PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA: ANÁLISIS ESPECÍFICO DE TRÁNSITO, CASO DE ESTUDIO SECTOR EL CICLISTA. DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

AUTORES:

GUALOTO QUISHPE YADIRA MICHELLE

VIVANCO MOSQUERA PABLO JOSE

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I 6
1. INTRODUCCIÓN 6
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 6
1.2. ANTECEDENTES 8
1.3. JUSTIFICACIÓN 9
1.4. HIPÓTESIS 10
1.5. OBJETIVOS 10
1.5.1. OBJETIVO GENERAL 10
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
1.6. ALCANCE 11
1.7. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO 11
1.7.1. USO DE SUELO ECO PARK - UDLA 11
CAPÍTULO II 12
2. MARCO TEÓRICO 12
2.1. MARCO CONCEPTUAL 12
2.2. SISTEMA VIAL URBANO 13
2.2.1. INTERSECCIÓN VIAL 15
2.2.2. CALLES URBANAS 15
2.2.2.1. ANÁLISIS DE LA AVENIDA SIMÓN BOLIVAR 15
2.2.2.2. ANÁLISIS DE LA VÍA A NAYÓN 17
2.2.2.3. ANÁLISIS DE LA AVENIDA DE LOS GRANADOS 19
2.2.2.4. ANÁLISIS DE LA AVENIDA DE LAS AZUCENAS 21
2.2.3. INFRAESTRUCTURA VIAL 22
2.2.3.1. REDONDEL 22
2.2.3.2. PASO A DESNIVEL 24
2.3. TRÁFICO VEHICULAR 25
2.3.1. CONTEO VEHICULAR 25
2.3.1.1. CONTEO MANUAL 25
2.3.2. VOLÚMENES DE TRÁNSITO 26
2.4. CONGESTIÓN VEHICULAR 26
2.4.1. CAUSAS 27
2.4.2. EFECTOS NEGATIVOS 29
CAPÍTULO III 30
3. ESTUDIO DE TRÁFICO 30
3.1. CONTEO DEL TRÁFICO ACTUAL 30

3.1.1. MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO 30
3.2. CONTEO DE TIEMPOS DE SEMÁFOROS 33
3.3. NIVEL DE SERVICIO CON SOFTWARE PTV VISSIM 35
3.3.1. SIMULACIÓN EN PTV VISSIM 35
3.3.2. RESULTADOS 37
CAPÍTULO IV 39
4. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 39
4.1. INTERVENCIÓN DE AGENTES DE TRÁNSITO 39
5. CONCLUSIONES 40
6. BIBLIOGRAFÍA 41
7. ANEXOS 44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 ÁREA DE ESTUDIO: SECTOR EL CICLISTA 14
ILUSTRACIÓN 2 UBICACIÓN DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR EN EL SECTOR DEL CICLISTA 15
ILUSTRACIÓN 3 VISTA DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR 16
ILUSTRACIÓN 4 NÚMERO DE CARRILES DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR 16
ILUSTRACIÓN 5 UBICACIÓN DE LA VÍA A NAYÓN EN EL SECTOR DEL CICLISTA 17
ILUSTRACIÓN 6 VISTA DE LA VÍA A NAYÓN 18
ILUSTRACIÓN 7 NÚMERO DE CARRILES DE LA VÍA A NAYÓN 18
ILUSTRACIÓN 8 UBICACIÓN DE LA AV. DE LOS GRANADOS EN EL SECTOR DEL CICLISTA 19
ILUSTRACIÓN 9 VISTA DE LA AV. DE LO GRANADOS 20
ILUSTRACIÓN 10 NÚMERO DE CARRILES DE LA AV. DE LOS GRANADOS 20
ILUSTRACIÓN 11 UBICACIÓN DE LA AV. DE LAS AZUCENAS EN EL SECTOR DEL CICLISTA 21
ILUSTRACIÓN 12 VISTA DE LA AV. DE LAS AZUCENAS 21
ILUSTRACIÓN 13 NÚMERO DE CARRILES DE LA AV. DE LAS AZUCENAS 22
ILUSTRACIÓN 14 GEOMETRÍA DEL REDONDEL DEL CICLISTA 23
ILUSTRACIÓN 15 CARACTERÍSTICAS DE UN REDONDEL MULTICARRIL 24
ILUSTRACIÓN 16 SALIDA DEL PASO A DESNIVEL INFERIOR EN LA AV. SIMÓN BOLÍVAR 25
ILUSTRACIÓN 17 CONGESTIÓN VEHICULAR EN AV. SIMÓN BOLÍVAR 27
ILUSTRACIÓN 18 UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS SEMÁFOROS EN EL REDONDEL DEL CICLISTA 34
ILUSTRACIÓN 19 MODELO DE LA ZONA DE ESTUDIO (VISTA 1) 35
ILUSTRACIÓN 20 MODELO DE LA ZONA DE ESTUDIO (VISTA 2) 35
ILUSTRACIÓN 21 MODELO DE LA ZONA DE ESTUDIO (VISTA 3) 36
ILUSTRACIÓN 22 MODELO DEL PASO DEPRIMIDO DE LA ZONA DE ESTUDIO 36
ILUSTRACIÓN 23 AGENTES DE TRÁNSITO DIRIGIENDO EL PASO EN EL REDONDEL DEL CICLISTA 39

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA A NAYÓN 30
TABLA 2 VOLUMEN DE TRÁNSITO HORARIO DE LA VÍA A NAYÓN 30
TABLA 3 RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR EN LA AV. DE LOS GRANADOS 31
TABLA 4 VOLUMEN DE TRÁNSITO HORARIO DE LA AV. DE LOS GRANADOS 31
TABLA 5 RESUMEN DEL CONTEO VEHICULAR DE LA AV. DE LO GRANADOS HACIA EL PASO A DESNIVEL 31
TABLA 6 VOLUMEN DE TRÁNSITO HORARIO DE LA AV. DE LOS GRANADOS HACIA EL PASO A DESNIVEL 31
TABLA 7 RESUMEN DEL CONTEO VEHICULAR EN LA AV. DE LAS AZUCENAS 32
TABLA 8 VOLUMEN DE TRÁNSITO HORARIO DE LA AV. DE LAS AZUCENAS 32
TABLA 9 RESUMEN DEL CONTEO VEHICULAR DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR 32
TABLA 10 VOLUMEN DE TRÁNSITO HORARIO DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR 32
TABLA 11 CICLOS DE SEMÁFOROS EN EL ÁREA DE ESTUDIO SECTOR DEL CICLISTA 33
TABLA 12 RESULTADOS PROMEDIO DE TODO EL CIRCUITO 37
TABLA 13 RESULTADOS PROMEDIO DE CADA VÍA 37
TABLA 14 CONTADORES DE COLA Y NÚMERO DE PARADAS 38
TABLA 15 TIEMPOS DE VIAJE Y DISTANCIAS DE VIAJE 38

Resumen

La congestión vehicular es un problema en la calidad de vida urbana y un limitante para el desarrollo de las ciudades. Este estudio técnico evalúa las condiciones actuales del tránsito en el sector del Ciclista en la ciudad de Quito, específicamente el redondel y sus cuatro avenidas mediante conteos del tránsito en campo, demanda, composición vehicular y caracterización de los semáforos haciendo énfasis en los problemas de congestión para realizar una micro simulación en el software PTV Vissim y obtener datos relevantes del tránsito como: tiempos de viaje, contadores de cola y velocidades promedio. En base a los resultados de la micro simulación se plantea una solución menor para aliviar la congestión en la zona de estudio.

Abstract

Vehicle congestion is a problem in the quality of urban life and a limitation for the development of cities. This technical study evaluates the current traffic conditions in “el Ciclista” sector in the city of Quito, specifically the roundabout and its four avenues through traffic counts, demand, vehicle composition and characterization of traffic lights, emphasizing congestion problems to perform a micro simulation in the PTV Vissim software and obtain relevant traffic data such as: travel times, queue counters and average speeds. Based on the results of the micro simulation, a minor solution is proposed to alleviate congestion in the study area.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Parroquia de Nayón, ubicada al este de la ciudad de Quito, ha presentado un incremento poblacional importante en los últimos años, contando con una Tasa de Crecimiento Anual de 5.31% entre 2001-2010 respecto a un total de 15.635 personas que habitan la misma (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Nayón, 2020), dato estadístico obtenido con base al censo realizado en 2010 por la entidad INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). En este punto, es necesario tomar en consideración la disposición de Pico y Placa que rige en Quito. El Pico y Placa es una medida adoptada desde el 03 de mayo del 2010 por parte del Distrito Metropolitano de Quito, para la cual se realizó el estudio de la distribución horaria promedio de flujo vehicular durante el día en la capital, obteniendo como resultado que las horas pico se dan alrededor de las 8:00 y 18:00 horas. Sin embargo, se concluyó que esta medida funcionó de manera eficiente solucionando los problemas de congestión vehicular solo los primeros tres años posteriores a su implementación, para luego de ello, pasar a ser obsoleta hasta el día de hoy. Adicionalmente, se indica que a pesar de estar en vigencia esta medida, las velocidades de circulación en calles y avenidas son relativamente bajas, disminuyendo también por la falta de conciencia de conductores que parquean los vehículos en la vía (Coyago, Ortega, Pinargote, 2017).

