



**Universidad del Azuay**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones**

***Diseño de ciclovías y asignación de espacios para estacionamientos de bicicletas en el centro urbano de la ciudad de Gualaquiza.***

**Tesis previa a la obtención del título de  
Ingeniero civil con énfasis en gerencia de construcciones**

**Director:**

Ing. Diego Correa, PhD.

**Co-directora:**

Ing. Tania Cabrera

**Autor:**

Daryl Fabricio Trelles Sagbay

**Cuenca, Ecuador**

**2023**

**DEDICATORIA**

Para Elizabeth, Máximo, Diego y Carlo.

## AGRADECIMIENTO

A Christian.

A mis directores, Tania, Diego y José.

A todos quienes participaron en el desarrollo del presente, investigadores, amigos y  
ciudadanos.

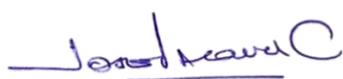
**Diseño de ciclovías y asignación de espacios para estacionamientos de bicicletas en el centro urbano de la ciudad de Gualaquiza.**

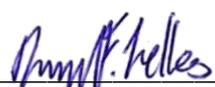
**RESUMEN**

El uso prioritario del vehículo privado agrava los conflictos de movilidad en muchas ciudades de Ecuador, incluso en las pequeñas. Gualaquiza tiene un déficit en infraestructura para promover alternativas de movilidad sustentable como caminar o andar en bicicleta. El presente trabajo de investigación desarrolla una propuesta metodológica que permite la planificación de redes de ciclovías en ciudades pequeñas. Se desarrolla el diseño geométrico de la infraestructura ciclística aplicando normativa nacional e internacional. Para evaluar el efecto que la implementación de ciclovías produce sobre las vías existentes, se calculan los niveles de servicio, mediante el desarrollo de un modelo de micro simulación utilizando una herramienta de software de uso libre (*SUMO*). Se diseñan 8.70 kilómetros de ciclovías y 16 bici-parqueaderos. Este estudio representa un avance significativo en la promoción de la movilidad urbana sostenible, al proporcionar a la ciudad de Gualaquiza de infraestructura adecuada y segura para los usuarios de bicicletas.

*Palabras clave:* ciclovías, movilidad sostenible, microsimulación, seguridad vial, tránsito.

  
Ing. Diego Estuardo Correa Barahona  
Director de Trabajo de Titulación

  
Ing. José Fernando Vásquez Calero  
Director de Escuela

  
Daryl Fabricio Trelles Sagbay  
Autor

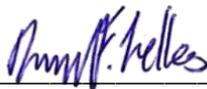
**Design of bicycle paths and allocation of spaces for bicycle parking in the urban center of Gualaquiza city.**

**ABSTRACT**

The excessive use of private cars aggravates mobility conflicts in many Ecuadorian cities, even in small ones. Gualaquiza has an infrastructure deficit to promote sustainable mobility alternatives such as walking or biking. This research work develops a methodological proposal that allows the planning of bike lanes networks in small cities. The geometric design of the cycling infrastructure is developed by applying national and international regulations. In order to evaluate the effect that the implementation of bike paths produces on the existing roads, the service levels are calculated, through the development of a microsimulation model using a free software tool (SUMO). 8.70 kilometers of bike lanes and 16 bike-parking areas are designed. This study represents a significant advance in promoting sustainable urban mobility, by providing the city of Gualaquiza with adequate and safe infrastructure for bicycle users.

*Keywords:* bike lanes, sustainable mobility, microsimulation, road safety, traffic.

