transporte, esta perspectiva es fundamental sobre análisis de redes, sus nodos, el tratamiento de los flujos y las jerarquizaciones territoriales que determinan la especificidad de estudios en el desplazamiento de seres humanos. (Cerquera. F., A., 2011). Razón por la cual se ha tomado

sus fundamentos¹¹ para establecer las implicaciones de la sustitución, eliminación o modificación de una estructura de alivio de tránsito en las actividades de las personas sobre un área determinada en una zona de tráfico.

La Geografía del Transporte será un enfoque guía para la disertación y al mismo tiempo el conocimiento de la naturaleza del problema desde la perspectiva de la Geografía del Transporte son las bases para evaluar potenciales medidas temporales y espaciales (Cárdenas G., & Cal Y., Mayor R., 2007). Este discernimiento de los sistemas de transporte hacen frente a las necesidades de desplazamiento de personas y sus mercancías en un espacio dado: la ciudad, el estado y el continente. Puesto que, la Geografía del Transporte es una rama específica de la Geografía Humana que persigue profundizar en la idea del espacio a todo nivel y su adaptación al crecimiento demográfico esta es una línea de juicio que ayuda a esclarecer el comportamiento de la movilidad urbana. (Wolkowitsch, M., 1992)

Además, se ha partido de la relación entre transporte y dinámicas urbanas. El uso del suelo y el transporte que forman parte de un sistema cambiante que es determinado según influencias externas. Los elementos más representativos en la dinámica urbana son: uso del suelo, redes de transporte, desplazamientos, lugares de trabajo, población y lugares de vivienda. Consecuentemente, el elemento más fluctuante es el desplazamiento porque el movimiento de pasajeros o bienes genera cambios abruptos. El desplazamiento entonces tiende a ser una consecuencia de la dinámica urbana más que un factor de causa. (Rodrigue. J.P., 2013)

En resumen, las líneas teóricas que se utiliza en la disertación abarcan desde la teoría del Posibilismo (Blache V., en Vilá Valentí, J., 1984), Análisis Locacional (Haggett, P., 1927), reflexiones sobre la Geografía Humana con su ramal de enfoque sobre la Geografía del Transporte para sustentar los análisis que se desarrollan en torno a la movilidad urbana por parte del autor. A continuación se elabora sobre algunas definiciones que esclarecen ideas utilizadas en el texto.

1.4 Marco Conceptual

Análisis de red.- Con la extensión ArcGIS Network Analyst se puede responder preguntas como; ¿cuál es la manera más rápida de movilizarse desde el punto A al punto B?, ¿qué elementos se localizan a determinada proporción de tiempo?, qué área de demanda cubre

¹¹ Maximizar velocidad, seguridad y confort en cuanto al desplazamiento.

un centro económico?, Una persona desea dirigirse hacia un punto, qué punto debería acercarse primero para minimizar el tiempo de viaje?, ¿Cómo puede un conjunto de vehículos optimizar su tiempo de viaje y minimizar el tiempo de transporte?, ¿Cómo son las condiciones de tráfico histórico o en vivo, y cómo afecta a los resultados de análisis de red?. La extensión ArcGIS Network Analyst ayuda a ejecutar operaciones más eficazmente y tomar decisiones estratégicas. Las operaciones pueden entender mejor los mercados dinámicos, tanto actuales como potenciales. Se podría perfeccionar el servicio a través de tiempos de respuesta más ágiles o ubicaciones de instalaciones más convenientes. La extensión Análisis de Redes facilita la comprensión y resolución de problemas dinámicos (ArcGIS, 2014).

Escenario.- Lugar en el que se desarrolla una acción o un suceso (RAE, 2016).

En prospectiva se denomina a la descripción de una situación futura y el encadenamiento coherente de sucesos que, partiendo de la situación actual, permite avanzar hacia la futura (Orea, G., 2014).

Impedancia o coste de red.- Son elementos de la red que cumplen la función de penalizar el recorrido sobre un elemento en la ruta y se refiere a cualquier cosa que elija para modificar la distancia o el tiempo de viaje (ArcGIS, 2014).

Capacidad de carga.- Bienes o animales que son transportados de un lugar a otro (EPMOP, 2015).

Carga Vehicular (Carga de Movilidad).- Es el mayor número de vehículos que transitan por una avenida o calle (El Comercio, *Cinco sectores soportan mayor carga vehicular*, 2016).

Concurrencia.- Dicho de diferentes personas, sucesos o cosas: Juntarse en un mismo lugar o tiempo (RAE, 2016).

Circunvalación.- Vía que circunda un núcleo urbano al que se puede acceder por diferentes accesos (EPMOP, 2015).

Modelo.- Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo. Representación en pequeño de alguna cosa (RAE, 2016).

Movilidad.- Es el análisis de la demanda de las corrientes de personas y mercancías, caracterizado por un continuo cambio en las estructuras que sirven para desplazarse de un

lugar a otro y es un rol fundamental en el desarrollo regional. El punto de vista en el pasado se enfocaba a grandes estructuras. Actualmente, el análisis de demanda/movilidad centra sus esfuerzos en ajustarse a la complejidad del crecimiento de las necesidades y su evolución en entornos micro y macro. El estudio de movilidad, hoy en día, busca interrelacionar causas y consecuencias relacionadas al movimiento, como afirma Reichmann “movilidad supera el puramente técnico desplazamiento” (Orcao, A. I. E., 1989, pg. 85).

Adicionalmente, se diferencia las características de los países del primer mundo con los del tercer mundo porque los primeros no tienen la prioridad de extender sus avenidas, sino encontrar medios que se adapten a las necesidades de la evolución en cuanto al transporte urbano. En cambio, los segundos tienen agudos problemas de movilidad o en otras palabras como explica Nijkamp; “el desplazamiento entre personas es el precursor y desarrollador de bienestar.” Países en movimiento y países inmóviles (De NIJKAMP, 1987 en Orcao, A. I. E. 1989, pg. 85).

Nivel de servicio.- se refiere a una medida cualitativa que caracteriza las condiciones de operación de un flujo de tráfico y de la percepción que tienen los usuarios de mismo. El nivel de servicio depende enormemente del tipo de vía que está siendo evaluada y se ve influenciado por múltiples factores como son la velocidad de circulación, tiempo, seguridad, confort entre otros (NCHRP, 2010, en Zevallos, P., 2014).

Paso a nivel.- Intersección a un mismo nivel de una carretera con una vía férrea u otra carretera (EPMMOP, 2015).

Paso a desnivel.- Cruces vehiculares o ferroviarios que pasan sobre o bajo el nivel de las vías (EPMMOP, 2015).

Ramal.- Según Zevallos (2014) corresponde a cada avenida de la intersección a ser estudiada para ser evaluada.

Ruta.- Recorrido legalmente autorizado a la transportación pública, considerado entre origen y destino (EPMMOP, 2015)

Redondel.- Es una intersección a nivel con una isleta circular alrededor de la cual los vehículos deben circular contra-reloj y el tráfico entrante a la intersección deben ceder el paso. Los redondeles solo son un tipo de intersección de forma circular. Existen otros tipos de intersecciones circulares que generalmente son clasificados como redondeles y o

cumplen con las características necesarias. Los rotarios son antiguas estructuras ovoides o circulares de un diámetro muy grande a veces mayor a 100 metros, seguido existen las intersecciones circulares con señalética de tránsito y luces de semáforo, finalmente hay estructuras circulares que cumplen otras funciones como ornamentales, (de NCHRP, 2010 en Zevallos, 2014); Otro concepto es: el redondel es una intersección de varias vías donde el movimiento vehicular es rotatorio alrededor de una isla centra (EPMMOP, 2015).

Red.- Conjunto de elementos materiales e inmateriales, ondas o informaciones que aseguran la relación de diferentes lugares de un territorio y de las entidades que lo ocupan (Loyola, 2005 en Gómez, C.L. & Del Valle, E. A. 2012).

Red vial.- Toda superficie terrestre, pública o privada, por donde circulan peatones, animales y vehículos que está señalizadas y bajo jurisdicción de las autoridades nacionales, regionales, provinciales, metropolitanas o cantonales, responsables de la aplicación de las leyes y demás normas de tránsito (EPMMOP, 2015).

Tránsito.- Movimiento ordenado de personas, animales y vehículos por las diferentes vías terrestres públicas o privadas, sujeto a leyes y reglamentos sobre la materia (EPMMOP, 2015).

Tránsito Vehicular.- Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Es fundamental el conocimiento profundo del tránsito vehicular o también llamada tráfico vehicular o tráfico para el modelamiento y análisis de sus características (Sánchez, 2012).

Vialidad.- Conjunto de servicios pertenecientes a la vías públicas, acondicionamiento de la vías públicas (MOP, 2016).

Velocidad.- Es la relación entre distancia y tiempo en que un cuerpo cambia su posición (The Physic Claassroom, 2016).

Zona de tráfico.- Se le conoce como tal a una unidad básica para el estudio, dentro de la misma se analiza los viajes y se encuentra delimitada por barreras importantes para el flujo y por el uso del suelo asociado con la zona delimitada para el desarrollo de la investigación (LANE, 1975 en Zevallos, P., 2014).

CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA ESTABLECER LOS ESCENARIOS Y SUS CONSIDERACIONES

Se explica el procedimiento utilizado para recolección y análisis de los datos, se describen las variables, factores y criterios empleados para el desarrollo de los escenarios y sus características.

2.1 Metodología

El estudio inició con la organización y levantamiento de datos de fuentes primarias y secundarias y finalmente se evaluó la información con cuadros, tablas, figuras y mapas; Factores que argumentan el diseño de escenarios y sus connotaciones en la dinámica de movilidad urbana.

La información primaria fue levantada por el investigador en el trabajo de campo en las intersecciones del redondel durante los meses de agosto y septiembre (2015), mediante toma de tiempos con cronómetro en las esquinas de los cinco ramales a diferentes horas en días de la semana y uno del fin de semana y así comparar las fluctuaciones que se pudieron observar y los tiempos de espera para cada impedancia considerada fueron tomados con cronómetro por el autor.

La información secundaria en relación al sentido de las vías, densidad flotante de vehículos en determinadas horas, tiempos de espera de cada semáforo, fue recopilada de la Secretaría de Movilidad del DMQ. La densidad flotante de vehículos, el tiempo requerido para transitar en el tramo desde las intersecciones de las avenidas 6 de Diciembre y Orellana hacia la Av.12 de Octubre y la calle Ignacio de Veintimilla, el tiempo que detiene los semáforos en cambio de luz en el área de estudio, el número de vehículos en diferentes días y horas son elementos que guardan interrelación y fueron las variables necesarias para el establecimiento de la caracterización sobre la funcionalidad del redondel explicadas en el capítulo I.

El trabajo de campo radicó en los conteos sobre la densidad vehicular flotante que fueron necesarios para el análisis de redes. Razón por la que se comparó entre fuentes disponibles para tener mayores insumos y mayor precisión en las connotaciones de las opciones a plantearse. La evaluación entre fuentes respaldó la muestra registrada por el autor para la descripción de los resultados. Finalmente, se optó por el uso de promedios para

el modelo, porque mientras haya mayor disponibilidad de datos más exacto será el modelamiento (Zevallos, 2014).

Es válido aclarar que la metodología en Zevallos, 2014 fueron automatizados y manuales; es decir cada vez que dos ejes pasaban sobre las calles las bandas o mangueras¹² sobrepuestas en la calzada de las avenidas registraban los datos y manuales para la discriminación entre vehículos livianos y pesados. Por otra parte, la Secretaría de Movilidad (2013) realizó sus estimaciones con contadores automáticos de los semáforos en intersecciones aledañas (Vilatuña, J. & Mier, V., comunicación personal 2015). La fuente primaria fue el conteo manual, observado en el capítulo anterior y que se explica con mayor detalle a continuación.

El trabajo de campo se desarrolló de tal forma que: durante el conteo manual cada vez que un automotor pasó desde o hacia el redondel en la entrada o salida de cada ramal, el contador dibujaba tantas barras como fueren posibles en el transcurso 10 min por ramal, cada barra corresponde a una unidad. Tal proceso se desarrolló en el redondel durante

Tabla 2.1.2. Clasificación vehículos

Conteo	Tipo de carga	Nº ejes
Moto	Ligero	2
Automóvil	Liviano	4
Bus	Pesado	más de 4

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

períodos de 2 horas. La información fue recopilada en las intersecciones de las avenidas 12 Octubre, Coruña y Colón, durante los meses de agosto y septiembre del año 2015. Con el apoyo logístico de compañeros, amigos y familiares del autor, en horario de 09:00 - 11:00 de 13:00 - 15:00, y de 17:00 - 19:00 en días de

la semana y uno de fin de semana, para más detalles sobre los datos ver anexo 14.

La discriminación entre tipos vehículos fue necesaria para determinar cuál, cuándo y dónde juega un rol importante en la movilidad urbana del redondel de la plaza Artigas. Entonces se clasificó según el tipo de motorizado que transitaba en la zona de estudio ilustrada en la tabla 2.1.2.

Tabla 2.1.3 Promedio tiempo impedancias

Tipo	Intersección	min	seg
Semáforo	12oct-Wilson	0	29
Semáforo	12oct-Madrid	0	32
Semáforo	12oct-Cordero	0	33
Redondel	12oct-Colón	2	55
Semáforo	Coruñ y Orellana	1	32

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

¹² Metodología que utiliza franjas electrónicas sobre una calle o avenida para contabilizar el número de vehículos por hora. Zevallos, 2014

La determinación de velocidades y tiempos de impedancia se realizaron durante la etapa de trabajo de campo. El autor tomó el tiempo de cambio de luz¹³ manualmente a lo largo de la ruta

Tabla 2.1.4. Velocidades

Condición	Fuente	Livianos	Pesados
IDEAL	Ley de Tránsito	50	40
REAL	Datos campo	23,7	19,5

Elaboración: El autor

A-B. Este proceso se llevó a cabo en transporte público y privado. La velocidad fue registrada según fuente directa en los vehículos. En las tablas 2.1.3 y 2.1.4 se puede observar los promedios de velocidad, tiempo de espera y las referencias con la Ley de Tránsito.

La naturaleza de la investigación no consideró el número de bicicletas que transitan por el redondel porque no se registró un número significativo en comparación a los datos generales. Por ejemplo: de cada 500 vehículos de transporte liviano hubieron una o dos bicicletas. El registro de datos fue un proceso valioso para la investigación donde se encontraron las siguientes dificultades.