En la actualidad, se conoce que existen 4 vías de ingreso y salida a Nayón: Redondel UDLA – Nayón, Av. Simón Bolívar – Nayón, Cumbayá – Nayón, Nayón, Miravalle y Cumbayá. En donde en 3 de estas 4 vías se presenta un problema significativo de congestión

vehicular, debido al gran crecimiento del parque automotor en esta zona, situación que se ve afectada en mayor proporción en horas pico ya indicadas (GAD Nayón, 2020).

Por otro lado, es importante hacer mención sobre el Campus Eco Park perteneciente a la UDLA, ya que, a partir de la fecha de inauguración de su primera etapa en el año 2014, ha generado gran impacto e influencia en cuanto al flujo vehicular en este sector. La constructora Semaica fue la encargada de llevar a cabo este proyecto, misma que en su página web oficial pone en conocimiento todas las instalaciones con las que éste cuenta, además de información sobre la edificación como tal. Este proyecto posee cinco edificios de oficinas corporativas y un Campus universitario con edificio, conformado por cinco plantas, la planta baja y cinco plantas de subsuelo adicionales para un aforo de 565 parqueaderos. El edificio perteneciente al Campus está equipado con auditorios, biblioteca, teatro, gimnasio y el hospital simulado más grande del país, entre otras instalaciones, llegando a tener 114.246 m^2 de construcción en total. Se utilizaron 15.512 m^3 de hormigón en la estructura, paredes de mampostería y áreas comunales que se encuentran equipadas con sistemas de agua, de detección de incendios, aire acondicionado y ascensores. Una característica importante que destacar sobre esta etapa es que cuenta con 24.119,95 m^2 de protección ecológica, dando origen a su nombre (ASEUDLA, 2013) y (Skyscraper City, 2014).

Para el año 2020, Semaica finalizó la construcción de la segunda etapa de este Campus conformada por un edificio de seis pisos con características muy similares a las de su etapa previa, esta vez con un área de construcción de 38.000 m^2. Su diseño permite tener una capacidad para albergar a 5000 estudiantes, aproximadamente, y con ello se tendrá un total de 120.000 m para una población de 17000 estudiantes. Es de suma importancia mencionar que, en conjunto con la construcción de Ecopark y considerando la nueva afluencia de estudiantes, docentes y personal en general que se tendría, se tiene planificado realizar la ampliación de la

vía a Nayón de 2 a 4 carriles, un intercambiador en el redondel del ciclista y la ampliación de carriles de la Av. Simón Bolívar en el sector, sin embargo, es indispensable tomar en cuenta que para realizar la implementación y trazado de una vía se requieren estudios previos, como lo es el estudio de tráfico correspondiente, además de tomar en cuenta varios parámetros de diseño, como el tipo de vía, los vehículos que la frecuentan y la zona en la que se encuentra (Cevallos, 2019) y (Semaica, s.f.).

1.2. ANTECEDENTES

Como parte de un diagnóstico general actual hecho en la parroquia de Nayón, los análisis realizados permiten conocer que el flujo vehicular de Nayón se encuentra en gran porcentaje en la vía de acceso de la Av. Granados, vía que es utilizada por vehículos livianos y medianos en general que se dirigen a la ciudad de Quito y, principalmente, por los buses alimentadores de la Ecovía. Otra de las vías de acceso importante viene a ser la de Nayón – Inchapicho y Miravalle, ya que es la encargada de conectar a la parroquia con el sur, el centro de la capital, y con la ruta viva. Finalmente, pero no menos importantes, se encuentran los accesos de Av. Simón Bolívar y Av. Nayón–San Pedro –Cumbayá, vías que son utilizadas en su mayoría por vehículos livianos. Como dato adicional, se manifiesta que un problema de flujo vehicular importante dentro de la parroquia se presenta en la calle Quito, esto debido a que se presenta la mayor cantidad de negocios de plantas, de gastronomía y de venta ambulante (GAD Nayón, 2020).

Según lo indicado por el autor Antonio Valdés González Roldán, en su libro Ingeniería de tráfico (2008); citado por María Cristina Enríquez Viteri y Evelyn Lizeth López Cevallos en su tesis de pregrado “ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y CAPACIDAD VIAL PARA LOS ACCESOS VEHICULARES DE LA PUCE- SEDE NAYÓN” (2019), se manifiesta que: “Generalmente, la existencia de grandes volúmenes de vehículos genera incomodidades y

molestias a los conductores, provocando que la vía alcance su máxima capacidad. En otras palabras, la congestión sucede debido a que el sistema tiene una capacidad limitada. Para evitar inconvenientes es necesario conservar un nivel de servicio que permita tener un tránsito fluido y comodidad al maniobrar, evitando todo tipo de interferencias y paradas frecuentes."

1.3. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con INRIX (2022) y su estudio Global Traffic Scorecard, Quito fue la ciudad más congestionada del Ecuador y ocupa el tercer puesto a nivel de América del Sur de las ciudades donde más tiempo se pasa atascado en el tráfico vehicular. En base al mismo estudio en el año 2021 se ve un incremento de 10% para el año 2022 en cuanto al tiempo en que un ciudadano quiteño pasa en el tráfico. El problema de la congestión vehicular incluye efectos en la ciudad tales como accidentes de tránsito, desgaste de las obras viales, mayor contaminación ambiental y consumo de combustible. Según Guillermo Abad (2019), exsecretario de movilidad del Distrito Metropolitano de Quito, menciona que el excesivo tráfico vehicular afecta en la productividad de la ciudad, representado en la pérdida económica debido a las horas perdidas de trabajo.

La accesibilidad vial es un aspecto crucial para el desarrollo de las comunidades, ya que influye directamente en la calidad de vida de sus habitantes y en su capacidad para participar plenamente en la sociedad. La parroquia de Nayón y la vía que conecta al redondel de El Ciclista, puede presentar desafíos en términos de infraestructura vial que dificultan el acceso y la movilidad de sus residentes. En este sentido, se justifica la propuesta de investigación y soluciones viales para mejorar la accesibilidad de la parroquia de Nayón.

La importancia de este trabajo de integración curricular radica en la necesidad de realizar un diagnóstico vial donde se pueda evidenciar la accesibilidad que dispone la parroquia

de Nayón. A partir de ello, se busca identificar un contexto general donde se vea reflejada la problemática del sector y los tramos de vía que más afectan a la circulación y transporte, de modo que se puedan proponer soluciones que mitiguen la problemática y contribuyan a mejorar la movilidad y accesibilidad de la zona, facilitando una convivencia armoniosa entre los pobladores de la parroquia y los estudiantes de la UDLA. (El Universo, 2023)

1.4. HIPÓTESIS

Si se mejoran las condiciones de accesibilidad, se logrará una mejor movilidad desde y hacia el sector de Nayón.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Proponer un análisis de la situación vial y medidas para mejorar la accesibilidad de la parroquia de Nayón.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los volúmenes de tránsito horarios en las horas más críticas del día.
- Identificar los puntos con congestión vehicular en la infraestructura vial del sector del Ciclista en Quito, mediante una simulación en el software PTV Vissim.
- Proponer una alternativa, sin entrar en el diseño, para mejorar el tránsito en el caso de estudio.

1.6. ALCANCE

El presente trabajo de integración curricular culminará con la simulación del tránsito en el área de estudio con el programa PTV Vissim y la propuesta de soluciones para mejorar las condiciones del flujo vehicular.

1.7. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.7.1. USO DE SUELO ECO PARK - UDLA

El Consejo Metropolitano de Quito en la ordenanza No. 0318 aprobó el proyecto urbanístico arquitectónico denominado Eco Park UDLA se edificó en el predio No. 1288029, clave catastral No. 11510-03-001, de propiedad de las sociedades: Banco Promérica S.A, Referencecorp S.A, y Compañía Servicios Profesionales Ad Portas Sociedad Anónima, en un área total de 123.796,51 m2. El proyecto contempla los siguientes usos de suelo: oficinas, comercio, equipamiento educativo, espacio público y áreas verdes. Sin perjuicio de los usos de suelo no permitidos en el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS), se prohíbe la implantación de actividades que generen contaminación por gases, ruidos, líquidos, partículas y semejantes (Ordenanza N° 0318 EKO PARK-UDLA, 2012)

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

Infraestructura Vial: Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones que componen la vía pública, necesarios para el tránsito de personas y objetos en forma segura y confortable desde un punto a otro (Agencia Nacional de Seguridad Vial de Argentina, s.f.).