Translated by:



---

Daryl Fabricio Trelles Sagbay  
Author



**CONTENIDOS**

DEDICATORIA _____	II
AGRADECIMIENTO _____	III
RESUMEN _____	IV
ABSTRACT _____	V
CONTENIDOS _____	V
1. Introducción _____	1
1.1 Objetivo general _____	2
1.2 Objetivos específicos _____	2
2. Antecedentes _____	4
3. Metodología _____	8
3.1. Ciclovías _____	9
3.1.1. Identificación de polos generadores y atractores de viajes _____	9
3.1.2. Definición del área de análisis _____	11
3.1.3. Trazado de la red _____	11
3.1.4. Levantamiento de información referente a la red vial del área definida _____	12
3.1.5. Diseño geométrico _____	12
3.1.6. Evaluación con el flujo vehicular _____	14

3.2. Estacionamientos	15
3.2.1. Criterios	16
3.2.2. Análisis	18
3.3 Evaluación de calidad de la red de ciclovías	21
4. Desarrollo	23
4.1. Ciclovías	23
4.1.1. Identificación de polos generadores y atractores de viajes	23
4.1.2. Definición del área de análisis	25
4.1.3. Trazado de la red	27
4.1.4. Levantamiento de información referente a la red vial definida	28
4.1.5. Diseño geométrico	34
4.1.6. Evaluación con el flujo vehicular	70
4.2. Estacionamientos	93
4.2.1. Análisis macro	93
4.2.2. Análisis micro	94
4.3. Evaluación de calidad de la red de ciclovías	105
Avenida Luis Casiraghi	105
Avenida Sixto Durán Ballén	106

Avenida Milton Patiño	107
Calle 16 de Agosto	108
Calle Amazonas	109
Calle Cuenca	110
Calle Gonzalo Pesántez	111
Calle Francisco de Orellana	112
Calle Eloy Alfaro	113
Calle García Moreno	114
Calle Cóndor Mirador	115
Avenida Los Anturios	116
5. Conclusiones	118
6. Recomendaciones	119
7. Bibliografía	121
8. Anexos	125

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> <i>Metodología para el diseño de una red de ciclovías en ciudades pequeñas</i> _____	15
<b>Figura 2</b> <i>Esquema de dispersión</i> _____	16
<b>Figura 3</b> <i>Esquema de concentración.</i> _____	17
<b>Figura 4</b> <i>Esquema mixto</i> _____	18
<b>Figura 5</b> <i>Metodología de parqueaderos</i> _____	20
<b>Figura 6</b> <i>Polos generadores en el área urbana</i> _____	25
<b>Figura 7</b> <i>Polos en el centro urbano</i> _____	26
<b>Figura 8</b> <i>Área de estudio</i> _____	27
<b>Figura 9</b> <i>Trazado general</i> _____	28
<b>Figura 10</b> <i>Sección transversal de la avenida Luis Casiraghi</i> _____	36
<b>Figura 11</b> <i>Sección transversal propuesta de avenida Luis Casiraghi</i> _____	37
<b>Figura 12</b> <i>Sección transversal de la avenida Sixto Durán Ballén</i> _____	38
<b>Figura 13</b> <i>Sección transversal de la avenida Sixto Durán Ballén</i> _____	39
<b>Figura 14</b> <i>Sección transversal del tramo 1 en la avenida Milton Patiño</i> _____	40
<b>Figura 15</b> <i>Sección transversal propuesta en el tramo 1 de la avenida Milton Patiño</i> _____	41
<b>Figura 16</b> <i>Sección transversal del tramo 2 en la avenida Milton Patiño</i> _____	42
<b>Figura 17</b> <i>Sección transversal propuesta en el tramo 2 de la avenida Milton Patiño</i> _____	43
<b>Figura 18</b> <i>Sección transversal de la calle 16 de Agosto</i> _____	44