Limitaciones afrontadas durante el levantamiento de información primaria fueron:

- **Tiempo.-** Un trabajo académico de tanta importancia necesita al menos 5 años para comprobar que su propuesta tiene algún peso relevante en la movilidad urbana. Pero los plazos establecidos por el autor requiere un documento que plasme el conocimiento adquirido durante la carrera en menos de un año y medio de investigación.
- **Contingente de personal.-** La falta de recursos económicos y tiempo para contratar un equipo fijo remunerado que asista junto al investigador durante los 25 días que duró el registro de datos. La mayor parte del tiempo se trabajó con un contingente de personas que tomaron los datos en un tiempo determinado dos horas entre 2 a 4 personas. Cuando si se hubiese utilizado tecnología que se pudo haber disminuido errores humanos de conteo que podrían ser perceptibles si se compara con métodos automatizados de registro.
- **Levantamiento de información nocturna.-** El sector de la plaza Artigas se caracteriza por ser una zona transitada comercial en las mañanas y contrariamente por las noches una zona residencial poco transitada por peatones; es por eso que se consideró como hora límite superior para tomar los datos, hasta las 19:00.

¹³ Cambio de luz = minutos o segundos en cambiar de luz roja a verde en los semáforos.

El horario fue definido desde las 09:00 por varios motivos: el primero, porque cerca a esa hora termina el pico y placa y el segundo por la disponibilidad de tiempo de las personas que ayudaron al autor en el levantamiento de datos. El tercer motivo fue la recurrencia del mayor número de automóviles según las fuentes secundarias. Tal es el caso que se puede evidenciar en el anexo 10, correspondiente a la avenida menos congestionada, que el mayor número de vehículos se registra entre las 08:00 hasta las 18:00. Adicionalmente, como se destacó en la tabla del anexo 10 la mayor parte de porcentajes altos de salida y entrada de vehículos se ubican entre las 09:00 y las 19:00.

Finalmente, después de analizar los datos y evaluar sus relaciones se indicó las posibilidades para cada escenario con la base técnica que será explicada en los puntos de análisis estadístico y uso de dos herramientas del software ArcGIS. Insumos claves para la determinación de resultados positivos o negativos para las alternativas que se explicará en el capítulo III.

2.1.1 Análisis estadístico

Tabla 2.1.1.1 Clasificación de información:

Tipo	Fuente	Fecha
Secundaria	Secretaría de Movilidad	mayo 2013
	USFQ	agosto 2014
Primaria	El autor	agosto 2015

Elaboración: El autor

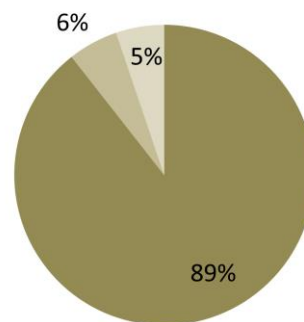
Se tabularon los datos obtenidos de las 400 horas de conteo manual obtenidos desde el 18 de agosto hasta el 25 de septiembre de 2015 para intentar responder cuestiones relativas a: clases de vehículos, avenidas de mayor congestión, carga vehicular y definir los ramales a aplicar las alternativas viales. En la tabla 2.1.1.1 se detalla la información que se utilizó.

Tipo de vehículo que transita con mayor frecuencia por el redondel

El porcentaje de automotores que registró mayor frecuencia durante el conteo manual corresponde a los vehículos de 4 ejes con el 89 % (automóviles particulares, busetas, taxis, camionetas, entre otros). Mientras que los que transitan con menor frecuencia son los vehículos ligeros (motos) y pesados (buses) con 5,4 % y 5,2 % respectivamente (ver clasificación en la tabla 2.1.2). Se puede establecer, que los vehículos

Gráfico 2.1.1.1 Porcentaje tipo vehículos

■ Liviano ■ Ligero ■ Pesado



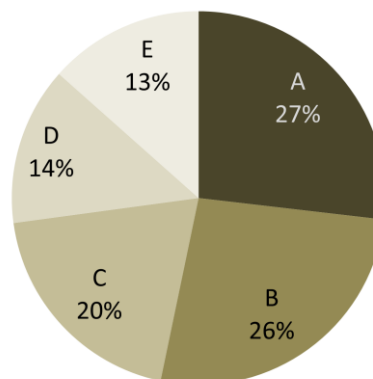
Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

que afectan en mayor parte a la congestión en el sector se lo atribuye a vehículos de cuatro ejes (autos particulares) que siempre ocuparon los primeros lugares en los valores absolutos y porcentaje de carga vehicular para los cinco ramales (ver gráfico 2.1.1.1).

Ramales con mayor concurrencia de vehículos

Para la descripción de los ramales se utiliza la leyenda que se observa en el gráfico de la derecha: 12 de octubre desde la Francisco Salazar (A), Coruña desde la San Ignacio (B), Coruña desde la Isabel La Católica (C), 12 de Octubre desde la Abraham Lincoln (D) y Colón (E). Las avenidas que registraron el mayor

Gráfico 2.1.1.2. Porcentaje flujos vehiculares por avenida.



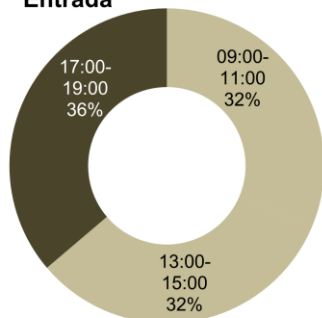
A= 12 de Octubre desde la Francisco Salazar.
 B= Coruña desde la San Ignacio.
 C= Coruña desde la Isabel La Católica.
 D= 12 de Octubre desde la Abraham Lincoln.
 E= Colón

Fuente: Promedios fuentes disponibles; Secretaría de Movilidad, 2013; Zevallos, 2014; y Trabajo de campo 2015

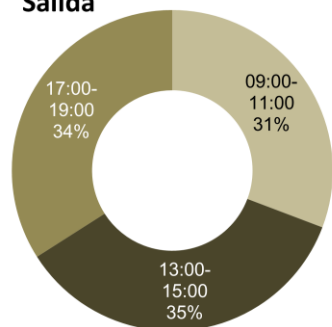
Elaboración: El autor

Gráfico 2.1.1.3. Porcentaje vehículos entrada y salida Av. 12 de Octubre FS.

Entrada



Salida



Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

número de vehículos según el conteo manual son la A con 26,8 % y B con 26,4 %. Juntas representan más de

la mitad del total (53,2 %) en tercer lugar se ubica C con 20 %, cuarto D con 14 % y finalmente E con el 13 % de automotores que transitan por el redondel (ver gráfico 2.1.1.2).

La menor concurrencia se registró sobre la Av. 12 de Octubre desde la calle Abraham Lincoln (12 Oct. AL) con 13,4 % que es el menor porcentaje de concentración vehicular registrado en el sentido hacia el norte del redondel Av. 12 de Octubre. Con un porcentaje menor también se ubica la Av. Colón con 13,7 %. Por lo tanto, los ramales correspondientes a las avenidas; 12 Oct. FS y Cor. SI, se establecen como las avenidas donde existe mayor concurrencia de vehículos¹⁴ (ver anexo 3).

¹⁴ Durante los dos meses que el autor realizó el conteo manual.

Durante las nueve semanas de conteo manual, se registró un total de **31.461** vehículos, correspondiente a las avenidas que confluyen en el redondel de la plaza Artigas, y que constituyó la base de datos para determinar el porcentaje de vehículos que transitan por el redondel. Con estos datos se elaboró el mapa de porcentaje de vehículos que se distribuyen los ramales de la plaza Artigas y se puede visualizar en el anexo 13. La representación evidencia lo antes descrito sobre los ramales con mayor y menor porcentaje de flujos vehiculares.

A continuación se desgrega la dinámica de flujo vehicular por avenidas según las dos horas de registro de datos en que se tomó la muestra; así como el comportamiento de carga vehicular sobre las avenidas con el mayor porcentaje de motorizados y una de las menores:

Avenida 12 de Octubre desde la calle Francisco Salazar hacia el norte.

La avenida 12 de Octubre desde la calle Francisco Salazar es el ramal que registra el mayor número de vehículos durante todo el conteo y cabe resaltar que los datos registrados coinciden con los conteos de las fuentes secundarias. En comparación con los otros cuatro ramales con el 26 % en los dos sentidos del total de los mayores valores registrados en el redondel de la plaza Artigas (para referencia más detallada ver gráfico 2.1.1.2).

La entrada hacia el redondel por la Av. 12 de Octubre en la aproximación de la calle Francisco Salazar se caracteriza por registrar el mayor porcentaje de vehículos promedio entre las 17:00 y 19:00 con el 36 % en relación al total de los tres períodos. El mayor número

Tabla 2.1.1.4 Promedio datos entrada y salida Av. 12 de Octubre/ calle FS

Entradas	09:00-11:00	13:00-15:00	17:00-19:00	Total/m	Total/h	%
Ligero/m	9	12	10	31	184	6
Liviano/m	152	156	179	486	2.918	88
Pesado/m	13	11	11	36	213	6
v/m	174	179	200	553	3.315	100
v/h	1.044	1.073	1.201	3.317		
v/p	2.084	2.145	2.402	6.631		
%/p	31,4	32,3	36,2	100		
Salidas	09:00-11:00	13:00-15:00	17:00-19:00	Total	Total/h	%
Ligero/m	10	12	12	33	198	5
Liviano/m	179	208	199	585	3.509	90
Pesado/m	11	10	11	33	196	5
v/m	200	229	221	651	3.903	100
v/h	1.201	1.374	1.328	3.903		
v/p	2.402	2.748	2.657	7.806		
%/p	31	35	34	100		

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

de vehículos promedio corresponde a los automotores de transporte liviano (ver anexo 2). El comportamiento del flujo vehicular entre las 09:00 - 11:00; y 13:00 - 15:00 se ubicaron en el mismo nivel con casi 32 % correspondientemente durante cada 10 min (ver tabla 2.1.1.4)

Se evidencia gran diferencia entre los vehículos livianos que lideran el conteo y se mantienen valores bajos respecto a los automóviles de transporte ligero y pesado. Existe mayoría de los vehículos de cuatro ejes frente a los de 2

y más de 4 ejes (ver anexo 4). Se podría establecer que el uso del vehículo particular en la avenida en mención es el detonante de la concentración del tránsito motorizado. Por el contrario, los autobuses y motocicletas registran valores mínimos de confluencia vehicular que no representan preocupación significativa en el flujo vehicular de la zona.

A partir de estos datos, se podría suponer que la salida por el ramal correspondiente a la Av. 12 de Octubre tiene la misma dinámica que su entrada. Sin embargo, se evidenció una diferencia porcentual de 4 puntos frente a todos los períodos (ver gráfico 2.1.1.3 en la página anterior), donde se puede observar tres niveles porcentuales. Las salidas poseen: 1) de 13:00 - 15:00 con 35 %. 2) de 17:00 -19:00 con 34 %. 3) de 09:00-11:00 con 31 %. Es posible establecer que las horas donde el flujo vehicular es más efectivo se presenta después de las 13:00. Puesto que se trata de la salida de vehículos y donde se pudo configurar la siguiente relación: a mayor número de vehículos saliendo, menor congestión en el redondel. Contrariamente, a mayor número de vehículos entrando, mayor congestión.

En cuanto a las proyecciones por hora el número de vehículos que entran es menor al número de vehículos que salen por la misma avenida. Por ejemplo; por la Av. 12 de Octubre desde la calle Francisco Salazar en total entran y salen **7.218** v/h. Por la Av. 12 de Octubre desde la calle Francisco Salazar ingresa el 45,9 % y sale el 54,1 % hay un incremento en la salida de

Tabla 2.1.1.5. Comparación v/h, entrada y salida Av. 12 de Octubre FS

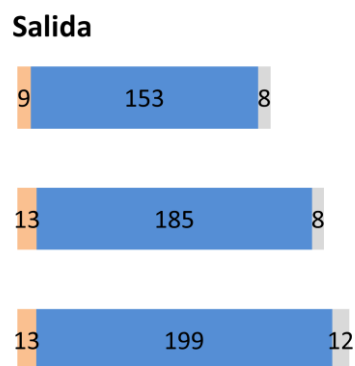
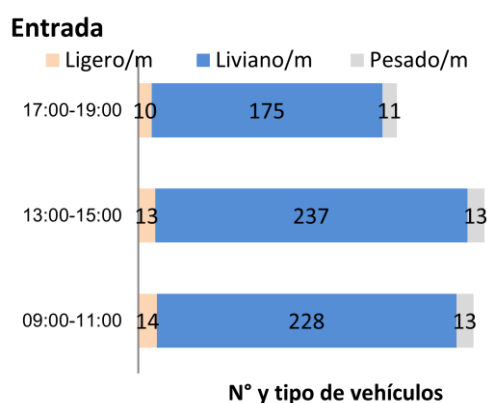
N°/v/h	Entran	Salen	Diferencia
Ligero/m	184	198	14
Liviano/m	2.918	3.509	591
Pesado/m	213	196	17
Total	3.315	3.903	588
%	45,9	54,1	8,1

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

8,1 % el mayor incremento se ubica en los automóviles y se observa un decrecimiento en vehículos de transporte pesado.

Existe una diferencia total del 8,1 % en entrada y salida de vehículos sobre la avenida en mención, (ver

Gráfico 2.1.1.5. Promedio v/m entrada y salida Av. Coruña SI por al período.



Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

tabla 2.1.1.5). Finalmente, se establece que: 1) Salen más automóviles que entran, 2) Salen menos vehículos pesados que entran, 3) Salen más vehículos ligeros y livianos que los que entran.

Avenida Coruña desde la calle San Ignacio

La avenida Coruña que se dirige desde la calle San Ignacio en las aproximaciones hacia la Av. Francisco de Orellana, concentra el mayor porcentaje de vehículos entre las 13:00 y 15:00 que entran al redondel y que corresponde al 37 % con 4.284 vehículos por hora (ver gráfico 2.1.1.4). El tipo de vehículo que ocupa el mayor porcentaje es el de transporte liviano con 89–90 % en entrada y salida, mientras que el 10 % restante lo comparten los vehículos ligeros y pesados (ver tabla 2.1.1.6).