Vía pública: Espacio de cualquier naturaleza abierto al tránsito e incorporado al dominio público (autopista, avenida, calle, callejón, pasaje, senda o paso, parque, plaza, plazoleta, paseo público). Es el escenario donde se desarrolla el tránsito, y como tal, debe garantizar una serie de condiciones que le permitan a las personas conductoras o peatones circular con seguridad. Cabe resaltar que las vías o los escenarios presentan diferencias entre sí según el ámbito (urbano, suburbano, rural) que se trate, pero también, una vía o escenario puede presentar diferentes situaciones hacia el interior (por ejemplo, curvas, rectas, intersecciones en una ruta) (Agencia Nacional de Seguridad Vial de Argentina, s.f.).

Accesibilidad vial: Facilidad para alcanzar cualquier zona de actividad usando un sistema de transporte determinado (Dalvi y Martin, 1976).

Movilidad: Movilidad significa desplazamiento, siempre refiriéndose básicamente al movimiento o desplazamiento de una persona y/o vehículo por una vía (Unidad de Prevención de Riesgos Laborales - Universidad de Zaragoza, 2021).

Congestión vehicular: Es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás (Thompson & Bull, 2001).

Conectividad: Hace referencia a la capacidad para mantener conectados dos puntos localizados en diferentes posiciones. Este concepto varía con el de accesibilidad pues este último relaciona más la calidad de los servicios e infraestructura prestados a las personas. (Santos y De las Rivas, 2008, p. 5)

2.2. SISTEMA VIAL URBANO

A lo largo de los últimos años el Sistema Vial Urbano del Distrito Metropolitano de Quito ha tenido cambios significativos. Si bien ciertos aspectos han mostrado una mejoría, en cuestión de movilidad urbana se denota un deterioro significativo, ya que el Sistema Vial Urbano existente se enfrenta a una carga vehicular cada vez mayor con el pasar del tiempo, y esto hace que la infraestructura sea ineficiente e insuficiente para controlar el flujo vehicular actual y claramente al flujo vehicular futuro. Al ser una ciudad que crece exponencialmente, el problema de tráfico en sectores estratégicos como es el caso de estudio del Sector del Ciclista ha arraigado inconvenientes a los habitantes del sector y a los transeúntes, por lo cual es necesario una revisión al Sistema Vial Urbano del sector del Ciclista.

El Sistema Vial Urbano del Distrito Metropolitano de Quito se rige en base a la Ordenanza Metropolitana ORDM-0172 en donde como nos indican el artículo 73:

> Toda habilitación del suelo debe contemplar un sistema vial de uso público integrado al trazado de las vías existentes al interior del terreno o su entorno, y al previsto en la planificación vial metropolitana. Su construcción será realizada por el promotor, sujetándose a las afectaciones previstas en el PUOS y demás

> instrumentos de planificación; a las especificaciones mínimas de vías establecidas en las Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo; y, de conformidad a la política de movilidad sustentable. (Ordenanza Metropolitana N° 0172, 2011).

De acuerdo con lo dispuesto en la Ordenanza Metropolitana 0172, el sistema vial urbano comprendido en el Sector del Ciclista incluye una red de vías, arterias, calles e infraestructura ya existente en esta zona. Por tanto, resulta de suma importancia proceder a una delimitación precisa del área de estudio, esto contribuirá significativamente a una planificación y gestión más efectiva para la obtención de información, además con el propósito de llevar a cabo una identificación detallada de estos elementos que se presentarán en los siguientes apartados.

Ilustración 1 Área de estudio: Sector el Ciclista



Fuente: Google Earth Pro

2.2.1. INTERSECCIÓN VIAL

El Sector del Ciclista en especial el redondel del Ciclista es un punto de convergencia entre diversas arterias viales importantes como lo son: Avenida Simón Bolívar, Avenida de los Granados, Vía a Nayón y Avenida de las Azucenas, en donde algunas de ellas, como la Avenida Simón Bolívar y Vía a Nayón, proporcionan acceso al Distrito Metropolitano de Quito desde los alrededores de la ciudad.

2.2.2. CALLES URBANAS

Para el caso de estudio solo tomaremos en cuenta las avenidas principales antes mencionadas ya que estas son las que cuentan con mayor congestión vehicular en horas de gran flujo vehicular tanto en la mañana y como en la tarde.

Es importante describir estos accesos viales para mejor comprensión sobre el estado actual del Sistema Vial Urbano.

2.2.2.1. ANÁLISIS DE LA AVENIDA SIMÓN BOLIVAR

Ilustración 2 Ubicación de la Av. Simón Bolívar en el sector del Ciclista



Fuente: Google Earth Pro

La Avenida Simón Bolívar representa uno de los ejes principales para la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito. Es especialmente relevante en el contexto del Sector del Ciclista, siendo una de las vías más propensas a la congestión durante las horas de mayor tránsito, ya que atrae mayor flujo vehicular no solo de los alrededores de Quito, sino también del norte y sur de la ciudad. Dado su carácter de vía rápida, brinda a los usuarios la posibilidad de reducir considerablemente sus tiempos de desplazamiento en comparación con rutas que atraviesan el centro de la ciudad, donde el tráfico suele ser mucho más lento.

Ilustración 3 Vista de la Av. Simón Bolívar



Fuente: Google Earth Pro

Ilustración 4 Número de carriles de la Av. Simón Bolívar



Fuente: Elaboración Propia

La Avenida Simón Bolívar en el sector del Ciclista cuenta con un total de 8 carriles, distribuidos de la siguiente manera: 5 carriles operan en sentido este - oeste, mientras que 3 lo hacen en sentido oeste – este, de los cuales 2 provienen del paso deprimido desde la Avenida de los Granados. Además, cuenta con semaforización ubicado en el redondel del Ciclista.

2.2.2.2. ANÁLISIS DE LA VÍA A NAYÓN

Ilustración 5 Ubicación de la vía a Nayón en el sector del Ciclista



Fuente: Google Earth Pro

La vía a Nayón tiene una gran importancia tanto para los habitantes de Nayón, al servir como un acceso directo que conecta la parroquia de Nayón con el Distrito Metropolitano de Quito, como para los residentes de Loma de Monteserrín ya que “el primer redondel de esta vía les permite llegar fácilmente a sus hogares” (Qué Noticias, 2022). Además, esta carretera facilita el acceso a Ecopark, así como a Udlapark para los estudiantes. Sin embargo, esta vía padece de problemas de congestión vehicular que prolongan los tiempos de desplazamiento para quienes la utilizan, lo cual afecta aún más a los habitantes de Nayón, quienes a menudo deben esperar horas para llegar a sus destinos.

Ilustración 6 Vista de la vía a Nayón



Fuente: Google Earth Pro

Ilustración 7 Número de carriles de la vía a Nayón



Fuente: Elaboración Propia

La Vía a Nayón está configurada con 4 carriles, en donde: 2 carriles operan en sentido este-oeste y los otros 2 en sentido oeste-este y uno de estos últimos carriles conecta

directamente desde el paso deprimido que proviene de la Avenida de los Granados. Es importante indicar que la vía cuenta con dos redondeles y un sistema de semaforización para regular el flujo vehicular.

2.2.2.3. ANÁLISIS DE LA AVENIDA DE LOS GRANADOS

Ilustración 8 Ubicación de la Av. de los Granados en el sector del Ciclista



Fuente: Google Earth Pro

La Avenida de los Granados es una vía que atraviesa el Sector del Batán y el Sector del Ciclista, conecta a los transeúntes con vías principales que recorren todo Quito como la avenida Eloy Alfaro y la avenida 6 de diciembre. Por lo cual la avenida de los Granados también cuenta con una gran congestión vehicular en horas de alto flujo vehicular.

Ilustración 9 Vista de la Av. de lo Granados



Fuente: Google Earth Pro

Ilustración 10 Número de carriles de la Av. de los Granados



Fuente: Elaboración Propia

La Avenida de los Granados se compone de un total de 6 carriles, distribuidos en 3 carriles en sentido oeste-este, donde 2 de ellos se dirigen hacia el paso deprimido para converger con la Avenida Simón Bolívar y la Vía a Nayón, y 3 carriles en sentido este-oeste. Asimismo, la avenida cuenta con semaforización solo en el sentido este-oeste.

2.2.2.4. ANÁLISIS DE LA AVENIDA DE LAS AZUCENAS

Ilustración 11 Ubicación de la Av. de las Azucenas en el sector del Ciclista



Fuente: Google Earth Pro

La Avenida de las Azucenas conecta al sector del Ciclista con el norte de la ciudad ya que parte desde la avenida Eloy Alfaro que atraviesa la zona norte del Distrito Metropolitano de Quito. Tiene gran tráfico vehicular durante las horas pico que dificulta la movilidad vehicular de los usuarios.