<b>Figura 19</b> <i>Sección transversal propuesta en la calle 16 de Agosto</i> _____	45
<b>Figura 20</b> <i>Sección transversal de la calle Amazonas</i> _____	46
<b>Figura 21</b> <i>Sección transversal 1 propuesta en la calle Amazonas</i> _____	47
<b>Figura 22</b> <i>Sección transversal 2 propuesta en la calle Amazonas</i> _____	48
<b>Figura 23</b> <i>Sección transversal 1 en la calle Cuenca</i> _____	49
<b>Figura 24</b> <i>Sección transversal 1 propuesta en la calle Cuenca</i> _____	50
<b>Figura 25</b> <i>Sección transversal 2 en la calle Cuenca</i> _____	51
<b>Figura 26</b> <i>Sección transversal 2 propuesta en la calle Cuenca</i> _____	52
<b>Figura 27</b> <i>Sección transversal de la calle Gonzalo Pesántez</i> _____	54
<b>Figura 28</b> <i>Sección transversal propuesta de la calle Gonzalo Pesántez</i> _____	55
<b>Figura 29</b> <i>Sección transversal 1 en la calle Francisco de Orellana</i> _____	56
<b>Figura 30</b> <i>Sección transversal 1 propuesta en la calle Francisco de Orellana</i> _____	57
<b>Figura 31</b> <i>Sección transversal 2 en la calle Francisco de Orellana</i> _____	58
<b>Figura 32</b> <i>Sección transversal 2 propuesta en la calle Francisco de Orellana</i> _____	59
<b>Figura 33</b> <i>Sección transversal 1 en la calle Eloy Alfaro</i> _____	60
<b>Figura 34</b> <i>Sección transversal 1 propuesta en la calle Eloy Alfaro</i> _____	61
<b>Figura 35</b> <i>Sección transversal 2 en la calle Eloy Alfaro</i> _____	62
<b>Figura 36</b> <i>Sección transversal 2 propuesta en la calle Eloy Alfaro</i> _____	63

<b>Figura 37</b> <i>Sección transversal de la calle García Moreno</i> _____	64
<b>Figura 38</b> <i>Sección transversal 1 propuesta en la calle García Moreno</i> _____	65
<b>Figura 39</b> <i>Sección transversal 2 propuesta en la calle García Moreno</i> _____	66
<b>Figura 40</b> <i>Sección transversal de la calle Cóndor Mirador</i> _____	67
<b>Figura 41</b> <i>Sección tipo en la calle Cóndor Mirador</i> _____	68
<b>Figura 42</b> <i>Sección transversal de la avenida Los Anturios</i> _____	69
<b>Figura 43</b> <i>Sección tipo en la avenida Los Anturios</i> _____	70
<b>Figura 44</b> <i>Intersecciones para evaluación</i> _____	73
<b>Figura 45</b> <i>Simulación microscópica en SUMO</i> _____	75
<b>Figura 46</b> <i>Interfaz de OSMWebWizard para importar geometría de la ciudad de Gualaquiza</i> _____	76
<b>Figura 47</b> <i>Fases semafóricas en NETEDIT</i> _____	77
<b>Figura 48</b> <i>Atributos de vehículos livianos en NETEDIT</i> _____	78
<b>Figura 49</b> <i>Asignación de flujos en intersección desde NETEDIT</i> _____	79
<b>Figura 50</b> <i>Líneas para extracción de colas y demoras desde el archivo de simulación</i> ____	80
<b>Figura 51</b> <i>Simulación microscópica de una intersección con SUMO-GUI</i> _____	81
<b>Figura 52</b> <i>Tabulación de colas y demoras de una intersección obtenida desde SUMO</i> ____	82
<b>Figura 53</b> <i>Esquema mixto de implementación de mobiliario</i> _____	94
<b>Figura 54</b> <i>Propuesta para parqueaderos de dispersión</i> _____	95

<b>Figura 55</b> <i>Espacio para parqueadero de dispersión en la Plaza Cívica</i> _____	96
<b>Figura 56</b> <i>Espacio para parqueadero de dispersión en el Parque Lineal</i> _____	97
<b>Figura 57</b> <i>Propuesta para parqueaderos de concentración</i> _____	99
<b>Figura 58</b> <i>Espacio para parqueadero de concentración en el GAD Municipal</i> _____	100
<b>Figura 59</b> <i>Espacio para parqueadero de concentración en el Centro Comercial Popular</i>	101
<b>Figura 60</b> <i>Espacio para parqueadero de concentración en el Palacio de los Deportes</i> ____	103
<b>Figura 61</b> <i>Espacio para parqueadero de concentración en el Estadio Municipal</i> _____	104