El mayor porcentaje de vehículos que libera la avenida en mención lo realiza entre las 09:00 y 11:00. El menor porcentaje de acumulación en entrada y salida corresponde al período de 17:00 a 19:00 (ver anexo 5).

Entre las 13:00 y las 15:00 hay un comportamiento constante de entrada y salida de vehículos ligeros con un valor constante de motocicletas cada 10 min que se puede visualizar en el gráfico 2.1.1.5. Otra observación del tránsito en el mismo período es el decrecimiento del 21% en cuanto a vehículos livianos que salen.

En comparación a la Av. 12 de Octubre desde la calle Francisco Salazar, la diferencia entre el número de vehículos que entran y los que salen son del 8,7 %. El promedio total de número de v/h que entran y salen es **7.884**. El 54 % corresponde a los que ingresan y el 46 % a los que salen.

Finalmente, al contrario de la primera avenida con mayor confluencia de automotores en la salida, la Av. Coruña aporta más vehículos que desfoga. Si se

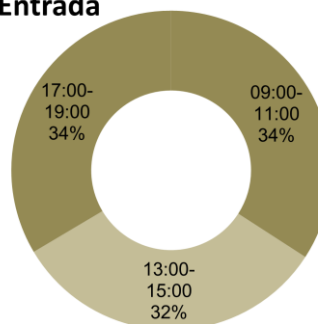
Tabla 2.1.1.6. Comparación v/h entrada y salida Av. Coruña SI.

N°/v/h	Entran	Salen	Diferencia
Ligero	225	208	17
Liviano	3.839	3.225	614
Pesado	221	167	54
Total	4.284	3.600	684
%	54,3	45,7	8,7

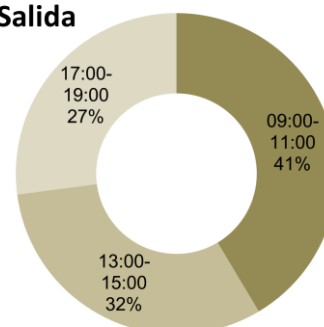
Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Gráfico 2.1.1.6. Porcentaje de v. en la entrada y salida por la Av. Colón.

Entrada



Salida



Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

toma en cuenta el número de carriles de las venidas que alimentan en tránsito en el la Av. Coruña desde la San Ignacio se podría encontrar una posible respuesta a esta variante. Las avenidas Francisco de Orellana que a su vez es alimentada por las avenidas 6 de Diciembre y la Río Amazonas aportan mayor número de vehículos que confluyen en la entrada por la Av. Coruña desde la calle San Ignacio en dirección norte – sur (ver figura 2.1.1.1). Fenómeno que no se repite en la Av. 12 de Octubre por estar alimentada por las calles: Francisco Salazar, Luis Cordero y Madrid.

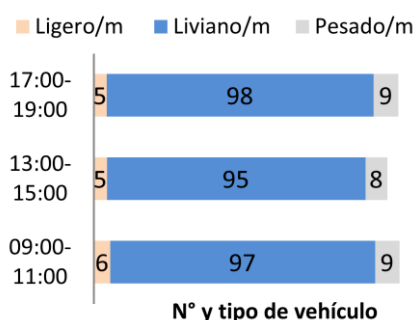
Avenida Colón

La avenida Colón es el ramal que registra menor acumulación vehicular durante todo el conteo y coincide con los conteos de las fuentes secundarias. Se caracteriza por ser la menos congestionada en comparación con los otros cuatro ramales con 13 %; 6 % en entrada y 7 % en salida del total de los mayores valores registrados en el redondel de la plaza Artigas (ver gráfico 2.1.1.6).

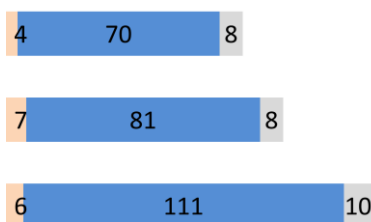
El porcentaje de flujo vehicular en la entrada de la Av. Colón por intervalos de dos horas se mantiene constante para los tres períodos con pequeñas variaciones de +, - 1 %. Se

Gráfico 2.1.1.7. Promedio v/m que entran y salen Av. Colón por período.

Entrada



Salida



Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Tabla 2.1.1.8 Comparación v/h entrada y salida Av. Colón.

N°v/h	Entran	Salen	Diferencia
Ligero/m	92	102	10
Liviano/m	1.738	1.572	166
Pesado/m	156	156	0
Total	1.986	1.830	156
%	52,0	48,0	4,1

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

podría afirmar que durante los tres períodos el flujo es similar. Los tres tipos de vehículos entran en magnitudes muy cercanas por los dos carriles en sentido oeste - este y dos este - oeste con el menor número de vehículos ligeros, seguido el de vehículos pesados y finalmente el mayoritario de vehículos livianos por hora (para más referencia ver gráfico 2.1.1.7 en la página siguiente).

A diferencia de la entrada por el ramal de la avenida Colón, durante los tres períodos se encontró que el mayor número de vehículos que salen se ubican entre las 09:00 y 11:00 con el 41,6 % que corresponde al mayor flujo, mientras que el menor se registró entre las 17:00 y las 19:00 (ver tabla 21.1.8).

Los valores se distribuyen con el patrón usual en la zona, liderado por los vehículos livianos con el

85,9 %, en segundo lugar los vehículos pesados y en tercer lugar los ligeros con 8,5 % y 5,6 % correspondientemente (ver gráfico 2.1.1.8). Se podría establecer que el número creciente de vehículos pesados se debe a la mayor concentración de buses de transporte público que se dirigen desde la Av. 12 de Octubre desde la calle Francisco Salazar y desde la Av. Coruña desde la calle Isabel la Católica hacia la salida sobre la Av. Cristóbal Colón. La afirmación se hace en base al levantamiento de información en la zona de estudio, donde se observó los giros hacia la Av. Colón de las compañías de transporte público como; Transalfa, Translatinos y Corredor suroccidental (ver anexo 9).

Como se ha explicado anteriormente, en la Av. 12 de Octubre hacia la parte sur y la Av. Coruña hacia la parte norte del redondel. La avenida Colón no representa valores diferenciales mayores a 10 puntos porcentuales. Las salidas y entradas del redondel poseen un 7,8 % del total de vehículos que circulan hacia y desde el redondel. Sin embargo, en los valores referentes a las motocicletas el valor disminuye, mientras el número de vehículos pesados es constante.

Según los datos de la Secretaría de Movilidad se encontró algunas diferencias que se basan en el método (conteo automatizado, cada dos ejes) y el tiempo (mayo 2013). El anexo 10 muestra un resumen gráfico de los datos respecto a la Av. Colón para el año 2013. Los valores más altos se registraron entre las 07:00 y las 11:00, que se asemeja a los datos expuestos por el autor en el período de 09:00 a 11:00.

Los valores disminuyen considerablemente en los fines de semana y entre las 04:00 - 06:00 para tener un crecimiento abrupto hacia las 07:00 con diferencias horarias de 200 automóviles. Cabe destacar que los datos proporcionados por la Secretaría de Movilidad no discrimina el tipo de automotor. En este contexto, se puede diferenciar dos grupos importantes según la Secretaría de Movilidad: 1) Días de la semana con un promedio de 631 v/h y el 2) Días de fin de semana con un promedio de 325 v/h, los datos no consideran las horas entre las 21:00 a 06:00, por registrar los valores menos representativos.

Carga vehicular según fuentes

La carga vehicular se calculó en base al mayor número de vehículos que transitan por hora en cada ramal (El Comercio, *Cinco sectores soportan mayor carga vehicular*, 2016). Los datos en el anexo 8 ilustran la comparación de los valores de entrada y salida del redondel Artigas para las tres fuentes de información disponibles¹⁵. De la evaluación de sus registros,

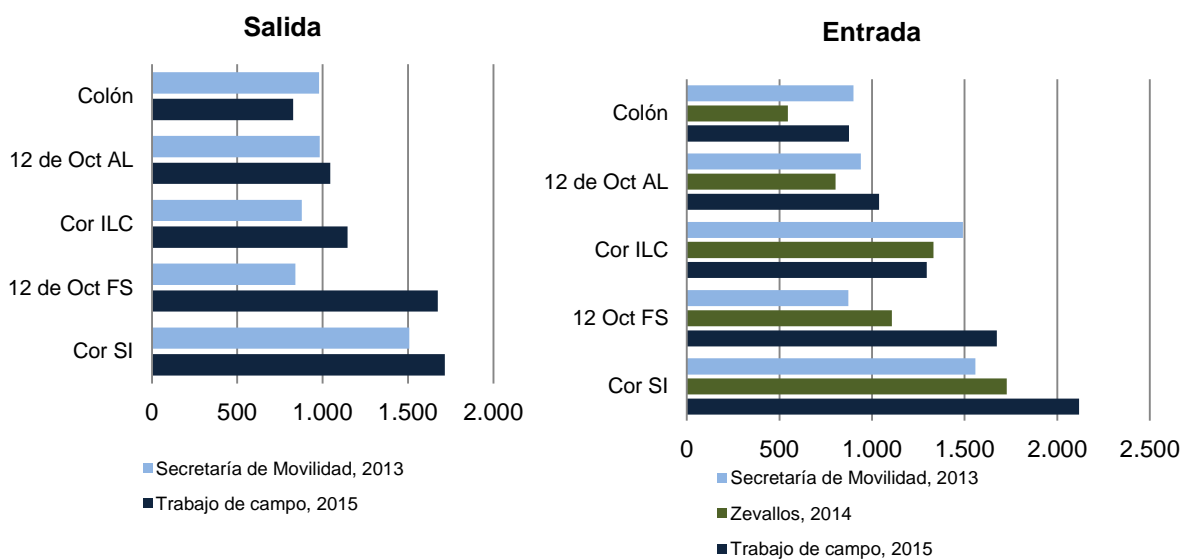
¹⁵ Fuentes de información disponibles: 1) Secretaría de Movilidad, 2013, 2) Zevallos, 2014 y 3) Trabajo de campo

se establece que la mayoría de datos corresponden entre sí, aunque existen diferencias en una baja proporción, debidas básicamente a dos motivos: 1) La diferencia en fechas y 2) El método de conteo; razón por la que se optó por tomar como insumo de análisis los datos promedio de las tres fuentes.

Así, se determinó que los ramales de entrada que registran la mayor carga vehicular se hallan sobre las avenidas Coruña desde la calle San Ignacio y la 12 de Octubre desde la F. Salazar en las horas de mayor afluencia. Adicionalmente, la Av. Colón posee la menor carga vehicular con 774 v/h para las entradas, (ver anexo 7). En las salidas según las dos fuentes de información, el mayor número de vehículos por hora se localiza en la Av. Coruña SI y la Av. 12 de Octubre FS, mientras que la avenida con menor concurrencia para el abandono del redondel es la Av. Colón hacia la calle Destruge (ver gráfico 2.1.1.8). Se utilizó las tres fuentes para la comparación en ingresos al redondel, pero para las salidas solamente se consideró los valores absolutos de la Secretaría de Movilidad y del autor¹⁶. Los datos de salida en la información sobre giros Zevallos (2014) confirman la carga vehicular en porcentajes.

En el mismo contexto se pudo observar que los porcentajes acumulativos en Zevallos (2014) de entrada y salida concuerdan con los valores porcentuales máximos registrados en el conteo del autor.

Gráfico 2.1.1.8 Comparación vehicular del volumen horario-diario del conteo.



Fuente: Secretaría de Movilidad, 2013; Zevallos, 2014 y Trabajo de campo.
Elaboración: El autor

¹⁶ No se considera a Zevallos, 2014 para salidas porque los datos en su tesis no expone valores absolutos, solamente porcentajes.

En el gráfico 2.1.1.8 se puede observar un crecimiento en el número de vehículos que transitan por los cinco ramales que se intersecan en el redondel. Es clara la supremacía de la Coruña desde la San Ignacio y la 12 de Octubre desde la Francisco Salazar. El crecimiento en el número de vehículos entre los años (2013) y (2015) que transitan diariamente es de casi 500 vehículos para la Cor SI y de casi 1.000 vehículos para la 12 Oct. FS. Otra observación que se puede hacer es que en general salen más automotores que entran.

Las distancias de las avenidas principales que circundan el redondel de la plaza Artigas podría ser una de las causas para el acumulamiento de vehículos en las avenidas que se intersecan en el redondel. En el anexo 12 se puede observar una marcada proximidad a importantes avenidas como la 6 de Diciembre y la Orellana. Otra observación determinante es el acceso limitado desde las calles F. Salazar, L. Cordero, Madrid, y Wilson hacia la Av. 12 de Octubre.

Ramal objeto de modelamiento

Tabla 2.1.1.10 Salidas jerarquización del porcentaje promedio

Jerarquización Salidas					
Orden	Avenida	% Mañana	Orden	Avenida	% Tarde
1	12 Oct. F. Sal	34,4	1	12 Oct. F. Sal	36
2	Coruña San I.	31,7	2	Coruña San I.	20,6
3	Colón	12,1	3	Coruña I.Cat.	15,9
4	Coruña I.Cat.	11,3	4	12 Oct. A. Lin.	15,5
5	12 Oct. A. Lin.	10,4	5	Colón	12,1

Fuente: Zevallos, 2014
Elaboración: El autor

El mayor porcentaje de vehículos está situado sobre los ramales correspondientes a las avenidas 12 de Octubre FS y la Coruña SI. Según los análisis entre valores promedio y valores más altos de las fuentes disponibles se los denominó como los ramales críticos a aplicar el escenario alternativo. Además, se comprobó dicho

problema de movilidad vehicular utilizando los análisis estadísticos explicados en la metodología.

Una de estas comprobaciones son la afirmación en Zevallos (2014) donde enuncia que la preferencia de uso se centra en las avenidas antes mencionadas que fueron el ramal objeto de modelamiento, (ver tabla 2.1.1.10). Si se hace referencia a los puntos explicados por las avenidas en las páginas anteriores se puede identificar a la Av. Colón como la menos transitada junto a la 12 Octubre desde la calle Abraham Lincoln.

A continuación se expone las medidas a considerar para disminuir el tránsito vehicular en el redondel Artigas.

2.1.2 Análisis de redes y proximidades

La herramienta Network Analyst nos permite hacer el estudio sobre similares contextos espaciales en diferentes condiciones. Para la investigación se utilizó la creación de una ruta desde el punto de origen A al punto de destino B, se comparó el tiempo de recorrido real; es decir con velocidades reales promedio entre horas de congestión y horas sin congestión, y el tiempo de recorrido ideal; es decir sin congestión vehicular y a velocidades máximas permitidas en la Ley de Tránsito.