Ilustración 12 Vista de la Av. de las Azucenas



Fuente: Google Earth Pro

Ilustración 13 Número de carriles de la Av. de las Azucenas



Fuente: Elaboración Propia

La Avenida de las Azucenas está conformada por 5 carriles, 2 carriles en el sentido sur-norte y 3 carriles en sentido norte-sur y también cuenta con semaforización al conectarse con el redondel del Ciclista.

2.2.3. INFRAESTRUCTURA VIAL

2.2.3.1. REDONDEL

Un componente importante de la infraestructura vial en el sector del Ciclista es el redondel, definido por la NCHPR:

> Una rotonda es una forma de intersección circular por la que circula el tráfico en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor de una isla central y en la que el tráfico entrante debe ceder el paso a la circulación tráfico. (NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, 2010)

En el caso del redondel del Ciclista, se debe señalar que su configuración y forma difiere ligeramente de la descripción anteriormente mencionada, ya que presenta una forma más ovalada que circular tal como se presenta en la siguiente ilustración.

Ilustración 14 Geometría del redondel del Ciclista

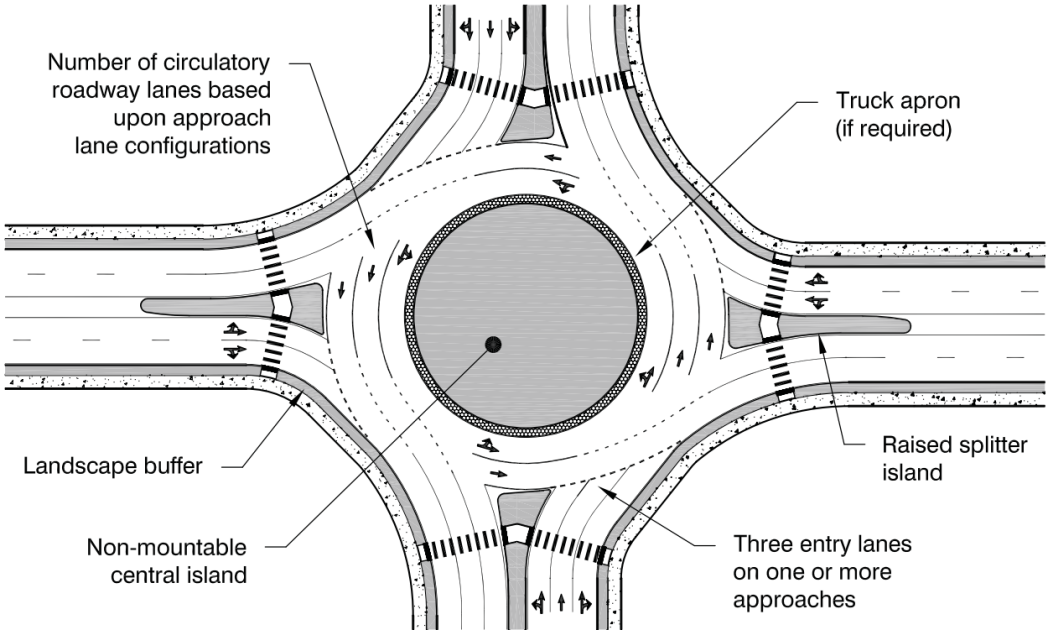


Fuente: Google Earth Pro

Como se observa en la (Ilustración 14) se puede determinar que el redondel del Ciclista es un tipo de redondel multicarril que como lo dice la NCHRP:

> Los redondeles multicarriles tienen al menos una entrada con dos o más carriles. En algunos casos, el redondel puede tener un número diferente de carriles en uno o más accesos. También incluyen redondeles con entradas en uno o más accesos que se extienden de uno a dos o más carriles. Estos requieren vías de circulación más amplias para dar cabida a más de un vehículo que viaja uno al lado del otro. (NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, 2010)

Ilustración 15 Características de un redondel multicarril



Fuente: (NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, 2010)

El redondel del Ciclista cuenta con una configuración de carriles particular ya que está dividido en una zona con dos carriles que parte desde la avenida de los Granados hasta el ingreso de la avenida Simón Bolívar y la zona restante con 3 carriles.

2.2.3.2. PASO A DESNIVEL

En la infraestructura vial del sector del Ciclista es importante mencionar el paso a desnivel el cual como lo dice (ALMANZA & MORA, 2015) “es el conjunto donde se presenta el cruce de dos o más vías terrestres en diferentes niveles, en las que se puede transitar simultáneamente sin que se mezclen las corrientes de tránsito”.

En el caso del sector del Ciclista se tiene un paso a desnivel inferior “en el que la vialidad pasa por debajo de otra vía de comunicación terrestre” (ALMANZA & MORA, 2015), que va desde la avenida de los Granados y se divide en dos salidas, una salida hacia la vía a Nayón y la otra salida hacia la avenida Simón Bolívar.

Ilustración 16 Salida del paso a desnivel inferior en la Av. Simón Bolívar



Fuente: Elaboración Propia

Como un dato extra, en el paso a desnivel del sector del Ciclista se pudo observar que existe una falta de iluminación que dificulta la visibilidad de los conductores al momento de ingresar al paso a desnivel, provocando así la disminución de velocidad y haciendo así al flujo vehicular más lento.

2.3. TRÁFICO VEHICULAR

2.3.1. CONTEO VEHICULAR

El conteo vehicular se lo realiza con la finalidad de obtener datos e información ligada al tránsito vehicular en una zona en concreto. Existen muchas metodologías para el conteo vehicular, pero la mayoría se enfoca en los tiempos en donde existe mayor flujo vehicular ya que estos son datos más representativos.

2.3.1.1. CONTEO MANUAL

El conteo manual es un trabajo que se realiza en campo, en donde se hace el conteo del paso de todos los vehículos que transiten por un punto determinado previamente, para el conteo vehicular, el cual se realizará en un intervalo de tiempo de 15 minutos,

2.3.2. VOLÚMENES DE TRÁNSITO

Se refiere a la cantidad de vehículos que circulan por un punto de observación o sección de carril de una vía en un determinado tiempo, se puede determinar una tasa de flujo expresada en vehículos/minuto o vehículos/segundo. En la práctica, los volúmenes se consideran valores dinámicos, su desviación puede representar problemas de congestión por lo que es necesario hacer las mediciones de manera apropiada. Existen varias mediciones del tránsito expresadas en distintos lapsos de tiempo para diseños y estudios viales, por ejemplo, tránsito anual, mensual, semanal, diario y horario. (Navarro S, s.f).

El volumen de hora pico (VHP) o volumen horario de máxima demanda (VHMD) es el máximo número de vehículos que pasan por un punto de la carretera durante los 60 minutos consecutivos de la hora con mayor demanda en el día, es decir, es el momento del día en el que hay la mayor congestión vehicular. Se puede determinar el volumen representativo en una hora pico contando los vehículos en intervalos de 15 minutos en la vía de estudio.

2.4. CONGESTIÓN VEHICULAR

La congestión vehicular es un problema presente tanto en países en desarrollo como en los países industrializados, en los últimos años se ha visto un incremento de la demanda de transporte y uso de la red vial que debe competir con la constante oferta de transporte, el problema es más evidente en las grandes ciudades donde los afectados son principalmente automovilistas y usuarios del transporte público.

Los efectos negativos se reflejan en la sociedad y la calidad de vida urbana, por ejemplo, aumento de los tiempos de viaje, mayor cantidad de accidentes de tránsito, disminución de la productividad y la contaminación ambiental, siendo la última un tema más complejo que involucra la polución por gases de efecto invernadero, problemas de salud pública y aumento de la quema de combustibles por la operación de los vehículos. Se puede decir que la

congestión es aceptable en ciertos niveles tolerables, pero en los países en vías de desarrollo el fenómeno de la congestión tiende a salirse de las manos y no se puede aplicar medidas de mayor escala debido a su alto costo.

El objetivo es contar con una planificación urbana competente que pueda contribuir con el desarrollo, trabajo y movilidad en las urbes, donde la infraestructura para la circulación del tráfico esté en sintonía con los espacios públicos peatonales y con las áreas verdes. Ciertamente la excesiva congestión vehicular es un factor que limita el desarrollo principalmente en las ciudades, por lo que es necesario seguir aprendiendo de las situaciones actuales y tomar medidas sostenibles para aplicarlas en el corto y mediano plazo (Bull, 2003)

Ilustración 17 Congestión vehicular en Av. Simón Bolívar



Fuente: ElComercio.com (2022).

2.4.1. CAUSAS

Principalmente la demanda de transporte se da por la necesidad de acceder a los sitios en que se llevan a cabo actividades como el trabajo, estudio, recreación, comercio, descanso, entre otros, todas en diferentes lugares.