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Categorización de polos</i> .....	10
<b>Tabla 2</b> <i>Modelo de análisis de espacio.</i> .....	21
<b>Tabla 3</b> <i>Modelo de matriz de ponderación para evaluación de calidad</i> .....	22
<b>Tabla 4</b> <i>Identificación visual de polos generadores</i> .....	23
<b>Tabla 5</b> <i>Recopilación de datos de viario</i> .....	30
<b>Tabla 6</b> <i>Intersecciones semaforizadas.</i> .....	34
<b>Tabla 7</b> <i>Dimensiones básicas de ciclovías</i> .....	35
<b>Tabla 8</b> <i>Demoras y niveles de servicio</i> .....	72
<b>Tabla 9</b> <i>Intersecciones para evaluación</i> .....	74
<b>Tabla 10</b> <i>Niveles de servicio en intersección 1</i> .....	83
<b>Tabla 11</b> <i>Niveles de servicio en intersección 2</i> .....	84
<b>Tabla 12</b> <i>Niveles de servicio en intersección 3</i> .....	85
<b>Tabla 13</b> <i>Niveles de servicio en intersección 4</i> .....	86
<b>Tabla 14</b> <i>Niveles de servicio en intersección 5</i> .....	87
<b>Tabla 15</b> <i>Niveles de servicio en intersección 6</i> .....	88
<b>Tabla 16</b> <i>Niveles de servicio de intersección 7</i> .....	89
<b>Tabla 17</b> <i>Niveles de servicio en intersección 8.</i> .....	90
<b>Tabla 18</b> <i>Niveles de servicio en intersección 9</i> .....	91

<b>Tabla 19</b> <i>Niveles de servicio en intersección 10</i> _____	92
<b>Tabla 20</b> <i>Niveles de servicio en intersección 11</i> _____	93
<b>Tabla 21</b> <i>Análisis de espacio, Plaza Cívica</i> _____	96
<b>Tabla 22</b> <i>Análisis de espacio, Parque Lineal</i> _____	98
<b>Tabla 23</b> <i>Análisis de espacio, GAD Municipal</i> _____	100
<b>Tabla 24</b> <i>Análisis de espacio, Centro Comercial Popular</i> _____	102
<b>Tabla 25</b> <i>Análisis de espacio, Palacio de los Deportes</i> _____	103
<b>Tabla 26</b> <i>Análisis de espacio, Estadio Municipal</i> _____	105
<b>Tabla 27</b> <i>Matriz de ponderación de avenida Luis Casiraghi</i> _____	106
<b>Tabla 28</b> <i>Matriz de ponderación de la avenida Sixto Durán Ballén</i> _____	107
<b>Tabla 29</b> <i>Matriz de ponderación de la avenida Milton Patiño</i> _____	108
<b>Tabla 30</b> <i>Matriz de ponderación de la calle 16 de Agosto</i> _____	109
<b>Tabla 31</b> <i>Matriz de ponderación de calle Amazonas</i> _____	110
<b>Tabla 32.</b> <i>Matriz de ponderación de la calle Cuenca</i> _____	111
<b>Tabla 33</b> <i>Matriz de ponderación de la calle Gonzalo Pesántez</i> _____	112
<b>Tabla 34</b> <i>Matriz de ponderación de ciclovía en la calle Francisco de Orellana</i> _____	112
<b>Tabla 35</b> <i>Matriz de ponderación de ciclovía en la calle Eloy Alfaro</i> _____	114
<b>Tabla 36</b> <i>Matriz de ponderación de ciclovía en la calle García Moreno</i> _____	115

**Tabla 37** *Matriz de ponderación de ciclovía en la calle Cóndor Mirador* \_\_\_\_\_ 116

**Tabla 38** *Matriz de ponderación de la avenida Los Anturios* \_\_\_\_\_ 117

## 1. Introducción

Muchas ciudades ecuatorianas presentan diariamente conflictos de movilidad, las ciudades pequeñas no están exentas a padecer aquellos comportamientos y componen el 95% de ciudades del país (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2022). El uso indiscriminado del vehículo privado es uno de los principales factores que más aportan a la congestión, agravando la dinámica de tránsito y transporte.