El comportamiento a futuro de los escenarios a proponer es fundamental para la presente disertación. Según los análisis de la red sobre la ruta de estudio, se consideró los siguientes elementos como: el número de impedancias, tiempo de impedancia, velocidades, y distancias para obtener una de las variables más importantes para la evaluación del mejor escenario tiempo de recorrido promedio (TRP¹⁷).

Las deducciones e inducciones sobre las variables de: tipo de vehículos que transitan por el redondel, las horas de mayor congestión, las velocidades, las avenidas más conflictivas, las distancias de recorrido y los usos del suelo son las bases para concluir sobre las causas y efectos de la funcionalidad de la estructura en estudio, el redondel de la plaza Artigas. Además, los parámetros de velocidad, seguridad y confort establecieron los argumentos para caracterizar la circulación en el redondel como colapsado o forzado (AASHTO, 2011).

El presente estudio utiliza la herramienta de análisis de redes para generar condiciones diferentes de velocidad, impedancia y distancia a las actuales y estimar los efectos de las opciones propuestas en las dos alternativas por el autor para el tránsito por una parte una intersección de paso a desnivel y otra de alternativa de circunvalación

Se ha investigado sobre otros programas computarizados que son utilizados en modelamientos de ingeniería de tránsito como: AASIDRA, VISSIM, TransModeler, Aimsun, entre los más conocidos. Sin embargo se ha optado por el uso de ArcGIS por la naturaleza del estudio geográfico enfocado en la Geografía del Transporte.

La información sobre flujos vehiculares por avenida, tiempos de impedancia de los semáforos, sentido de las vías, velocidades oficiales permitidas, velocidades según fuentes directas y capacidad vehicular en las cercanías de la plaza Artigas fueron datos necesarios para el análisis de redes y el diseño de escenarios alternativos de movilidad.

¹⁷ TRP.-Tiempo de recorrido promedio de traslado de un punto de origen a un punto de destino.

En este sentido, se utilizó otra herramienta del software ArcGIS, *Euclidean Proximity* para la diferenciación de las distancias entre avenidas que aportan al alivio o congestión en el redondel de la plaza Artigas. Se evidenció las vías que están más cercanas a las avenidas Patria, 6 de Diciembre, Río Amazonas, y Francisco de Orellana. Se establece que la más cercana y la más influenciada por las avenidas antes mencionadas es la Av. Coruña desde la Orellana y la menos influenciada es la Av. Colón (ver anexo 12).

2.2. Caracterización de escenarios

2.2.1 Escenario 0: Configuración actual

Primera alternativa, constituye la situación actual, descrita en el capítulo anterior

2.2.2 Escenario 1: Paso a desnivel

Consecuentemente con Zevallos (2014), constituye esta una medida intuitiva con repercusiones en tiempo y recursos económicos, importantes en la evaluación de factibilidad de su implantación. En esta alternativa el autor considera dos ramales con paso subterráneo acorde a las siguientes especificidades:

- a) Un paso a desnivel con carriles exclusivos para vehículos livianos (en todos los conteos representan entre el 85 % a 90 % de la carga vehicular más significativa en el redondel).
- b) Un carril exclusivo para vehículos pesados, el correspondiente a la Av. Coruña SI hacia la 12 de Octubre FS (representan juntas alrededor del 60 % de concentración vehicular del redondel).
- c) Las avenidas: Colón, 12 de Octubre AL y Coruña desde ILC, quedan a nivel por ser las menos congestionadas. No considera modificación de su dinámica de transporte; cabe recalcar que la estructura básica del redondel se mantiene.

Los vehículos de transporte liviano podrán circular con continuidad desde la Coruña en sentido norte sur y viceversa hacia la 12 de Octubre, mientras que los vehículos de transporte ligero y pesado lo podrán hacerlo a nivel, ya que su carga vehicular corresponde entre el 15 % y 10 % (ver figura 2.2.2.1).

Figura 2.2.2.1. Esquema de escenario 1



Elaboración: El autor

2.2.3 Escenario 2: Variante de circunvalación

La tercera opción, un poco más ambiciosa en el sentido de adaptación de los usuarios a las nuevas rutas de entrada y salida, pero que aprovecha recursos en dinero y tiempo.

Este escenario introduce una modificación estructural y el aprovechamiento del espacio, de acuerdo a las siguientes condiciones: 1) suprimir la comunicación directa entre la Av. Colón y la Av. Coruña hacia el sector de Floresta, 2) mantener el monumento José Artigas en una pequeña isla, 3) convertir y extender la Coruña desde la Orellana hasta la 12 de Octubre y Veintimilla de un solo sentido de norte a sur conectando con la Av. 12 de Octubre FS, 4) trasladar el tráfico desde la 12 Octubre y Veintimilla hacia la Isabel La Católica en un solo sentido de sur a norte, desde la Av. Veintimilla y Caamaño hasta la Av. Coruña y 5) conectar y extender la Av. Coruña desde la Isabel La Católica hacia la 12 de Octubre AL. A continuación se explica cómo funcionaría el tránsito para este escenario:

- a) Los vehículos que se dirigen desde la Av. Francisco de Orellana sobre la av. Coruña podrán transitar directamente hacia el sur por la Av. 12 de Octubre sin tener que esperar el paso por el redondel, sino con semáforos inteligentes de sensores que determinen el paso entre la Colón y la Coruña desde la calle San Ignacio (ver figura 2.2.3.1).
- b) Los vehículos que se dirijan desde el sur por la Av. 12 de Octubre tendrán que hacerlo por la Av. Isabel la Católica desde la calle A. Mena Caamaño para retomar la plaza Artigas por la Av. Coruña y seguir hacia la 12 de Octubre en la proximidad a la calle Abraham Lincoln y seguir hacia el norte o el este de la ciudad por la Av. Francisco de Orellana o González Suarez (ver figura 2.2.3.1).
- c) El tránsito desde la avenida Coruña por el sector de la Floresta que se dirija hacia el oeste por la Av. Colón tendrán que circunvalar por la calle Abraham Lincoln hasta la San Ignacio y finalmente retomar la Av. Colón sobre la Plácido Caamaño (ver figura 2.2.3.2).
- d) Los usuarios de la Av. Colón hacia la 12 de Octubre en sentido sur podrán hacerlo con el giro hacia la derecha regulado por semáforo, pero el tramo hacia la Av. Coruña en la proximidad de la Isabel la Católica deberá ser retomado por la calle Francisco Salazar o anticipado por la calle Destruge y entonces por la Francisco Salazar (ver figura 2.2.3.2).
- e) Los usuarios de la Av. 12 de Octubre en la proximidad de la calle A. Lincoln deberán utilizar vías alternas como la Coruña extendida de norte a sur o la calle Toledo.

Figura 2.2.3.1 Esquema de escenario 2



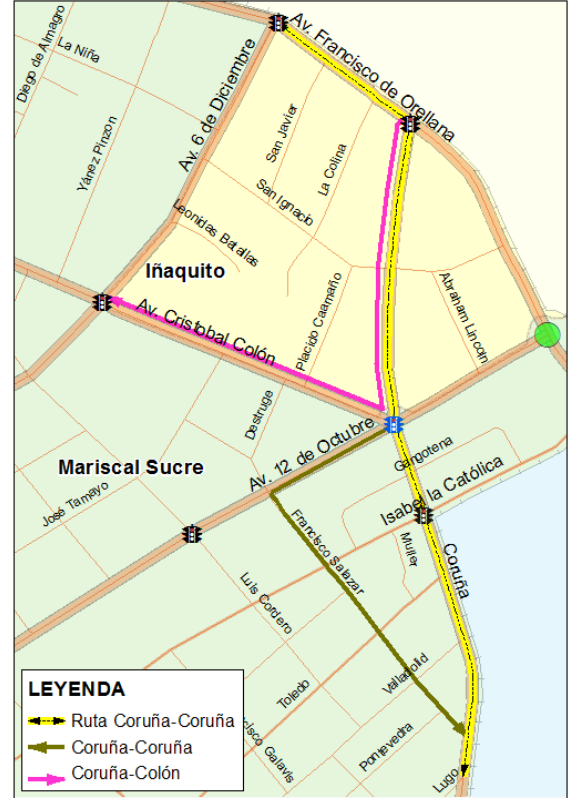
Elaboración: El autor

Figura 2.2.3.2 Esquema de variantes de los ramales Colón y Coruña

Ruta Colón - Coruña



Ruta Coruña - Coruña



Elaboración: El autor

CAPÍTULO III.- FUNCIONALIDAD Y MOVILIDAD DE ESCENARIOS ALTERNATIVOS

Se exponen los resultados y efectos posibles para dos alternativas de escenario el paso a desnivel y la variante de circunvalación.

3.1 Funcionalidad de escenarios

3.1.1 Alternativa vial 1: Paso a desnivel

La primera opción considera un carril deprimido exclusivo para los vehículos livianos, puesto que estos ocupan más del 80 % de demanda en el redondel. La forma actual del redondel de la plaza Artigas quedaría situado sobre la superficie, sin ninguna modificación a la estructura del redondel.

Los resultados del análisis de redes, arrojan un tiempo de ganancia (TG) de 3,25 minutos para los vehículos livianos que opten por trasladarse por el carril exclusivo. El tiempo de recorrido (TR) de la ruta en estudio disminuyó de 8,06 a 5,21 minutos (ver tabla 3.1.1.1). Es importante destacar que el 5 % promedio de demanda de vehículos pesados¹⁸ son los motorizados de transporte pesado y que estos transitarían bajo las mismas condiciones del escenario actual como: velocidad, tiempo de espera y número de paradas: solamente que sin la carga vehicular de los automóviles, se espera que los buses tengan mayor accesibilidad en entrada y salida.

Según la proyección que se explica en el punto 3.2 existiría un aumento aproximado de 2.000 vehículos que se beneficiarían con esta medida porque el paso a desnivel ayudaría a aliviar el tránsito de vehículos livianos. El tránsito vehicular al nivel de la superficie sería el mismo¹⁹; luego si esa carga vehicular sería mitigada por el paso a desnivel, el flujo vehicular ganaría dinamismo (ver tabla 3.1.1.1).

3.1.2 Alternativa vial 2: Variante de circunvalación

En el escenario 2 se plantea el bloqueo del redondel para que los automotores puedan dirigirse en sentido norte - sur desde la Av. Coruña en la parte de la calle San Ignacio hacia

¹⁸ Se explicó en capítulo I y se puede visualizar en el gráfico 2.1.1.1.

¹⁹ En el capítulo I se expuso que más del 50 % de vehículos utilizan la Coruña desde la San Ignacio y la 12 de Octubre desde la Francisco Salazar.

la Av. 12 de Octubre en la cercanía de la calle Francisco Salazar con la misma fluidez que lo harían los vehículos desde la Av. Coruña desde la Isabel la Católica hacia la 12 de Octubre y posteriormente hacia la calle Abraham Lincoln. Explicado en el capítulo anterior con cada condición de la circunvalación.

El tiempo de ganancia (TG) para vehículos livianos en sentido n – s es de 1,12 min y de 1,42 min para vehículos pesados La nueva ruta de un solo sentido en la Av. Coruña pone la disposición del usuario más de tres carriles para su desplazamiento. En el sentido s - n el TG disminuye porque aumenta la distancia y se toma en cuenta el tiempo total de espera por paradas (TTP)²⁰ del redondel de la plaza Abraham Lincoln. El resultado promedio que se perdería para los dos tipos de vehículos es de 0,83 min. Un aspecto positivo es que el tiempo de recorrido (TR) disminuyó aproximadamente en medio minuto para los vehículos livianos. El número de vehículos potenciales para esta medida aumenta considerablemente de 3.751 en el escenario actual a 7.946. La diferencia radica en la mayor disponibilidad de carriles y la menor impedancia para los dos tipos de vehículos (ver tabla 3.1.1.1).

²⁰ TTP.- Tiempo total de espera por paradas, sumatoria total del cambio de luz de cada semáforo más el tiempo de demora en atravesar una intersección con redondel.

Tabla 3.1.1.1 Variables y valores origen para ponderación del mejor escenario

Variable			Escenario 0. Actual				Escenario 1. Paso a desivel				Escenario 2. Variante de circunvalación										
N° variable	Nombre y abreviación	Descripción	Fuente	Tipo de vehículo	Unidad	Valor	Promedio (ideal:real)	Promedio (Livianos:pesados)	Valor promedio a ponderar de la variable	Valor	Promedio (ideal:real)	Promedio (Livianos:pesados)	Valor S-N	Promedio (ideal:real)	Promedio (Livianos:pesados)	Valor promedio a ponderar de la variable					
1	Tiempo de recorrido (TR)	Minutos que demora en transitar desde el punto de origen A al punto de destino B.	Analyst Network, trabajo de campo, Ley de Tránsito.	Livianos Ideal (sin congestión) 50km/h Real (promedio de campo) 23,5km/h	min	7,11	7,66			4,16	5,21	6,54	6,81	8,07							
						8,21			6,26			9,33									
						7,22	8,61		7,22			8,42									
						10			10			11,31									
1.1	Impedancia (I)	Número de paradas por semáforo y redondeles.	Trabajo de campo.	Livianos Pesados	# #	5 5	5	5,00	4	4	5,00	4			4,00	4,50					
1.2	Tiempo total de pérdida (TTP)	Tiempo total de pérdida por espera en semáforos y redondeles.	Trabajo de campo.	Livianos Pesados	min	5,21 5,21	5,21	5,21	2,26 5,21			3,59 3,59			3,59	4,52 4,52	4,06				
2	Flujo vehicular (FV)	Número de vehículos que transitan.	Promedio de conteos de fuentes disponibles.	Livianos Pesados	v/h v/h	7,140		3751,5	3,752	10,498			8,363			4,399	7,946				
						363			363			435					317				
3	Económico (E)	Costos aproximados de implementación.	Secretaría de Movilidad	Todos	mill \$	0			0,00	3,4			0,26			0,26					
1.3	Tiempo de ganancia (TG)	Minutos que se obtiene a favor en el TR implementando los escenarios.	Diferencia entre el tiempo de recorrido original menos el promedio de recorrido real e ideal dividido para el tipo de vehículo.	Livianos Pesados	min	0			0,00	2,45			1,12			1,27	1,05				
						0			0			1,42									
4	Distancia (D)	Distancia entre el punto de origen A y punto de destino B.	Cálculo utilizando el Network Analyst.	Todos	km	1,61			1,61	1,61			1,61			1,77					

Elaboración: El autor

3.2 Comparación de opciones

Del análisis efectuado, se desprende que la mejor alternativa planteada para los ramales Cor. SI y 12 Oct. FS ²¹ es la variante de circunvalación. Como se explicó en el capítulo II, esta alternativa tiene varias consideraciones, no obstante el aumento del flujo vehicular para los vehículos livianos y pesados, y el valor económico a invertir en su implementación es mucho menor respecto a la construcción de un paso a desnivel, constituye lo más relevante. En la tabla 3.1.1.1 se pueden apreciar los datos de las variables a comparar.