Desde una perspectiva general, el problema de la congestión no es percibido plenamente por los usuarios que contribuyen a generarla, es decir, un usuario de automóvil no es del todo consciente de su contribución al problema de la congestión. Como los usuarios no experimentan los mayores costos de tiempo de espera y operación que causan a los demás, sus decisiones sobre la ruta, modo de viaje y duraciones son tomadas desde la perspectiva individual, no sobre la base de los costos sociales.

Algunos vehículos generan más congestión que otros, el automóvil es uno de ellos, la gente prefiere transportarse en su vehículo particular debido a sus beneficios como: comodidad, autonomía, seguridad y confiabilidad. El resultado evidente es una sobreexplotación de la vialidad existente en zonas de mayor concentración poblacional y a determinadas horas del día. Lo cierto es que el automóvil hace mayor uso del espacio vial por unidad de pasajero, si lo comparamos con los buses de transporte público, estos llevan a muchos más pasajeros que los automóviles por lo que la congestión atribuible de los usuarios de automóviles es en promedio mayor que la de los usuarios de los buses. Ciertamente la congestión vehicular reduciría con una mayor participación de los buses en el transporte de un área definida, ya que generan, en promedio, menos congestión que los autos (Bull, 2003).

El inadecuado diseño y mantenimiento de las vías es otro factor que agrava la congestión, si la infraestructura vial ya fue ejecutada con un diseño deficiente y el mantenimiento del pavimento no es el adecuado es muy probable que a futuro la congestión vial empeore, por ejemplo, cambios inesperados en el número de carriles, paradas de buses en reducciones del ancho de la calzada y presencia de baches son factores que restringen la capacidad de la vía y aumentan la congestión.

Desde el panorama social, en muchos países existen malas conductas que empeoran el problema en la vialidad, conductores que muestran poco respeto hacia los demás usuarios de

la vía y actúan de manera egoísta como ponerse en medio de intersecciones, taxis que circulan a baja velocidad buscando pasajeros, buses que no se detienen en los espacios designados de parada, vehículos que parquean a un lado de la calzada, entre otros.

En el marco institucional, la problemática de la congestión y el excesivo tráfico a horas pico es algo que supera la capacidad de control de las autoridades, las competencias de planificación urbana y administración del transporte público corresponden a varias instituciones, con ciertas limitaciones de poder, que toman sus decisiones sin contemplar las consecuencias sobre los intereses de las demás instituciones, no hay una planificación integral. (Bull, 2003).

2.4.2. EFECTOS NEGATIVOS

Se puede decir que los efectos de la congestión afectan a todos los habitantes de las urbes que hacen uso de la infraestructura vial, principalmente los usuarios de transporte público que demoran mucho más en transportarse, los cuales perciben una pérdida de productividad, menor tiempo personal y están más expuestos a sufrir otros efectos en la salud física y mental como problemas respiratorios producto de las emisiones contaminantes y problemas de estrés. La disponibilidad de unidades de transporte público debería cubrir la creciente demanda, pero se puede dar el caso en que sea necesario adquirir más unidades para ofrecer la misma capacidad de transporte, eso requeriría subir las tarifas del transporte público lo cual no es del agrado de la gente. (Bull, 2003)

El tráfico intenso puede producir un desgaste acelerado de la infraestructura vial, es decir el deterioro del pavimento, lo que deriva en gastos adicionales de mantenimiento. La congestión también aumenta el riesgo de que ocurran accidentes de tránsito debido a la proximidad de los vehículos y maniobras bruscas.

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO DE TRÁFICO

3.1. CONTEO DEL TRÁFICO ACTUAL

Para el conteo vehicular nos ubicamos en 4 puntos del área de estudio con buena visibilidad de las 4 vías que conectan al redondel del Ciclista, la referencia de las horas pico para hacer los conteos fue en base a opiniones de los moradores del sector y estudiantes de la UDLA.

3.1.1. MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO

Los conteos se hicieron en intervalos de 15 minutos consecutivos iniciando a las 7h00 am y otro a las 17h00 pm durante 2 días dando un total de 4 muestras, el conteo se hizo diferenciando los dos sentidos de flujo. A continuación, se muestran los conteos en cada vía y los volúmenes totales de tránsito horario:

Tabla 1 Resumen de conteo vehicular en la vía a Nayón

MUESTRAS	TIPOS DE VEHICULOS							
	LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
1	426	451	12	33	20	16	5	7
2	459	470	30	28	26	12	8	7
3	382	438	19	25	20	26	8	5
4	471	501	25	25	19	11	6	5
TOTAL	1738	1860	86	111	85	65	27	24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2 Volumen de tránsito horario de la vía a Nayón

VOLUMEN DE TRANSITO HORARIO	
E-O	O-E
1936	2060

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3 Resumen de conteo vehicular en la Av. de los Granados

MUESTRAS	TIPOS DE VEHICULOS							
	LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS	
	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O
1	85	540	19	46	9	18	3	16
2	127	524	15	31	10	22	3	12
3	102	534	30	37	12	18	2	10
4	130	545	19	36	11	16	3	7
TOTAL	444	2143	83	150	42	74	11	45

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4 Volumen de tránsito horario de la Av. de los Granados

VOLUMEN DE TRANSITO HORARIO	
E-O	O-E
580	2412

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5 Resumen del conteo vehicular de la Av. de lo Granados hacia el paso a desnivel

MUESTRAS	TIPOS DE VEHICULOS							
	LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS	
	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O
1	320	540	17	46	2	18	6	16
2	362	524	28	31	4	22	2	12
3	279	534	21	37	4	18	1	10
4	341	545	27	36	4	16	2	7
TOTAL	1302	2143	93	150	14	74	11	45

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6 Volumen de tránsito horario de la Av. de los Granados hacia el paso a desnivel

VOLUMEN DE TRANSITO HORARIO	
E-O	O-E
1420	2412

Fuente: Elaboración Propia

Nota: La tabla 3 y la tabla 5 corresponden a la misma vía, en donde la tabla 3 corresponde al conteo en el carril que se mantiene a nivel y que se dirige hacia el redondel, mientras la tabla 4 corresponde al conteo de los carriles que ingresan al paso a desnivel.

Tabla 7 Resumen del conteo vehicular en la Av. de las Azucenas

MUESTRAS	TIPOS DE VEHICULOS							
	LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
1	247	262	13	13	5	1	2	2
2	306	162	18	21	5	4	3	3
3	230	270	9	20	5	3	1	2
4	309	178	21	11	6	5	4	3
TOTAL	1092	872	61	65	21	13	10	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8 Volumen de tránsito horario de la Av. de las Azucenas

VOLUMEN DE TRANSITO HORARIO	
N-S	S-N
1184	960

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9 Resumen del conteo vehicular de la Av. Simón Bolívar

MUESTRAS	TIPOS DE VEHICULOS							
	LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS	
	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E
1	426	451	12	33	20	16	5	7
2	459	470	30	28	26	12	8	7
3	382	438	19	25	20	26	8	5
4	471	501	25	25	19	11	6	5
TOTAL	1738	1860	86	111	85	65	27	24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10 Volumen de tránsito horario de la Av. Simón Bolívar