Las ciudades pueden adoptar medidas para mitigar el impacto que produce el tráfico en el desarrollo de las sociedades, como pacificar las calles con la inclusión de infraestructura ciclística adecuada en algunas vías. La implementación de infraestructura óptima para usuarios de bicicletas como medio de transporte es una medida que aporta a la movilidad sustentable, democratiza el espacio público, reduce la huella de carbono y brinda garantías de seguridad a los usuarios.

El modelo urbano enfocado en el automóvil como eje principal de la movilidad tiene un impacto negativo en el espacio público (Hermida Palacios, 2016). Algunas características que suelen compartir las ciudades pequeñas con las medianas y grandes son el crecimiento orgánico y la planificación de vías para el vehículo motorizado privado. Sin embargo, las diferencias en población y superficie facilitan la implementación de estrategias planificadas para mejorar la movilidad en ciudades pequeñas. Por lo tanto, el objetivo de la planificación de estrategias es lograr acercarnos a un futuro sin los conflictos de movilidad que aquejan a la mayoría de las ciudades ecuatorianas.

La ciudad de Gualaquiza, ubicada en la región amazónica del Ecuador, es la cabecera cantonal del cantón Gualaquiza, y comprende una población es de 17.162 habitantes (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaquiza, 2020). Por el tamaño de su población, Gualaquiza, es considerada una ciudad pequeña de tipo B (menor a 75.000 habitantes), según la Política Nacional de Movilidad Urbana que menciona el

Manual de ciclo-infraestructura y micromovilidad en Ecuador (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2022), junto a y las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (2012).

En el centro urbano (o sector consolidado) de Gualaquiza se realizan viajes cortos en el viario existente, donde no existen espacios destinados a modos de transporte distintos al automóvil privado y tampoco existen rutas de transporte público urbano intracantonal. Los usuarios de bicicletas como medio de transporte tienen dificultades al movilizarse a través de la ciudad debido a que no existen ciclovías ni lugares de estacionamiento ubicados estratégicamente a lo largo de la misma. Esta situación de carencia en infraestructura ciclística no permite impulsar el uso de la bicicleta como medio de transporte, no atrae a nuevos usuarios ni facilita una convivencia armónica entre ciclistas y conductores de automóviles.

Ciclovías, sitios seguros y adecuados de estacionamiento, entre otras medidas, propenden a mejorar la circulación de los ciudadanos y mejorar la calidad de vida en Gualaquiza. Se estima que la planificación y el diseño sirvan para impulsar el uso de la bicicleta como medio de transporte seguro y generar atracción de nuevos usuarios mediante infraestructura segura.

### **1.1 Objetivo general**

Realizar el trazado y diseño de infraestructura urbana para usuarios de bicicleta como medio de transporte en Gualaquiza.

### **1.2 Objetivos específicos**

Identificar polos generadores de viajes.

Recopilar información sobre el tráfico y viario de la ciudad.

Evaluar diferentes puntos en los que se puedan emplazar infraestructura para parqueaderos de bicicletas.

Diseñar el trazado de una red de ciclovías en un área delimitada uniforme del centro urbano.

Evaluar el comportamiento del tráfico en las calles intervenidas.

## 2. Antecedentes

Existen diversas publicaciones referentes a la implementación de infraestructura ciclística, la investigación para este trabajo comprende textos internacionales y locales, en algunos casos los primeros con mayor detalle. A continuación, se describe un compendio de los documentos consultados.