Los tiempos de recorrido (TR) fueron registrados en base al análisis de redes con las consideraciones sobre el tipo de vehículo y las velocidades según la información disponible²²; donde se encontró que el TR es menor en el escenario 1 en comparación a los escenarios 0 y 2, donde los tiempos van de 4 a 11 min. El valor de TR se identificó para los dos tipos de vehículos. Como se puede observar en la tabla 3.1.1.1 la opción variante de circunvalación reduce el TR en los dos tipos de automotores, sin embargo la opción 1 solamente se enfoca en los vehículos livianos, manteniendo el TR de los vehículos de transporte pesado en las mismas condiciones.

El número de paradas corresponde a los puntos de intersección que son motivo de permanencia o impedancia (I) sobre la ruta en estudio. Los puntos identificados de impedancia utilizados en el estudio fueron los semáforos y el redondel.

El tiempo total de pérdida por impedancia o espera (TTP), hace referencia al tiempo promedio en minutos y segundos ocupado durante cambio de luz y hacia el acceso al redondel, registrados en trabajo de campo. En la tabla 3.1.1.1 se observa una diferencia sustancial para el TTP de vehículos livianos en el escenario paso a desnivel que es la mitad del escenario actual; contrariamente para los

Fórmula 3.3.1 Proyección flujo vehicular

$$\frac{\left(\frac{TR\ 0\ LIV}{60}\right) * FV\ 0\ LIV}{\left(\frac{TR\ 1\ LIV}{60}\right)} = FV\ 1\ LIV$$

$$\frac{\left(\frac{TR\ 0\ PES}{60}\right) * FV\ 0\ PES}{\left(\frac{TR\ 1\ PES}{60}\right)} = FV\ 1\ PES$$

TR 0 LIV=Tiempo de recorrido de vehículos livianos en el escenario actual.

FV 0 LIV= Flujo vehicular del escenario actual.

TR 1 LIV= Tiempo de recorrido de vehículos livianos en el escenario paso a desnivel.

FV 1 LIV= Flujo vehicular estimado para vehículos livianos del escenario 1

PES= Vehículos pesados

Fuente: Secretaría de Movilidad, 2015

²¹ Ramales más congestionados. Cor. SI (Coruña desde la calle San Ignacio) y 12 Oct. FS (12 de Octubre desde la Calle Francisco Salazar)

²² Velocidad ideal 50 y 40 km/h v. pesados y livianos (Art. 92 Ley de Tránsito del Ecuador); Velocidad real 23,7 y 19,5 km/h (Trabajo de campo)

vehículos pesados es el mismo. En la alternativa 2 se reduce el TTP en 1,15 minutos para los dos tipos de automotores.

El flujo vehicular (FV) es un valor obtenido de los conteos promedio sobre ingresos y salidas por las avenidas más conflictivas, detalladas en el capítulo I. La proyección para el FV de los escenarios propuestos resultó de la relación inversamente proporcional al TR para vehículos livianos y pesados según la fórmula 3.3.1.

El valor para la variable económica (E) se establece a partir de las entrevistas realizadas en la Dirección de Políticas de la Secretaría de Movilidad, donde se informó al investigador que este elemento es sustancial en la toma de decisiones sobre soluciones viales; además, se facilitó información importante sobre las obras de mejora en intersecciones conflictivas. Como se visualizó en la tabla 3.1.1.1, la opción que requiere la mayor inversión es el escenario 1. Por otro lado, el escenario variante de circunvalación costaría casi 13 veces menos que el paso a desnivel.

El tiempo de ganancia (TG) se calculó diferenciando el TR original con el TR para cada escenario, obteniendo los minutos que se ganan en cada alternativa propuesta y con discriminación de vehículos livianos y pesados. El TG más significativo, con más de 3 minutos el escenario 1 para automóviles y para la opción 2 en promedio son 0.22 min. Es importante notar que para el escenario de variante de circunvalación se añade la diferenciación entre sentido, puesto que de norte a sur habría un considerable un TG de 1,23 min y de sur a norte no habría TG.

Los valores de distancia (D) se obtuvieron por geo-procesamiento utilizando el software ArcGIS, el cálculo refiere a la distancia desde el punto de origen hasta el punto de destino de la ruta en estudio; el cual determina 1,6 km para los escenarios: 0, 1 y el sentido n – s del 2. Para el sentido s – n se estimó en 1,9 km.

Finalmente se maximizó para homologar los valores de la tabla 3.1.1.1 y poder estandarizar. Después se analizó la importancia a considerar para la asignación del peso según la importancia establecida por los principios de la Geografía del Transporte de seguridad, velocidad y confort. Se calcularon los puntajes para cada variable con los valores parciales de la tabla 3.1.1.1, para posteriormente comparar los puntajes obtenidos en la tabla 3.2.1 y jerarquizar las opciones y elegir el mejor escenario a considerar en la tabla 3.2.2.

La tabla de ponderación de escenarios toma en cuenta las cuatro variables que son el promedio de los valores explicados de la tabla 3.1.1.1: el TRP (engloba: I, TTP y TG), FV, E, y F.

Tabla 3.2.1 Ponderación de escenarios

Variable		Unidad	Escenario 0. actual				Escenario 1. paso a desnivel				Escenario 2. variante circunvalación			
			Valor	Maximización	Peso	Puntaje	Valor	Maximización	Peso	Puntaje	Valor	Maximización	Peso	Puntaje
TRP	Tiempo Recorrido Promedio	min	8,14	8,119	3,0	24,4	6,91	6,89	3,0	20,68	7,92	7,90	3,0	23,70
FV	Flujo Vehicular	v/h	3.751,0	3.741,3	4,0	14.965,1	5.430,0	5.415,9	4,0	21.663,6	7.945,0	7.924,4	4,0	31.697,5
E	Económico	mill \$	0,01	0,010	0,5	0,0	3,4	3,39	0,5	1,70	0,26	0,26	0,5	0,13
D	Distancia	km	1,61	1,606	2,5	4,0	1,61	1,61	2,5	4,01	1,77	1,77	2,5	4,41
Total			3.760,8	3.751,0	10,0	14.993,4	5.441,9	5.427,8	10,0	54.278,0	7.955,0	7.934,3	10,0	79.343,1

Elaboración: El autor

En la tabla en la parte superior se compara y pondera los valores absolutos de las cuatro variables estandarizadas por maximización y se multiplica por el la importancia asignada a cada una de las variables. Se explicará orden de jerarquía.

El FV representa la importancia en peso más significativa (4,0) porque esta variable determina el número potencial de usuarios a beneficiarse en los tres escenarios: actual, paso a desnivel o variante de circunvalación. Según los análisis del autor se estima como el más óptimo al escenario 2 porque este beneficia no solamente a los vehículos de transporte liviano, sino también a los vehículos de transporte pesado. A criterio del investigador, es más importante el movimiento masivo de personas en autobuses que el mínimo en autos particulares.

Al TRP se le asignó el segundo peso de importancia (3,0), considerando la cantidad de elementos que contribuyen a obtener su valor. El tiempo de recorrido promedio (TRP) es un valor obtenido de varios elementos como: la comparación entre condiciones a velocidad: ideal, sin congestión o lo que determina la Ley de Tránsito y la real que emplean los usuarios, para los diferentes tipos de vehículos estudiados. El tiempo total de espera es un elemento ya considerado en el valor de TR. El TG en minutos, resultó de la diferencia entre: TR0-TR0, TR0-TR1 y TR0-TR2. Además, las impedancias (I) son también consideradas durante la configuración de la ruta en el análisis de la red.

La distancia (D) también tiene uno de los pesos de menor valor (2,5), puesto que los valores entre las tres opciones no tienen grandes diferencias a excepción del escenario 2 en sentido s – n con un aumento de 0,30 km. Los escenarios 0 (actual) y 1 (paso a desnivel) mantienen la distancia en 1,61 km.

A la variable económica (E) se le atribuye el menor peso (0,5), la razón es el elevado costo de implementación en la opción dos. Consecuentemente, si esta variable fuera de gran relevancia los escenarios 0 (actual) y 1 (paso a desnivel) no tendrían la posibilidad de competir por la mejor puntaje a ser evaluado.

Según las comparaciones la mejor opción en aspectos de optimización de tiempos de recorrido y flujo vehicular es el escenario de paso a desnivel, pero el elemento económico es muy alto para establecerse como la mejor opción.

Entonces, como se puede observar en la tabla 3.2.2 es la variante de circunvalación la que obtuvo el valor más alto en la conjugación de las variables por el peso establecido. La variante de circunvalación posee aspectos positivos como menor tiempo de impedancia, mayor número de vehículos a verse beneficiados y mayor distancia. Sin embargo, según los pesos asignados se establece que la opción en mención sería la más certera para disminuir el conflicto vehicular en la plaza Artigas.

Finalmente, se evidencian valores jerarquizados con diferencias mínimas, sin embargo debido a: la complejidad de las relaciones entre los desplazamientos de las personas y las principales actividades que se desarrollan en la zona y los elementos que existen en la zona de estudio y la sensibilidad de los factores considerados como: velocidad, carga vehicular, distancia, número de impedancias, tiempo de impedancia, se considera relevante la diferencia de 64.349 puntos, obtenida entre el escenario actual y el escenario variante de circunvalación.

3.3 Discusión

El problema de la congestión vehicular responde al incremento de cuerpos restrictivos, uso del suelo y densidad poblacional con relación directa a la creciente necesidad humana de movilidad por trabajo y educación.

Las instancias de soluciones de tránsito son claras en sus tres categorías, según el Manual de Carreteras (HCM, 2010): I) redondel, II) intersección con semáforo o reforma geométrica, y III) pasos a desnivel. Es imperante contar con fuertes y estrictas políticas públicas de ordenamiento territorial que marginen el uso del suelo y establezcan límites sobre la capacidad que cierto territorio puede sostener en ciertas zonas, especialmente donde el tránsito tiene constantes inconvenientes.

Ninguna solución vial aliviará el problema de congestión vehicular sin políticas públicas fuertes que apuntalen a la optimización del uso del espacio para los diferentes fines

Tabla 3.2.2 Evaluación final

Jerarquización	Puntaje	Escenario
Alto	79.343,1	2. Variante de Circunvalación
Medio	54.278,0	1. Paso a desnivel
Bajo	14.993,4	0. Actual

Elaboración: El autor

que la sociedad necesita. Evidentemente el Manual de Carreteras (2010) sugiere las medidas a tomar, pero como se ha mencionado antes, los flujos de movilidad deberían ser constantemente regulados para no caer en sistemas de transporte de nivel F²³.

Otro factor importante y que podría ser motivo de futuras investigaciones es el acelerado crecimiento de la industria inmobiliaria en la ciudad de Quito. La disposición de edificios en la limitada capacidad vial de la capital puede ser otro elemento a considerar en la agudización de problema de congestión vehicular, al igual que la falta de centros masivos de parqueo.

Los datos, las fórmulas y los modelos para evaluar la factibilidad de opciones son una herramienta base para posteriores estudios que profundicen en el comportamiento del parque automotor, no solo en el redondel de la plaza Artigas, sino en la mayor parte de intersecciones que se localizan en el Distrito Metropolitano de Quito. Conjuntamente, se debería analizar el modelo de desarrollo que busca las autoridades de turno y las consecuencias en el espacio con especial énfasis en la movilidad de los ciudadanos y ciudadanas.

3.4 Conclusiones

Se han puesto en práctica herramientas como análisis de redes, evaluación de proximidades, observación de campo, análisis y tabulación de datos. La Geografía del Transporte enfoca sus esfuerzos en establecer las directrices de procedimientos que ayuden al desarrollo de sistemas de desplazamiento acorde con las necesidades de la sociedad, la dinámica en espacio y tiempo.

Gracias a la información disponible se pudo comprobar el fenómeno descrito. **El redondel de la plaza Artigas se encuentra en un nivel de servicio F**, que es el más crítico según el Manual de Carreteras (HCM, 2010). Los cinco ramales tienen su propio nivel de congestión. Con el promedio de datos se estableció: el siguiente orden desde el más hasta el menos congestionado. **1) A, 27 %; 2) B, 26 %; 3) C, 20% 4) D, 14 %; y 5) E, 13 %** (ver anexo 11).

Los dos escenarios propuestos a la ruta de estudio son sugerencias fundamentadas en cálculos, fórmulas y teorías que buscaron la optimización de las relaciones del ser humano en el espacio. Los criterios que sugiere la Geografía del Transporte fueron

²³ Nivel F.- Colapsado o crítico según el HCM,2010

elementales para la ponderación de las variables y posteriormente para su evaluación en elegir el mejor escenario. En este contexto se puede concluir que la opción más segura, veloz y confortable es la opción **alternativa de circunvalación** (ver figura 2.2.3.1).

3.5 Recomendaciones

Se recomienda a las instituciones encargadas de evaluación y ejecución como la Secretaría de Movilidad, la Agencia Nacional de Tránsito, Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas que ahonden en temas de congestión vehicular registrados varios puntos de la ciudad como el redondel de la plaza Artigas. Los inconvenientes podrían ser mitigados con estructuras que se adapten al dinámico crecimiento y fluctuación de la demanda de una ciudad en crecimiento como Quito.

Hacer campañas de concientización sobre el uso del auto compartido y del pito en los usuarios podría disminuir la congestión y la contaminación auditiva considerablemente. Al establecerse el segundo escenario, los carros de tipo liviano que representan al grupo mayoritario de demanda vehicular en el sector, tendrían un canal continuo de paso y posiblemente menos razones para incitar al “pitazo”, grave problema de contaminación en el DMQ, que podría ser tema de un estudio a profundo sobre sus consecuencias en diferentes partes de la capital.