VOLUMEN DE TRANSITO HORARIO	
E-O	O-E
1936	2060

Fuente: Elaboración Propia

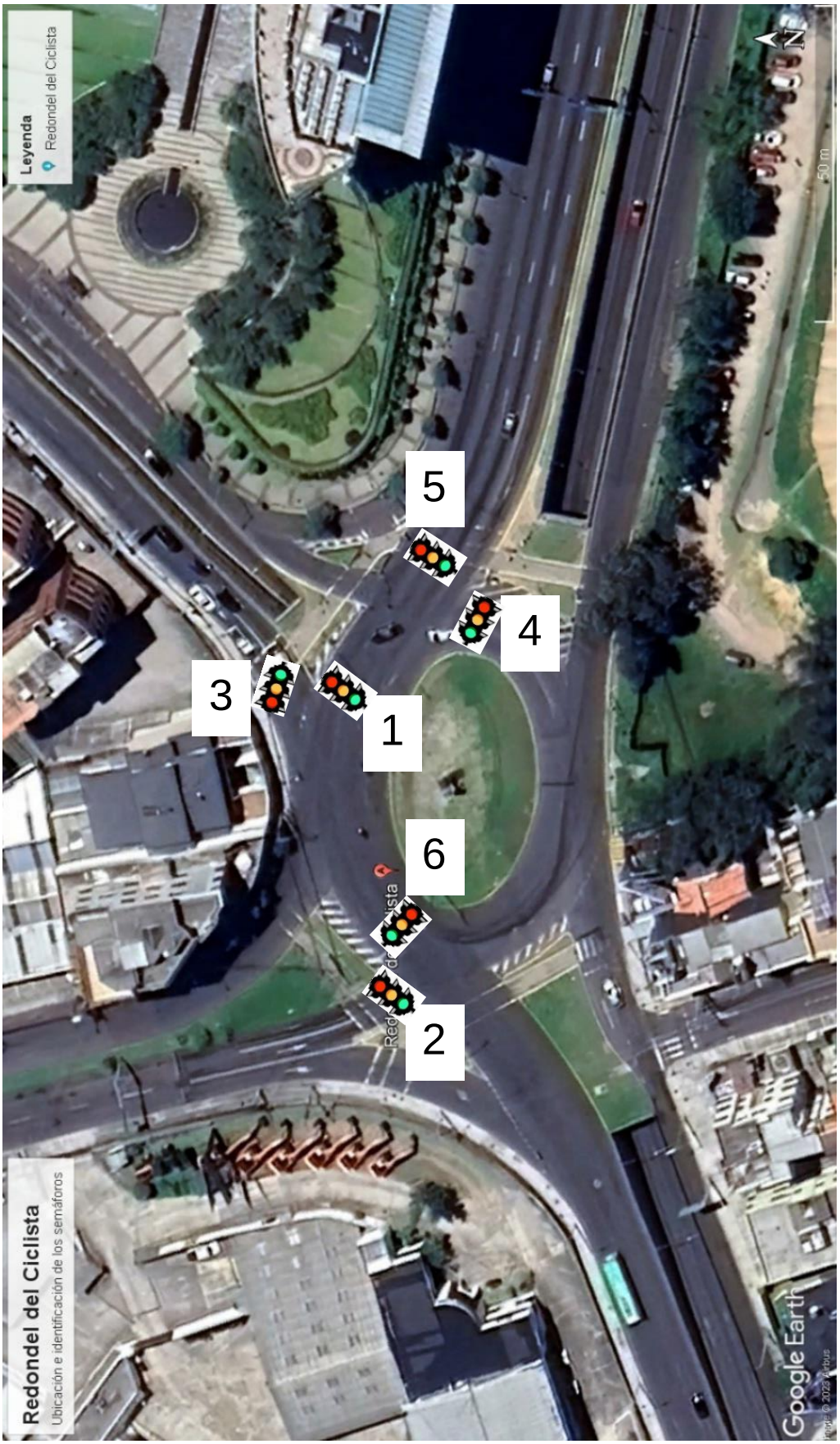
3.2.CONTEO DE TIEMPOS DE SEMÁFOROS

Tabla 11 Ciclos de semáforos en el área de estudio sector del Ciclista



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 18 Ubicación e identificación de los semáforos en el redondel del Ciclista



3.3.NIVEL DE SERVICIO CON SOFTWARE PTV VISSIM

3.3.1. SIMULACIÓN EN PTV VISSIM

Ilustración 19 Modelo de la zona de estudio (vista 1)



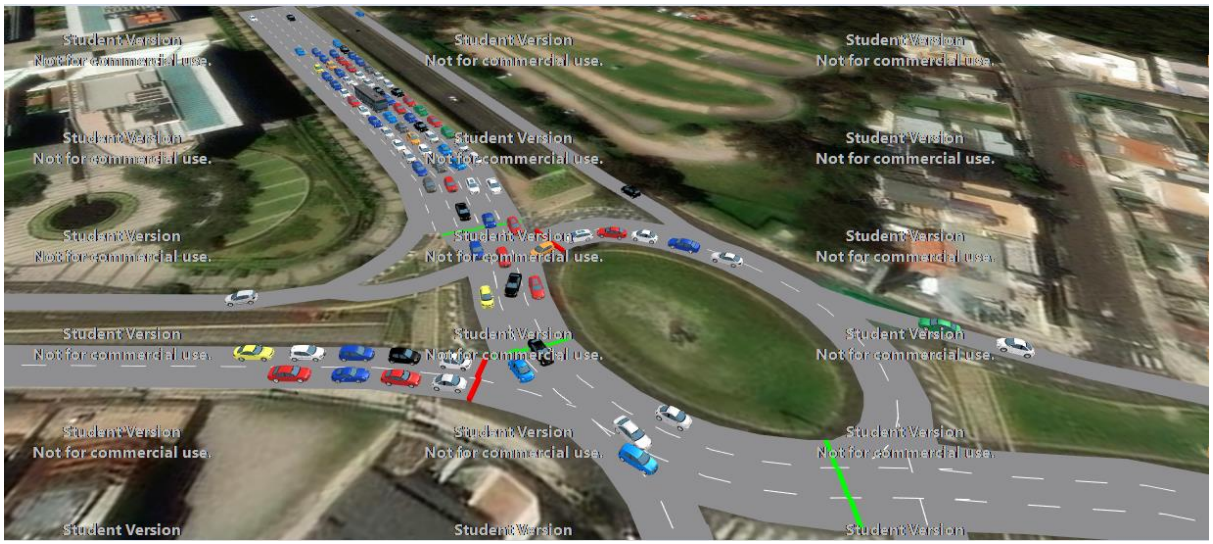
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20 Modelo de la zona de estudio (vista 2)



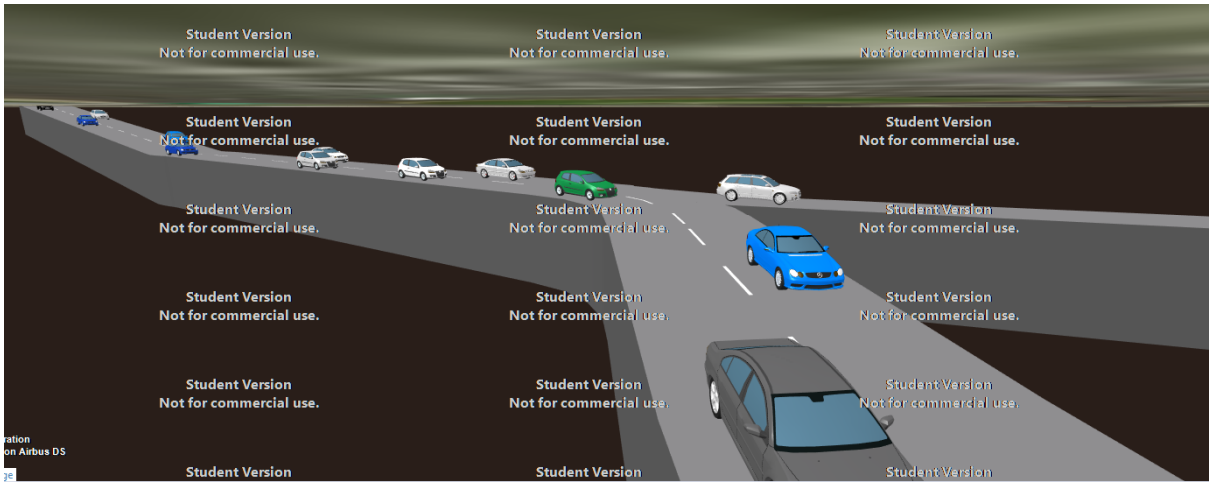
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21 Modelo de la zona de estudio (vista 3)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 22 Modelo del paso deprimido de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. RESULTADOS

Los resultados de la simulación en PTV Vissim están bajo un tiempo de corrida de aproximadamente 600 segundos y se usan unidades métricas para los resultados (km/h; m; seg).

Tabla 12 Resultados promedio de todo el circuito

Vehicle Network Performance Evaluation Results

Count: 1	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)
1	1	0-4200	82.75	1.76	8.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Resultados promedio de cada vía

DataCollectionMeasure...	Acceleration(All)	Dist(All)	Length(All)	Vehs(All)	Pers(All)	QueueDelay(All)	SpeedAvgArith(All)
1: Av. Granados Desnivel	0.26	3.27	4.77	242	242	0.00	52.96
2: Av. Granados	0.39	3.04	4.57	78	78	0.01	36.08
3: Av. Simón Bolívar	0.67	3.95	4.73	316	316	0.14	32.60
4: Vía a Nayón	0.39	2.52	4.37	130	130	0.09	24.66
5: Av. de las Azucenas	0.56	2.41	4.94	119	119	1.48	21.00

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los contadores de cola se ubicaron en tramos que inician a 50 metros antes del redondel y terminan en toda la extensión de la vía, los vehículos se consideran en cola cuando tienen velocidades menores a 5 km/h.

Tabla 14 Contadores de cola y número de paradas

QueueCounter	QLen	QLenMax	QStops
1: Av. Simón Bolívar	61.97	124.90	296
2: Av. de los Granados Deprimido	0.00	0.00	0
3: Av. de los Granados	26.95	77.87	42
4: Vía a Nayón	17.86	41.66	75
5: Av. de las Azucenas	37.23	59.66	107

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los tiempos de viaje se toman en tramos desde un punto inicial, a 80 metros antes del redondel, hasta un punto final a 80 metros después del redondel.

Tabla 15 Tiempos de viaje y distancias de viaje

VehicleTravelTimeMeasurement	TravTm(All)	DistTrav(All)
1: Cont Granados-Simón	17.34	216.71
2: Cont Granados-Nayón	15.43	214.18
3: Cont Granados-Simón Nivel	44.98	193.34
4: Cont Granados-Nayón Nivel	83.79	224.65
5: Cont Granados-Azucenas	245.70	260.50
6: Cont Granados-Granados		
7: Cont Simón-Nayón	66.03	152.24
8: Cont Simón-Azucenas	133.67	210.83
9: Cont Simón-Granados	118.93	231.86
10: Cont Simón-Simón	125.70	285.01
11: Cont Nayón-Azucenas	83.55	185.07
12: Cont Nayón-Granados	75.58	205.89
13: Cont Nayón-Simón	106.60	258.10
14: Cont Nayón-Nayón	174.53	290.56
15: Cont Azucenas-Granados	71.93	149.70
16: Cont Azucenas-Simón	152.50	223.22
17: Cont Azucenas-Nayón	186.23	256.43
18: Cont Azucenas-Azucenas		

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

4. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

4.1.INTERVENCIÓN DE AGENTES DE TRÁNSITO

Una solución inmediata y bastante efectiva es la intervención de agentes de tránsito para dirigir el flujo vehicular y así aliviar la congestión. La configuración actual de los semáforos y sus fases no facilitan el tránsito que se incorpora al redondel, la diferencia de volumen vehicular horario es distinta entre las cuatro vías: Av. de los Granados, Av. de las Azucenas, vía a Nayón y la Av. Simón Bolívar siendo la última la de mayor volumen por lo que los agentes de tránsito sabrán dirigir de mejor manera el flujo vehicular priorizando el paso de las vías con mayor demanda o tiempos de espera.

Ilustración 23 Agentes de tránsito dirigiendo el paso en el redondel del Ciclista



Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados de la microsimulación con la configuración actual de semáforos se obtuvo una velocidad promedio de 9 km/h, usando los resultados del estudio técnico “Diagnóstico de Movilidad Nayón” proporcionado por Luis Enríquez (2023), la velocidad

promedio de los vehículos que circulan por la vía a Nayón con la ayuda de los agentes de tránsito es de 22.4 km/h. La diferencia de velocidad con la intervención de los agentes de tránsito evidencia la efectividad de esta solución implementada a corto plazo, se puede ver una disminución significativa de la congestión. Sin embargo, no es una solución sostenible ya que requiere la presencia del personal todos los días en las horas pico de congestión por un aproximado de 3 horas.

5. CONCLUSIONES

- En base a las observaciones de campo las horas pico de mayor congestión fueron en la mañana alrededor de las 7h00 am hasta las 9h00 am y por la tarde alrededor de las 17h00 pm hasta las 19h00 pm, en la mañana los automovilistas que se dirigen a la Universidad de las Américas y al edificio Ecopark saturan la vía a Nayón en los dos sentidos girando en un pequeño redondel y convergen con los automovilistas que salen de la parroquia de Nayón hacia el norte de Quito.

- El tráfico de la vía a Nayón llega al redondel del Ciclista donde se topan con el alto volumen vehicular de la Av. Simón Bolívar generando largas colas y mayores tiempos de viaje. El descontento y protestas de los moradores de la parroquia de Nayón presionaron a la municipalidad a implementar soluciones rápidas para reducir la congestión, en respuesta la medida inmediata fue la intervención de agentes de tránsito por tiempo indefinido para guiar el tráfico en las horas pico, dicha solución presenta una mejora en la congestión, pero no es una medida sostenible.

- Los valores del volumen de tránsito horario para cada vía y los conteos de las 4 muestras se muestran desde la Tabla 1 a la Tabla 10.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALMANZA, A., & MORA, J. (2015). ESTUDIO Y DISEÑO DEL PASO A DESNIVEL ENTRE LA INTERSECCIÓN DE LA AV. CIRCUNVALAR Y LA CALLE 22. Bogotá, Colombia: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Obtenido de https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5377/TRABAJO%20DE%20GRADO%20TOMO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito.* Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

El Concejo Metropolitano de Quito. (2011). *Ordenanza Metropolitana N° 0172.* Quito: Régimen Administrativo del Suelo en el Distrito Metropolitano de Quito. Obtenido de https://www.cip.org.ec/attachments/article/114/ORDM-0172-REGIMEN-ADMINISTRATIVO-DEL-SUELO.pdf

EL CONSEJO METROPOLITANO DE QUITO. (2012). *Ordenanza N° 0318 EKO PARK-UDLA.* Quito. Obtenido de https://www7.quito.gob.ec/mdmq_Ordenanzas/ordenanzas/ORDENANZAS%20MUNICIPALES%202012/ORDM-0318%20%20%20%20EKO%20PARK%20-%20UDLA%20-%20PROYECTO%20URBAN%C3%8DSTICO%20ARQUITECT%C3%93NICO%20ESPECIAL.pdf

NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM. (2010). *NCHRP Report 672 Roundabouts: An Informational Guide* (Vol. Second Edition). Washington D.C: Transportation Research Board.

Navarro, S. (s.f.). *Análisis de flujo vehicular.* Obtenido de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/analisis-de-flujo-vehicular-cal-y-mayor.pdf

Qué Noticias. (22 de Septiembre de 2022). Se eliminan los giros a la izquierda en redondeles de vía a Nayón y ya hay quejas de moradores que no pueden acceder a sus casas. *Qué!* Obtenido de https://quenoticias.com/comunidad/redondeles-via-nayon/

Agencia Nacional de Seguridad Vial de Argentina. (s.f.). Argentina.gob.ar. Obtenido de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/seguridadvial/observatoriovialnacional/infraestructura-vial-factor-de-riesgo-de-la-seguridad-vial#:~:text=Por%20infraestructura%20vial%20se%20entiende,desde%20un%20punto%20a%20otro.

Coyago, A. P., Ortega, S. F., & Pinargote, A. J. (2017). Análisis de la aplicación del Pico y Placa en la ciudad de Quito. INNOVA Research Journal, 136-142.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Nayón. (2020). Plan de Desarrollo y

Guerrero, Ana. Cambios en movilidad de vía que conecta a Nayón con el norte de Quito. El Comercio https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/cambios-movilidad-via-nayon-quito.htmlAcceso: (5 de Julio del 2023).

Jácome, Nicolás.Moradores de Nayón protestan por la movilidad. Criterios Digital. https://criteriosdigital.com/ciudad/njacome/moradores-de-nayon-protestan-por-la-movilidad/Acceso: (5 de Julio del 2023).

Navarro, L. F. (s.f.). Academia.edu. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/16584822/MARCO_TEORICO_VIAS

OED. (2016). Estudio sobre impacto de género y accesibilidad. España: Universidad de Extremadura.

Ospina, J. J. (2002). https://sjnavarro.wordpress.com/. Obtenido de https://sjnavarro.wordpress.com/: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf

Thompson, I., & Bull, A. (junio de 2001). Repositorio Cepal. Obtenido de Repositorio Cepal: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6381/1/S01060513_es.pdf

Unidad de Prevención de Riesgos Laborales - Universidad de Zaragoza. (15 de marzo de 2021). Unizar.es. Obtenido de Unizar.es: https://uprl.unizar.es/sites/uprl.unizar.es/files/archivos/Procedimientos/inf-prl-at-01.pdf

El Universo. (17 de abril de 2023). 'Nuestra población está molesta porque en un trayecto de 500 metros nos demoramos de 40 minutos a una hora': problemas de movilidad motivaron protesta en redondel del Ciclista. Recuperado de: https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/quito-ecuador-nayon-protestas-municipio-de-quito-vialidad-movilidad-nota/

De las Rivas, J & Santos, L. (2006). Ciudades con atributos: conectividad, accesibilidad y movilidad. UNIRIOJA. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2736032.pdf

La Hora. (17 de abril de 2023). Plantón pide mejorar la movilidad hacia Nayón en Quito. Recuperado de: https://www.lahora.com.ec/pais/planton-ciclista-nayon/

El Comercio. (2 de mayo de 2023). Cambios de movilidad de vía que conecta a Nayón con el norte de Quito. Recuperado de: https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/cambios-movilidad-via-nayon-quito.html

7. ANEXOS

Anexo 1 Registro de conteos de las diferentes vías del redondel del Ciclista

CLASIFICACIÓN VEHICULAR — FORMATO Nº 1

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DE LA CARRETERA		VIA A NAYON			
SENTIDO		E-O	←	O-E	→
UBICACIÓN		SECTOR DEL CICLISTA			
DIA Y FECHA	23/8/2023				

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
7:00-7:05	←	73		6		1		0			
	→	91		8		1		1			
7:05-7:10	←	73		2		1		0			
	→	93		5		2		0			
7:10-7:15	←	57		5		0		1			
	→	71		4		1		1		TOTAL	
PARCIAL:		203 E-O	255 O-E	13 E-O	17 O-E	2 E-O	4 O-E	1 E-O	2 O-E	219	278