Si se considera el segundo escenario, debería eliminarse la posibilidad de parqueo en las calles a utilizarse²⁴. La circunvalación podría disminuir considerablemente el acumulamiento vehicular en especial en las horas y días de mayor carga vehicular. Se debería reubicar la parada de los buses que se dirigen hacia los valles y que actualmente se localizan en la proximidad de la Universidad Politécnica Salesiana o bien disminuir el tiempo de permanencia en la calle Isabel la Católica.

A futuro se podrían considerar variables como pendiente en los cinco ramales y sentidos de las avenidas, puesto que el comportamiento no es igual en entradas y salidas con pequeñas fluctuaciones explicadas en el capítulo I.

²⁴ Mena Caamaño, Isabel la Católica, Abraham Lincoln, San Ignacio, Plácido Caamaño, Destruge y Francisco Salazar.

Bibliografía

Libros:

- Barenboim, D. A Life in Music. New York, **Macmillan Publishing Company**, 1991.
- Cárdenas G. J. & Cal y Mayor R., R. *Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones*. México D.F, **Alfa-omega**, **Octava ed.**, 2007. En Zevallos P., J. (2014)
- Everest. *Diccionarios Temáticos Everest*. León, España, **Evergraficas**, 1983.
- EMMOP. *Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025*. Quito, **DMQ**. 2009.
- Febvre, L. *La Tierra y La Evolución Humana. Introducción Geográfica a la Historia*. **UTEHA**. Mexico, 1955 (org. 1922)
- Gauthier, H. O'Kelly M. *Geography of Transportation (Geografía del Transporte)*. New Jersey, Editorial **Prentice-Hall**, Inc. 1973.
- Haggett, P. *Análisis Locacional en la Geografía Humana*. Barcelona, Editorial **Gustavo Gili**, S.A., 1976.
- HCM . National Research Council. Highway Capacity Manual. Washington, D.C. Transportation Research Board, 2010.
- Municipio de Quito. *Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022*. Quito, **DMQ**, 2013.
- Wolkowitsch, M. *Géographie des transports*. Paris, **Armand Colin**, Coll. Cursus, 1992.

Tesis:

- Benítez, D. *Estudio de Movilidad Urbana en la zona centro norte de la ciudad de Quito, generación de un modelo de red de transporte mediante el análisis de redes*. Quito, **PUCE**, 2009.
- Mena, S. *Propuesta de Segmentación Geográfica para la Determinación de Potenciales Puntos de Distribución Farmacéutica en la Ciudad de Quito: Caso Distribuidora Farmaventas*. Quito, **PUCE**, 2009.
- Viteri, A. *Estudio metodológico para la elaboración de un modelo matemático de vapor de agua a partir de estaciones de monitoreo continuo GPS*. Quito, **ESPE**, 2013.
- Zevallos, P. J. *Estudio de Tráfico, modelación y rediseño del trazado vial de la intersección en el redondel de la plaza General José Artigas*, Quito, **USFQ**, 2014.

Revistas:

- Giménez i Capdevilla R. *La Geografía de los Transportes en Busca de su Identidad*, Universidad de Barcelona, España, 1986.

Gómez, C. L., & Del Valle, E. A. *Flujo, movilidad y niveles de accesibilidad en el Centro de Chillán año 2007. Propuesta de mejoramiento mediante SIG. Urbano*, 12(19), 17-27. Internet: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/332/295> . Acceso: 2015.

Cerquera, F. A. *La configuración espacial geográfica, contexto esencial de estudio del transporte y la accidentalidad*.

Internet: www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/artice/viewFile/2079/1975.

Acceso: 13/01/2016

Orcao, A. I. E. "Tendencias actuales de la Geografía del Transporte: El análisis de la

movilidad". *Geographicalia*, 26, 83-90. i Guasch, C. M. (2013). Dossier Metodologías y nuevos retos en el análisis de la movilidad y el transporte:

presentación. *Transporte y Territorio*, (8), 1-6. Zaragoza, España, 1989.

Vilá Valentí, J. *La Definición del Posibilismo*. Universidad de Barcelona, España. 1984.

En internet:

Agencia Pública de Noticias de Quito, (2010). *Desde el 3 de mayo inicia el pico u placa en Quito*, Internet: <http://>.

Noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/desde_el_3_de_mayo_inicia_el_quotpi_co_y_placa_en_quito—101. Acceso: 18/06/2015

ArcGis, (2014) *Vocabulario esencial de la extensión ArcGIS 10.1 Network Analyst*.

Internet:

<http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.2/index.html#/na/004700000003000000/>. Acceso: 15/04/2015

EPMMOP. (s.f.) *Glosario de Términos de Movilidad*. Internet:

http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/images/Pdf/Glosario_Movilidad.pdf. Acceso: 18/06/2015

El Telégrafo, (2012). *Al menos 3 redondeles ya no soportan el tránsito*. Internet:

<http://www.telegrafo.com.ec/noticias/quito/item/al-menos-3-redondeles-ya-no-soportan-el-transito.html>. Acceso: 16/03/2015.

El Comercio, (2015). *Las lluvias alteran la movilidad nocturna de la urbe*. Internet:

<http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/lluvias-trafico-quito-movilidad-invierno.html>.

Acceso: 16/03/2015.

El Comercio, (2015) *Cinco sectores soportan la mayor carga vehicular*. Internet:
www.elcomercio.com/actualidad/quito-congestion-vehiculos-transito-transporte.html Acceso: 06/2016

Orea, G. D. (2014). *Marco Conceptual para la Ordenación Territorial y Reflexiones sobre el Proceso Ecuatoriano en la Materia* Internet:

http://www.sndu.org/ponencias/panel1/D_Gomez_Orea.pdf Acceso: 23/06/2015

La Hora, (s.f). *Caos en la América*. Internet:

http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1000295771/-1/Caos_en_la_%E2%80%98Am%C3%A9rica%E2%80%99.html#.VYectvl_Oko.
Acceso: 12/02/2015

RAE, Diccionario de la Real Academia de la Lengua. Internet: www.dle.rae.es/?id=AAoSf8T.
Acceso: 06/2016

Rodrigue, J. Comtois, C. y Slack, B. (2006) *The Geography of Transport Systems (Sistemas de la Geografía del Transporte)*. Internet:

<http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/glossary.html>. Acceso: 19/06/2015

Sánchez, J. *Análisis de nivel de servicio y capacidad de segmentos básicos de autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo al manual de capacidad de carreteras HCM2000 aplicando MATHCAD*.

Internet:www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A4.pdf?sequence=4. Acceso: 02/032016

The Physics Classroom, speed and velocity. Internet:

www.physicsclassroom.com/class/1DKin/Lesson-1/Speed-and-Velocity. Acceso:
19/04/2016

Entrevistas y conversaciones técnicas:

Barragán, M. Pástor, W. *Historia del sector plaza Artigas*. Oficina Arq. Barragán, Quito, Ecuador. Comunicación personal. 2015

Mena, S. con Pástor, W. *Conversaciones técnicas sobre la disertación*. Oficina Ing. Mena, Quito, Ecuador. Comunicación personal. 2016

Vilatuña, J., Mier V. y Aguirre W. con Pástor, W. *Modelamiento del redondel de la plaza Artigas*. Secretaría de Movilidad. Quito, Ecuador. Comunicación personal. 2015

ANEXOS

Anexo 1. Días y horas (períodos) con el mayor número de vehículos registrados por avenida y sentido respecto al conteo manual.

Avenida	Sentido	Fecha	Día	Lím. de H. Inferior	Lím. de H. Superior	Ligero	Liviano	Pesado	Total /m	%	mx6= Hora
Coruña N (5-9pm)	N-S	25_09_2015	Viernes	17:00	19:00	10	336	7	353	16	2.118
Coruña N (9-11am)	S-N	16_09_2015	Miércoles	9:00	11:00	15	256	15	286	13	1.716
12 de Octubre S (9-11am)	N-S	09_09_2015	Miércoles	9:00	11:00	12	254	13	279	12	1.674
12 de Octubre S (5-7pm)	S-N	25_09_2015	Viernes	17:00	19:00	4	259	16	279	12	1.674
Coruña E (5-7pm)	E-O	01_09_2015	Martes	17:00	19:00	14	186	16	216	10	1.296
Coruña E (5-7pm)	O-E	10_09_2015	Jueves	17:00	19:00	11	176	4	191	9	1.146
12 de Octubre N (9-11am)	S-N	18_09_2015	Viernes	9:00	11:00	5	169	0	174	8	1.044
12 de Octubre N (1-3pm)	N-S	09_09_2015	Miércoles	13:00	15:00	8	163	2	173	8	1.038
Colón (12-1pm)	O-E	22_09_2015	Martes	12:00	14:00	6	124	16	146	7	876
Colón (9-11am)	E-O	23_09_2015	Miércoles	9:00	11:00	5	123	10	138	6	828
TOTAL						90	2.046	99	2.235		

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Anexo 2 Porcentaje tipo vehículo que transita por el redondel.

Nº Ejes	Tipo de Vehículo	Nº/v	%
4 ejes	Liviano	28.116	89
2 ejes	Ligero	1.701	5
Más de 4 ejes	Pesado	1.644	5
TOTAL		31.461	100

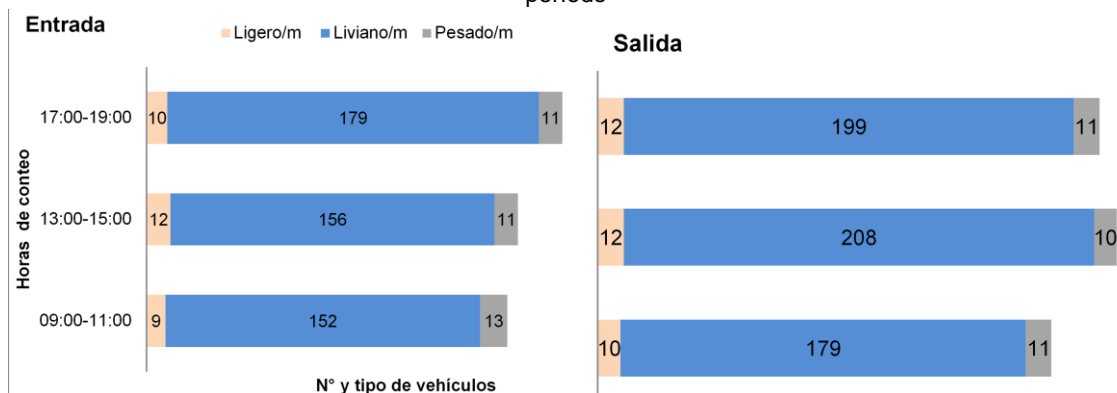
Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Anexo 3. Promedio del número total conteos y porcentajes de flujo vehicular por avenida en el redondel de la plaza Artigas.

Ramal	N°T/v	%	N° V Ligeros	%	N° V Livianos	%	N° V Pesados	%
12 Octubre S	8.445	27	448	26	7.491	27	506	31
Coruña N	8.315	26	454	27	7.433	26	428	26
Coruña E	6.162	20	346	20	5.529	20	287	17
Colón	4.310	14	214	13	3.731	13	365	4
12 Octubre N	4.229	13	239	14	3.932	14	58	22
Total	31.461		1.701	100	28.116	100	1.644	100
Total %			5		89		5	

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

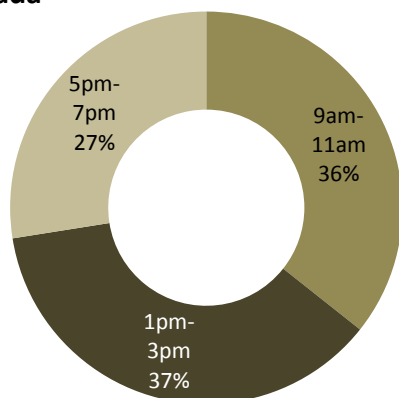
Anexo 4 Promedio número vehículos entran y salen redondel por la avenida 12 de Octubre FS por período



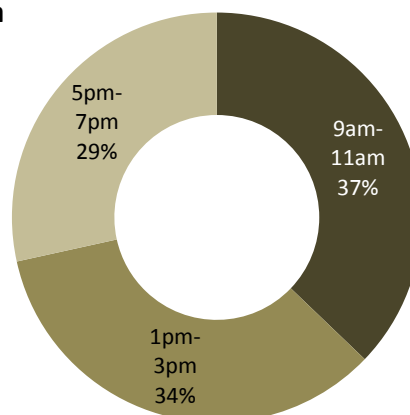
Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Anexo 5. Porcentaje vehículos entrada y salida Av. Coruña desde la calle San Ignacio por período.

Entrada



Salida



Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Anexo 6. Promedio de datos respecto a entradas y salidas de la Av. Coruña SI.

Entradas				
	9am-11am	1pm-3pm	5pm-7pm	Total
Ligero/m	14	13	10	37
Liviano/m	228	237	175	640
Pesado/m	13	13	11	37
v/m/p	255	263	196	714
v/h/p	1.528	1.578	1.178	4.284
v/p	3.056	3.156	2.357	8.569
%/p	36	37	28	100
Salidas				
	9am-11am	1pm-3pm	5pm-7pm	Total
Ligero/m	13	13	9	35
Liviano/m	199	185	153	538
Pesado/m	12	8	8	28
v/m/p	223	206	170	600
v/h	1.340	1.238	1.022	3.600
v/p	2.680	2.476	2.045	7.201
%/p	37	34	28	100

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Anexo 7 Promedio de datos respecto a entradas y salidas de la Av. Colón.

Entradas				
	9am-11am	1pm-3pm	5pm-7pm	Total
Ligero/m	6	5	5	15
Liviano/m	97	95	98	290
Pesado/m	9	8	9	26
v/m	112	108	112	331
v/h	672	645	669	1.986
v/p	1.344	1.290	1.338	3.972
%	33,8	32,5	33,7	100,0
Salidas				
	9am-11am	1pm-3pm	5pm-7pm	Total
Ligero/m	6	7	4	17
Liviano/m	111	81	70	262
Pesado/m	10	8	8	26
v/m	127	96	82	305
v/h	762	576	492	1.830
v/p	1.524	1.152	984	3.660
%/p	41,6	31,5	26,9	100,0

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Anexo 8. Comparativo fuentes información sobre el mayor número v/h.

ENTRADA									
Ramal	Sentido	SM.	%	Z.	%	P.	%	Prom.	%
Coruña N desde la San Ignacio	N-S	1.559	27,1	1.727	31,3	2.118	30,2	1.801	29,6
Coruña E desde la Isabel La Católica	E-O	1.490	25,9	1.332	24,2	1.296	18,5	1.373	22,5
12 de Octubre desde la Francisco Salazar	S-N	872	15,1	1.107	20,1	1.674	23,9	1.218	20,0
12 de Octubre desde la Abraham Lincoln	N-S	940	16,3	803	14,6	1.038	14,8	927	15,2
Colón	O-E	900	15,6	545	9,9	876	12,5	774	12,7
Total		5.761	100,0	5.514	100,0	7.002	100,0	6.092	100,0
SALIDA									
Ramal	Sentido	S.M.	%	P.	%	Prom.	%		
Coruña N desde la San Ignacio	S-N	1.507	29,1	1.716	26,8	1.612	27,8		
12 de Octubre desde la Francisco Salazar	N-S	840	16,2	1.674	26,1	1.257	21,7		
12 de Octubre desde la Abraham Lincoln	S-N	983	19,0	1.044	16,3	1.014	17,5		
Coruña E desde la Isabel La Católica	O-E	877	16,9	1.146	17,9	1.012	17,4		
Colón	E-O	980	18,9	828	12,9	904	15,6		
Total		5.187	100	6.408	100	5.798	100		

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

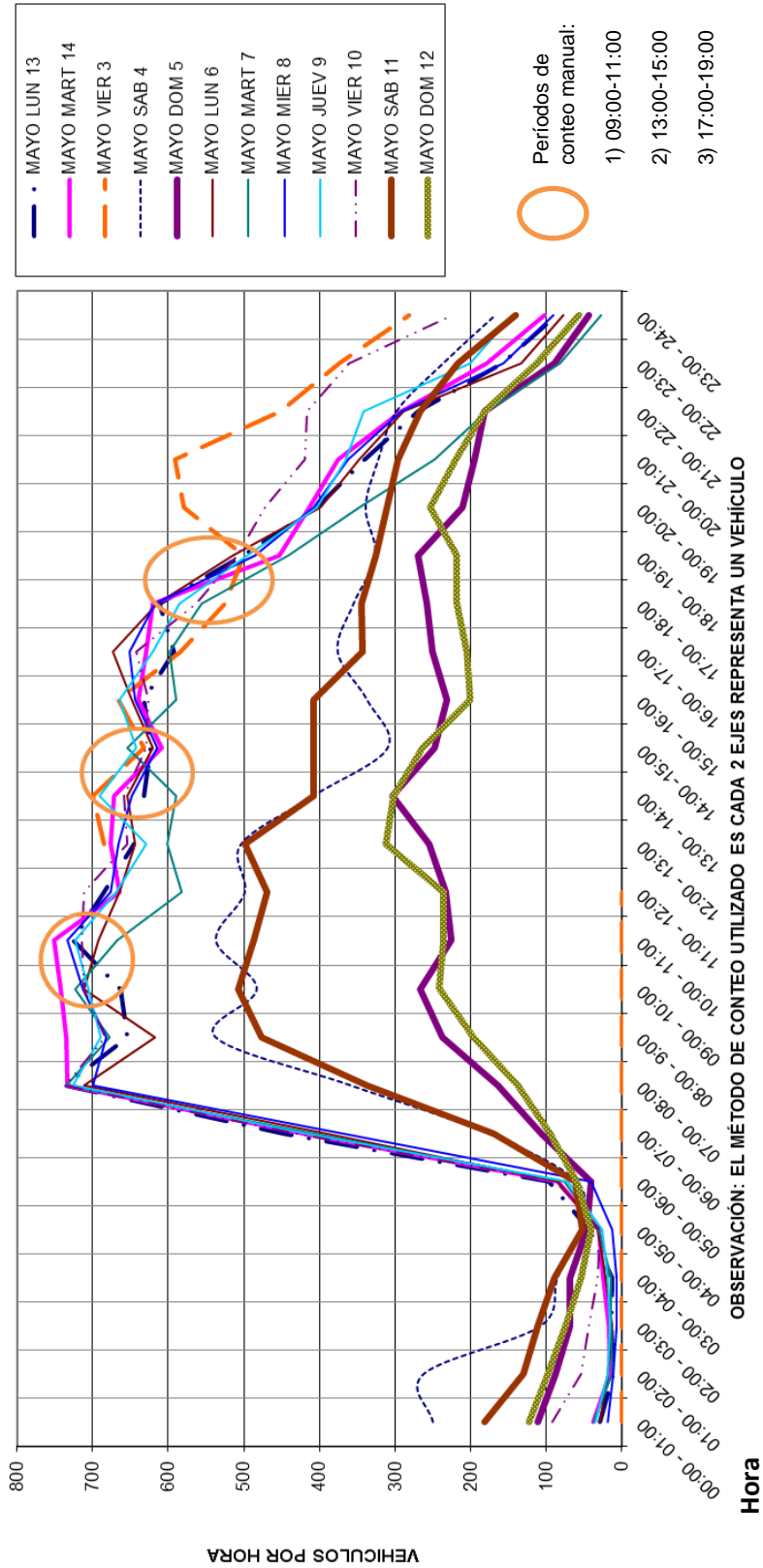
Anexo 9. Matriz intersecciones líneas de transporte público

Entrada \ Salida	Av. 12 de Octubre desde la A. Lincoln	Av. Coruña desde la I. La Católica	Av. 12 de Octubre desde la F. Salazar	Av. Colón	Av. Coruña desde la San Ignacio
Av. 12 de Octubre desde la A. Lincoln					
Av. Coruña desde la I. La Católica				Victoria, Bellavista.	
Av. 12 de Octubre desde la F. Salazar					Catar, MetroTrans, Quiteño Libre, Guadalajara, Colectrans, Reindo de
Av. Colón		Victoria, Bellavista	TransAlfa, Translatinos	Corredor Sur Occidental	
Av. Coruña desde la San Ignacio			Catar, MetroTrans, Quiteño Libre, Guadalajara, Colectrans, Reindo de Quito, Alborada.		

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor

Anexo 10. Comparación del volumen vehicular horario-diario para la Av. Colón.

GRÁFICO COMPARATIVO DEL VOLUMEN VEHICULAR HORARIO-DIARIO DEL CONTEO AUTOMÁTICO, UBICADO DE LA AV. COLÓN, PLAZA ARTIGAS, SECTOR: ENTR 12 OCTUBRE Y PLACIDO CAMAÑO, SENTIDO: E-O CON 2 CARRILES, DESDE: VIERNES 3 AL MIÉRC 15 DE MAYO DEL 2013



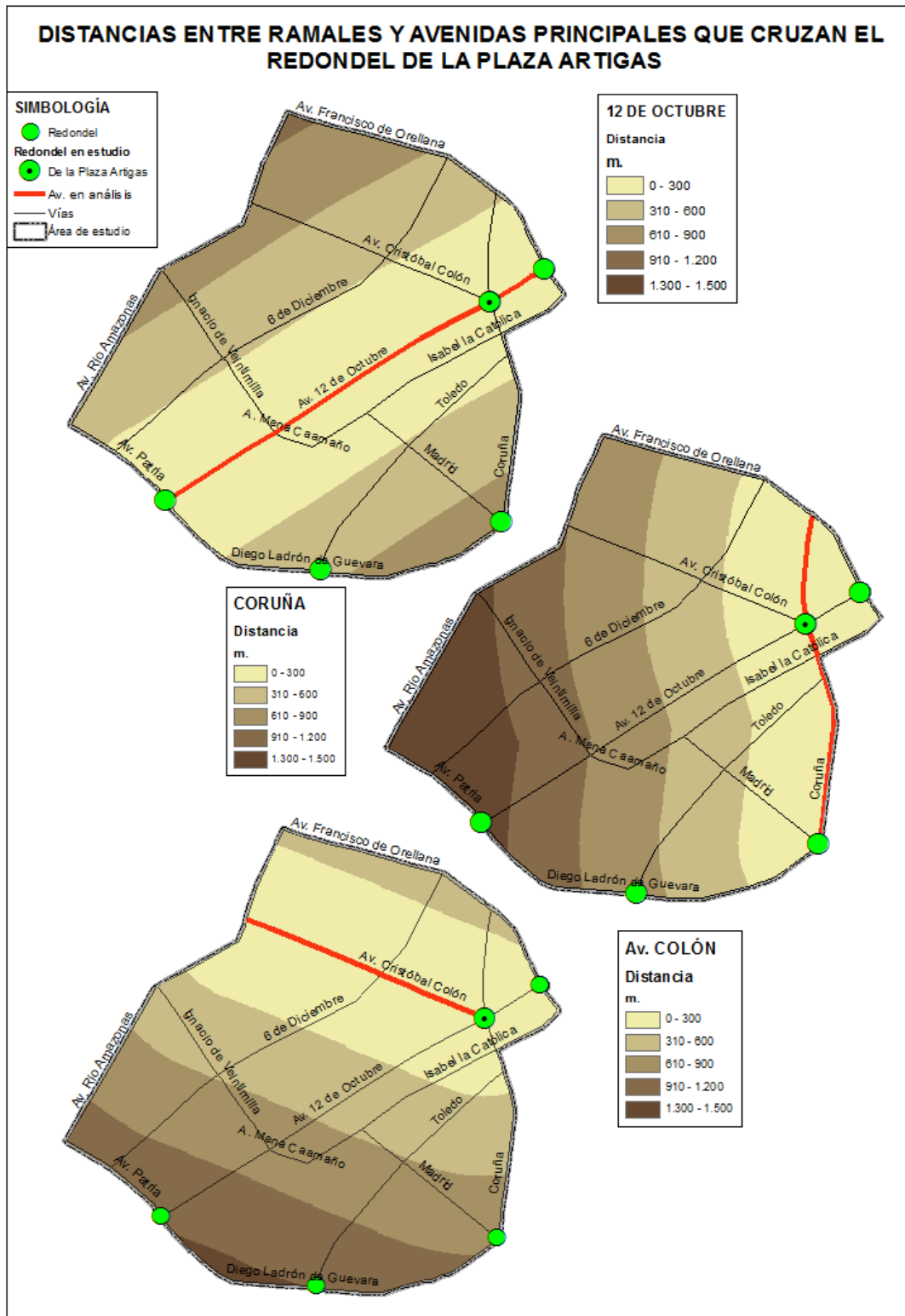
Fuente: Secretaría de Movilidad, 2013

Anexo 11. Esquema de calles que conectan con el redondel plaza Artigas.



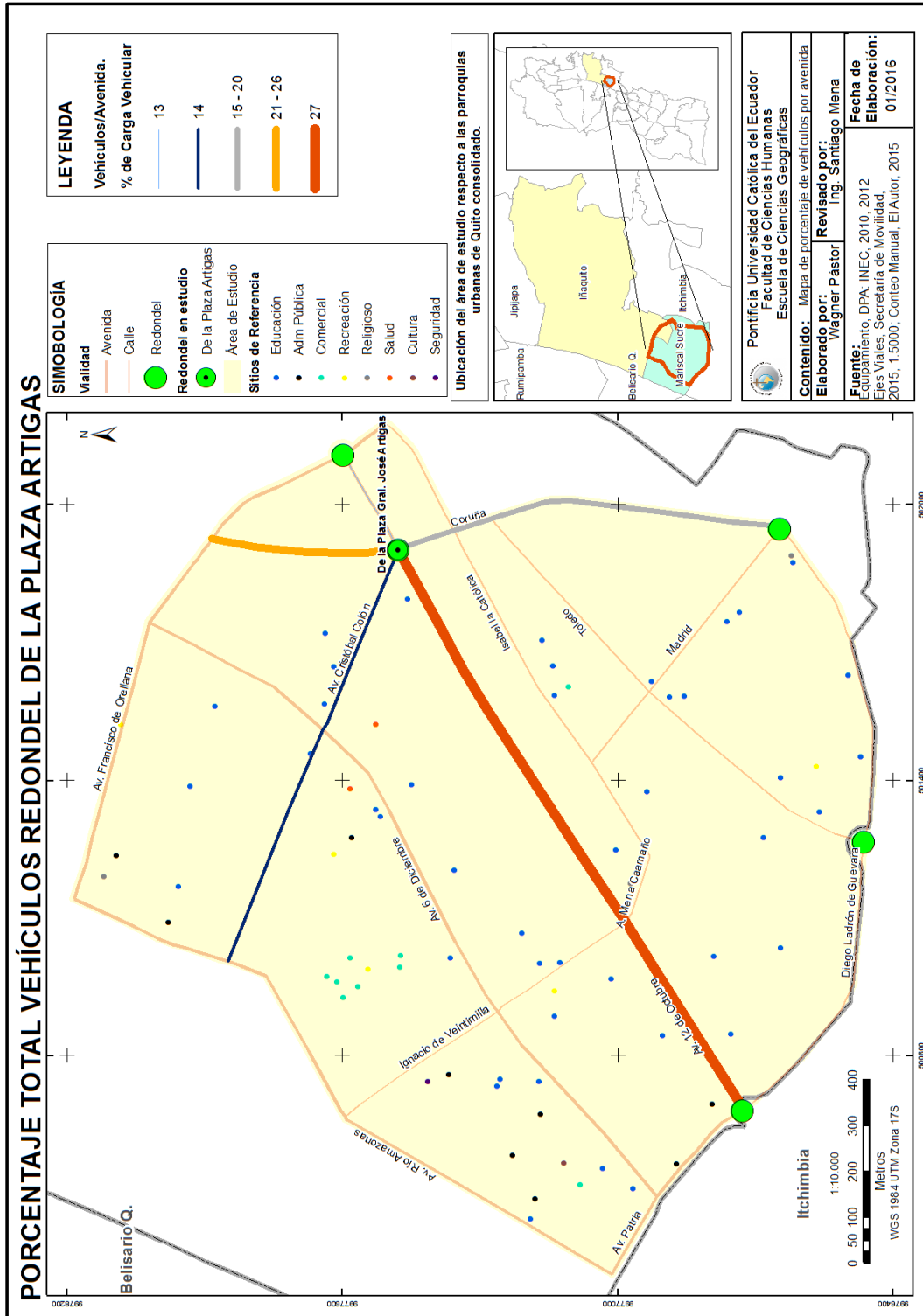
Fuente: DMQ, 2012

Anexo 12. Esquema distancia entre calles y avenidas principales que cruzan el redondel.