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
17:00-17:05	←	75		3		1		0			
	→	61		7		2		1			
17:05-17:10	←	91		7		3		1			
	→	67		4		0		2			
17:10-17:15	←	66		7		1		0			
	→	75		5		2		1		TOTAL	
PARCIAL:		232 E-O	203 O-E	17 E-O	16 O-E	5 E-O	4 O-E	1 E-O	4 O-E	255	227

DIA Y FECHA	24/8/2023		

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
7:00-7:05	←	70		5		0		0			
	→	94		6		1		0			
7:05-7:10	←	86		4		0		0			
	→	95		5		3		2			
7:10-7:15	←	62		8		2		1			
	→	86		4		2		0		TOTAL	
PARCIAL:		218 E-O	275 O-E	17 E-O	15 O-E	2 E-O	6 O-E	1 E-O	2 O-E	238	298

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
	PERIODO DE 5 MIN										
17:00-17:05	←	79		3		0		1			
	→	58		7		2		0			
17:05-17:10	←	87		5		0		1			
	→	65		4		3		0			
17:10-17:15	←	87		9		2		2			
	→	63		8		1		2		TOTAL	
PARCIAL:		253 E-O	186 O-E	17 E-O	19 O-E	2 E-O	6 O-E	4 E-O	2 O-E	276	213

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

FORMATO Nº 1

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DE LA CARRETERA		AVENIDA DE LOS GRANADOS			
SENTIDO		O-E	←	E-O	→
UBICACIÓN		SECTOR DEL CICLISTA			
DIA Y FECHA	23/8/2023				

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
7:00-7:05	←	24		4		3		0			
	→	193		13		5		5			
7:05-7:10	←	32		4		4		0			
	→	178		12		7		9			
7:10-7:15	←	29		11		2		3			
	→	169		21		6		2		TOTAL	
PARCIAL:		85	540	19	46	9	18	3	16	116	620
		O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O		

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
17:00-17:05	←	48		5		4		1			
	→	189		10		6		3			
17:05-17:10	←	43		7		3		2			
	→	165		9		8		5			
17:10-17:15	←	36		3		3		0			
	→	170		12		8		4		TOTAL	
PARCIAL:		127	524	15	31	10	22	3	12	155	589
		O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O		

DIA Y FECHA	24/8/2023

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
7:00-7:05	←	27		9		4		1			
	→	178		12		6		4			
7:05-7:10	←	36		14		5		0			
	→	192		10		7		3			
7:10-7:15	←	39		7		3		1			
	→	164		15		5		3		TOTAL	
PARCIAL:		102	534	30	37	12	18	2	10	146	599
		O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O		

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
17:00-17:05	←	50		6		6		0			
	→	178		11		5		2			
17:05-17:10	←	38		6		3		2			
	→	185		10		7		3			
17:10-17:15	←	42		7		2		1			
	→	182		15		4		2		TOTAL	
PARCIAL:		130	545	19	36	11	16	3	7	163	604
		O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O	O-E	E-O		

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

FORMATO Nº 1

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DE LA CARRETERA	AVENIDA DE LOS GRANADOS AL DESNIVEL				
SENTIDO	O-E	←	E-O	→	
UBICACIÓN	SECTOR DEL CICLISTA				
DIA Y FECHA	23/8/2023				

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
7:00-7:05	←	108		8		2		5			
	→	193		13		5		5			
7:05-7:10	←	105		6		0		0			
	→	178		12		7		9			
7:10-7:15	←	107		3		0		1			
	→	169		21		6		2		TOTAL	
PARCIAL:		320 O-E	540 E-O	17 O-E	46 E-O	2 O-E	18 E-O	6 O-E	16 E-O	345	620

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
17:00-17:05	←	121		12		2		0			
	→	189		10		6		3			
17:05-17:10	←	123		10		1		1			
	→	165		9		8		5			
17:10-17:15	←	118		6		1		1			
	→	170		12		8		4		TOTAL	
PARCIAL:		362 O-E	524 E-O	28 O-E	31 E-O	4 O-E	22 E-O	2 O-E	12 E-O	396	589

DIA Y FECHA	24/8/2023

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
7:00-7:05	←	96		8		1		0			
	→	178		12		6		4			
7:05-7:10	←	97		8		2		1			
	→	192		10		7		3			
7:10-7:15	←	86		5		1		0			
	→	164		15		5		3		TOTAL	
PARCIAL:		279 O-E	534 E-O	21 O-E	37 E-O	4 O-E	18 E-O	1 O-E	10 E-O	305	599

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
17:00-17:05	←	114		12		0		0			
	→	178		11		5		2			
17:05-17:10	←	123		7		1		1			
	→	185		10		7		3			
17:10-17:15	←	104		8		3		1			
	→	182		15		4		2		TOTAL	
PARCIAL:		341 O-E	545 E-O	27 O-E	36 E-O	4 O-E	16 E-O	2 O-E	7 E-O	374	604

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

FORMATO Nº 1

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DE LA CARRETERA	AVENIDA DE LAS AZUCENAS
SENTIDO	N-S ← S-N →
UBICACIÓN	SECTOR DEL CICLISTA
DIA Y FECHA	23/8/2023

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
DE 5 MIN											
	←	76		4		3		0			
	→	80		7		0		1			
	←	85		3		1		1			
	→	95		5		1		1			
7:10-7:15	←	86		6		1		1			
	→	87		1		0		0		TOTAL	
PARCIAL:		247 N-S	262 S-N	13 N-S	13 S-N	5 N-S	1 S-N	2 N-S	2 S-N	267	278

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
DE 5 MIN											
05	←	96		8		2		1			
	→	52		7		2		1			
17:05-17:10	←	118		4		1		1			
	→	57		6		1		0			
17:10-17:15	←	92		6		2		1			
	→	53		8		1		2		TOTAL	
PARCIAL:		306 N-S	162 S-N	18 N-S	21 S-N	5 N-S	4 S-N	3 N-S	3 S-N	332	190

DIA Y FECHA	24/8/2023

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
DE 5 MIN											
	←	78		3		2		0			
	→	88		6		1		1			
	←	81		4		1		0			
	→	93		7		1		0			
7:10-7:15	←	71		2		2		1			
	→	89		7		1		1		TOTAL	
PARCIAL:		230 N-S	270 S-N	9 N-S	20 S-N	5 N-S	3 S-N	1 N-S	2 S-N	245	295

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
	PERIODO DE 5 MIN										
05	←	93		7		2		0			
	→	57		2		2		1			
17:05-17:10	←	105		5		1		2			
	→	62		4		1		1			
17:10-17:15	←	111		9		3		2			
	→	59		5		2		1		TOTAL	
PARCIAL:		309 N-S	178 S-N	21 N-S	11 S-N	6 N-S	5 S-N	4 N-S	3 S-N	340	197

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

FORMATO Nº 1

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DE LA CARRETERA		AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR			
SENTIDO		E-O	←	O-E	→
UBICACIÓN		SECTOR DEL CICLISTA			
DIA Y FECHA	23/8/2023				

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
7:00-7:05	←	164		2		7		1			
	→	145		12		8		4			
7:05-7:10	←	117		6		3		3			
	→	201		12		6		2			
7:10-7:15	←	145		4		10		1			
	→	105		9		2		1		TOTAL	
PARCIAL:		426 E-O	451 O-E	12 E-O	33 O-E	20 E-O	16 O-E	5 E-O	7 O-E	463	507

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
17:00-17:05	←	178		12		10		3			
	→	155		8		5		2			
17:05-17:10	←	145		8		9		4			
	→	161		9		3		3			
17:10-17:15	←	136		10		7		1			
	→	154		11		4		2		TOTAL	
PARCIAL:		459 E-O	470 O-E	30 E-O	28 O-E	26 E-O	12 O-E	8 E-O	7 O-E	523	517

DIA Y FECHA	24/8/2023

HORA	SENTIDO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
PERIODO DE 5 MIN											
7:00-7:05	←	142		4		5		2			
	→	144		9		6		3			
7:05-7:10	←	106		8		7		4			
	→	187		10		8		2			
7:10-7:15	←	134		7		8		2			
	→	107		6		12		0		TOTAL	
PARCIAL:		382 E-O	438 O-E	19 E-O	25 O-E	20 E-O	26 O-E	8 E-O	5 O-E	429	494

HORA	PERIODO	TIPOS DE VEHICULOS									
		LIVIANOS		MOTOS		BUSES		PESADOS			
	PERIODO DE 5 MIN										
17:00-17:05	←	167		8		9		1			
	→	159		11		4		2			
17:05-17:10	←	148		11		5		2			
	→	168		9		3		1			
17:10-17:15	←	156		6		5		3			
	→	174		5		4		2		TOTAL	
PARCIAL:		471 E-O	501 O-E	25 E-O	25 O-E	19 E-O	11 O-E	6 O-E	5 O-E	521	542