Elaboración: El autor

Anexo 13. Porcentaje de vehículos por avenida



Elaboración: El autor

Anexo 14. Coteo manual general

Ramal	Sentido	Fecha	Día	Límite de Hora Inferior	Límite de Hora Superior	Ligero	Liviano	Pesado	Total m (10min)	Hora (Tm*6)
12 Oct AL	S-N	23_09_2015	Miércoles	9:00	11:00	7	57	0	64	384
		03_09_2015	Jueves			7	64	0	71	426
Cor ILC	O-E	03_09_2015	Jueves			3	70	0	73	438
12 Oct AL	S-N	09_09_2015	Miércoles			5	80	2	87	522
Colón	O-E	03_09_2015	Jueves			9	77	5	91	546
12 Oct AL	S-N	24_09_2015	Jueves			8	83	2	93	558
	N-S	16_09_2015	Miércoles			3	89	2	94	564
Cor ILC	O-E	23_09_2015				7	87	7	101	606
Colón	O-E	09_09_2015				4	91	8	103	618
12 Oct AL	S-N	16_09_2015				Jueves	9	92	2	103
	N-S	24_09_2015	8				98	0	106	636
		23_09_2015	8				98	4	110	660
	N-S	03_09_2015	15				96	3	114	684
Colón	E-O	03_09_2015	Viernes			11	94	10	115	690
Cor ILC	O-E	18_09_2015				3	108	5	116	696
12 Oct AL	N-S	18_09_2015	Jueves			3	111	3	117	702
Colón	O-E	24_09_2015				4	104	10	118	708
	E-O	24_09_2015	4			105	10	119	714	
12 Oct AL	N-S	09_09_2015	Miércoles			2	116	2	120	720
Colón	O-E	18_09_2015	Viernes			6	102	12	120	720
	E-O	18_09_2015	Viernes			4	110	7	121	726
	O-E	16_09_2015	Miércoles			7	108	9	124	744
23_09_2015		5				108	12	125	750	
Cor ILC	09_09_2015	11				116	2	129	774	
Colón	E-O	09_09_2015				7	112	12	131	786
		16_09_2015	4			119	9	132	792	
		23_09_2015	5			123	10	138	828	
Cor ILC	O-E	16_09_2015	11			124	4	139	834	
12 Oct FS	S-N	09_09_2015	13			118	11	142	852	
Cor ILC	O-E	24_09_2015	12			135	9	156	936	
Cor SI	S-N	03_09_2015	Jueves			9	136	11	156	936
12 Oct FS		03_09_2015				8	152	8	168	1.008
		24_09_2015	9			150	14	173	1.038	
12 Oct AL		18_09_2015	Viernes			5	169	0	174	1.044
12 Oct FS	S-N	23_09_2015	Miércoles			6	156	15	177	1.062
		16_09_2015				3	163	12	178	1.068
Cor ILC	E-O	03_09_2015	Jueves			10	161	8	179	1.074
		24_09_2015				12	154	14	180	1.080

		16_09_2015	Miércoles				9	165	6	180	1.080
Cor SI	S-N	23_09_2015					11	168	5	184	1.104
Cor ILC	E-O	18_09_2015	Viernes				7	180	7	194	1.164
		09_09_2015					14	173	8	195	1.170
Cor ILC		23_09_2015	Miércoles				5	190	7	202	1.212
12 Oct FS	S-N	18_09_2015	Viernes				16	170	18	204	1.224
Cor SI	N-S	09_09_2015					14	192	16	222	1.332
		23_09_2015	Miércoles				10	204	11	225	1.350
		09_09_2015					9	206	18	233	1.398
12 Oct FS		03_09_2015	Jueves			5	220	14	239	1.434	
Cor SI	S-N	18_09_2015	Viernes				15	215	13	243	1.458
		24_09_2015	Jueves				13	220	12	245	1.470
		18_09_2015	Viernes				14	223	10	247	1.482
12 Oct FS	N-S	23_09_2015					2	232	16	250	1.500
		16_09_2015	Miércoles				19	216	16	251	1.506
Cor SI	N-S	18_09_2015	Viernes				12	232	16	260	1.560
		16_09_2015	Miércoles				18	237	7	262	1.572
12 Oct FS		24_09_2015	Jueves				27	216	21	264	1.584
Cor SI	N-S	09_09_2015	Miércoles				12	254	13	279	1.674
		03_09_2015					17	256	9	282	1.692
		24_09_2015	Jueves				16	248	19	283	1.698
	S-N	16_09_2015	Miércoles				15	256	15	286	1.716
12 Oct AL	N-S	22_09_2015					13	98	2	113	678
Colón	E-O	22_09_2015					8	105	13	126	756
12 Oct AL	S-N	22_09_2015					7	118	1	126	756
Cor ILC	O-E	22_09_2015					6	125	7	138	828
	E-O	22_09_2015					8	128	4	140	840
Colón	O-E	22_09_2015					6	124	16	146	876
12 Oct FS	S-N	22_09_2015					14	160	14	188	1.128
Cor SI	N-S	22_09_2015					7	168	14	189	1.134
	S-N	22_09_2015					13	190	10	213	1.278
12 Oct FS	N-S	22_09_2015					16	222	14	252	1.512
	S-N	20_09_2015	Domingo				7	83	12	102	612
	N-S	20_09_2015					1	120	11	132	792
	S-N	25_08_2015	Martes				8	170	10	188	1.128
	N-S	09_09_2015	Miércoles				14	190	13	217	1.302
12 Oct FS	N-S	09_09_2015					17	222	15	254	1.524
	N-S	25_08_2015	Martes				12	244	7	263	1.578
Colón	E-O	20_09_2015					4	37	6	47	282
12 Oct AL	S-N	20_09_2015	Domingo				2	58	0	60	360
Colón	O-E	20_09_2015					3	58	3	64	384

12 Oct AL	N-S	20_09_2015				3	88	0	91	546			
Cor ILC	O-E	20_09_2015				5	93	1	99	594			
12 Oct AL	S-N	25_08_2015	Martes			7	94	1	102	612			
Colón	E-O	25_08_2015					5	97	7	109	654		
	O-E	25_08_2015					6	103	7	116	696		
12 Oct AL	N-S	25_08_2015					10	104	3	117	702		
Cor SI	S-N	20_09_2015	Domingo			4	110	4	118	708			
12 Oct AL		09_09_2015	Miércoles				10	108	0	118	708		
Colón	E-O	09_09_2015					6	104	14	124	744		
Cor SI	N-S	20_09_2015	Domingo			2	118	6	126	756			
Cor ILC	E-O	20_09_2015					4	126	1	131	786		
Colón	O-E	09_09_2015	Miércoles			3	113	15	131	786			
Cor ILC		25_08_2015	Martes				11	124	0	135	810		
		09_09_2015	Miércoles				8	128	6	142	852		
		E-O	25_08_2015	Martes			7	130	15	152	912		
12 Oct AL	N-S	09_09_2015	Miércoles			8	163	2	173	1.038			
Cor SI	S-N	09_09_2015					14	159	11	184	1.104		
Cor ILC	E-O	09_09_2015					14	180	10	204	1.224		
Cor SI	S-N	25_08_2015	Martes				14	200	4	218	1.308		
		25_08_2015					13	216	14	243	1.458		
	N-S	09_09_2015	Miércoles				13	290	16	319	1.914		
Colón	E-O	18_08_2015	Martes	13:30	14:30	13	84	6	103	618			
12 Oct AL	S-N	18_08_2015							12	89	2	103	618
Colón	O-E	18_08_2015							7	105	7	119	714
Cor ILC		18_08_2015							7	134	1	142	852
12 Oct AL	N-S	18_08_2015							9	142	0	151	906
Cor ILC	E-O	18_08_2015							8	150	13	171	1.026
12 Oct FS	S-N	18_08_2015							17	181	10	208	1.248
Cor SI		18_08_2015								11	197	10	218
	N-S	18_08_2015								13	205	9	227
18_08_2015									16	244	7	267	1.602
12 Oct FS	S-N	21_08_2015	Viernes	16:00	18:00	11	144	19	174	1.044			
N-S	21_08_2015								11	213	19	243	1.458
	21_08_2015								5	97	4	106	636
12 Oct AL	S-N	21_08_2015							6	100	0	106	636
Colón	E-O	21_08_2015							3	99	12	114	684
	O-E	21_08_2015							9	103	11	123	738
Cor ILC	E-O	21_08_2015							14	115	21	150	900
	O-E	21_08_2015							7	131	15	153	918
Cor SI	S-N	21_08_2015							19	181	16	216	1.296
	N-S	21_08_2015							13	211	13	237	1.422

		11_09_2015			5	23	9	37	222
12 Oct AL	S-N	11_09_2015			2	66	1	69	414
Colón	E-O	21_09_2015	Lunes		1	65	5	71	426
		01_09_2015	Martes		7	57	9	73	438
		04_09_2015	Viernes		2	68	5	75	450
		11_09_2015			3	63	10	76	456
12 Oct AL	N-S	11_09_2015	Lunes		7	67	2	76	456
		21_09_2015			0	81	1	82	492
	S-N	21_09_2015			2	81	0	83	498
Colón	E-O	25_09_2015	Viernes		2	76	6	84	504
12 Oct AL	N-S	18_08_2015	Martes		4	79	1	84	504
	S-N	10_09_2015	Jueves		4	81	0	85	510
Colón	E-O	10_09_2015			6	71	9	86	516
		18_08_2015	Martes	6	73	7	86	516	
	O-E	27_08_2015	Jueves	7	74	10	91	546	
		21_09_2015	Lunes	5	85	6	96	576	
12 Oct AL	N-S	04_09_2015	Viernes		6	91	0	97	582
	S-N	25_09_2015			4	94	0	98	588
	N-S	25_09_2015			7	92	2	101	606
Colón	O-E	01_09_2015	Martes		4	85	14	103	618
		04_09_2015	Viernes		2	99	6	107	642
	E-O	27_08_2015	Jueves		7	90	11	108	648
Cor ILC	E-O	11_09_2015	Viernes		6	96	7	109	654
12 Oct AL	S-N	01_09_2015	Martes		2	105	3	110	660
Colón	O-E	18_08_2015			4	103	9	116	696
12 Oct AL	N-S	10_09_2015	Jueves		7	107	3	117	702
	S-N	27_08_2015			5	110	3	118	708
Cor ILC	O-E	18_08_2015	Martes		9	102	8	119	714
Colón		10_09_2015	Jueves		6	104	10	120	720
12 Oct AL	S-N	04_09_2015	Viernes		2	116	2	120	720
Cor ILC	E-O	10_09_2015	Jueves		10	109	2	121	726
12 Oct AL	N-S	27_08_2015			6	114	1	121	726
	S-N	18_08_2015	Martes	2	120	2	124	744	
	N-S	01_09_2015			7	116	2	125	750
Cor ILC	E-O	18_08_2015		9	110	8	127	762	
Colón	O-E	11_09_2015	Viernes		3	113	12	128	768
		25_09_2015			6	120	5	131	786
Cor SI	S-N	10_09_2015	Jueves		9	118	6	133	798
Cor ILC	E-O	04_09_2015	Viernes		5	128	4	137	822
Cor SI	S-N	21_09_2015	Lunes		7	122	8	137	822
Cor ILC	O-E	11_09_2015	Viernes		8	126	5	139	834

17:00

19:00

Cor SI	N-S	21_09_2015	Lunes	6	135	4	145	870
	S-N	25_09_2015	Viernes	11	136	9	156	936
Cor ILC	O-E	21_09_2015	Lunes	10	130	18	158	948
		27_08_2015	Jueves	14	144	5	163	978
Cor SI	E-O	25_09_2015	Viernes	0	158	7	165	990
	N-S	04_09_2015		4	148	13	165	990
	S-N	04_09_2015	11	150	6	167	1.002	
Cor ILC	O-E	18_08_2015	Martes	7	156	7	170	1.020
		27_08_2015	Jueves	11	160	3	174	1.044
		01_09_2015	Martes	8	165	5	178	1.068
Cor SI	S-N	25_09_2015	Viernes	13	162	4	179	1.074
		11_09_2015		8	160	11	179	1.074
Cor ILC	O-E	04_09_2015		7	171	8	186	1.116
Cor SI	S-N	01_09_2015	Martes	10	168	10	188	1.128
Cor ILC	O-E	10_09_2015	Jueves	11	176	4	191	1.146
Cor SI	N-S	18_08_2015	Martes	15	172	11	198	1.188
Cor ILC	E-O	21_09_2015	Lunes	8	179	12	199	1.194
12 Oct FS	S-N	01_09_2015	Martes	8	187	17	212	1.272
Cor SI	N-S	10_09_2015	Jueves	5	200	9	214	1.284
Cor ILC	E-O	01_09_2015	Martes	14	186	16	216	1.296
Cor SI	N-S	01_09_2015		20	189	17	226	1.356
		27_08_2015	17	198	18	233	1.398	
		27_08_2015	12	216	10	238	1.428	
12 Oct FS	N-S	01_09_2015	Martes	11	227	17	255	1.530
Cor SI		25_09_2015	Viernes	10	336	7	353	2.118
12 Oct FS	S-N	10_09_2015	Jueves	2	135	9	146	876
		11_09_2015	Viernes	1	146	9	156	936
	N-S	27_08_2015	Jueves	4	165	7	176	1.056
		18_08_2015	Martes	10	157	9	176	1.056
	S-N	21_09_2015	Lunes	6	174	10	190	1.140
		11_09_2015	Viernes	11	172	11	194	1.164
		10_09_2015	Jueves	14	183	9	206	1.236
	N-S	04_09_2015	Viernes	14	179	16	209	1.254
		25_09_2015		13	182	14	209	1.254
		04_09_2015	33	166	10	209	1.254	
		27_08_2015	Jueves	16	207	10	233	1.398
	N-S	21_09_2015	Lunes	11	234	11	256	1.536
		18_08_2015	Martes	14	246	6	266	1.596
		25_09_2015	Viernes	4	259	16	279	1.674
	TOTAL				1.701	28.116	1.644	31.461

Fuente: Trabajo de campo
Elaboración: El autor