Las fuentes revisadas para obtener información acerca de la planificación de ciclovías y su diseño comparten algunos temas en común, abordan diseño geométrico, ciclovías con y sin segregación, señalización, semaforización y diseño de intersecciones.

*Urban Bikeway Design Guide*, brinda propuestas y soluciones para ayudar a crear calles completas, seguras y agradables para el ciclista (National Association of City Transportation Officials, 2014).

*Cycle Network and Route Planning Guide*, es una guía que esquematiza el proceso de planificación de redes de ciclovías bajo un contexto político de su región e indica metodología para el desarrollo (Land Transport Safety Authority, 2004).

La Guía técnica para el diseño y construcción de ciclovías para zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador busca ser un aporte para la construcción y diseño de infraestructura ciclística (Villa Uvidia, 2014).

Villegas y Farías (2020) presentan un caso puntual en donde describen el proceso de implantación de un modo de transporte alternativo no motorizado en el área metropolitana de Valencia, además desarrollan metodología para evaluar distintas alternativas en la zona de estudio y seleccionan rutas con una matriz de ponderación.

El Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista describe tipologías, infraestructura complementaria y plantea tratamientos para situaciones específicas (Municipalidad de Lima, 2017).

La Guía global de diseño de calles se presenta como una referencia mundial para diseñar calles en ciudades, con parámetros de diseño que buscan mejorar la calidad de vida de todos los usuarios (National Association of City Transportation Officials, 2016).

Paz García (2019) en su Estudio de la percepción ciclista en intersecciones de carreteras convencionales. Aplicación práctica a la glorieta localizada en la carretera CV-310 PK 15+750 (Provincia de Valencia), analiza configuraciones de carriles bici e intersecciones, para determinar configuraciones más seguras.

*Cycle Infrastructure Design*, presenta una guía de diseño y planificación que considera comportamientos de tráfico, construcción y mantenimiento (Department for Transport, 2020).

*Cycling-Inclusive Policy Development: A Handbook*, brinda información detallada sobre el desarrollo de políticas inclusivas con el ciclismo y su planificación en pueblos y ciudades (Pettinga et al., 2009).

La bibliografía consultada para el estudio de estacionamientos de bicicletas plantea contenidos similares en cuanto a puntos de vista sobre duración de parqueo, ubicación de sitios estratégicos, vestidores, duchas, señalética, conexión con el transporte público, seguridad, usos del suelo y protección del clima.

*Guidelines for the Design and Management of Bicycle Parking Facilities*, es una guía basada en el derecho del uso de la vía y la propiedad privada, en la gerencia de la construcción y en las políticas vigentes (City of Toronto, 2008).

El Manual de Diseño Urbano para el Transporte Activo es una guía para la implementación de parqueaderos de bicicletas, analiza el uso de suelo según el área urbana: residencial, institucional y comercial (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2009).

*Bicycle Parking Guidelines, 2nd Edition* presenta una guía para la implementación y planificación de parqueaderos, que busca servir a instituciones públicas como política oficial de estacionamientos para bicicletas (Anderson et al., 2010).

Movilidad Urbana. Biciestacionamientos en el espacio público, recoge experiencias de usuarios, observaciones e investigación para proponer un manual con información necesaria para una correcta implementación de sistemas de estacionamientos de bicicletas, analizando criterios y elementos del medio (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2013).

Estacionamientos para bicicletas, presenta propuestas de estacionamientos y criterios para la evaluación, indican factores de evaluación y decisión para cada modelo (Pardo et al., 2013).

*Essentials of Bike Parking*, busca guiar a personas que planean comprar o instalar parqueaderos de bicicletas a escalas limitadas (Broom & Association of Pedestrian and Bicycle Professionals, 2015).

El Manual de diseño de infraestructura ciclista para el Distrito Metropolitano de Quito propone una guía ilustrativa para diseño y planificación de ciclovías y estacionamientos para bicicletas, basado en el modelo de la Ciudad de México y Ámsterdam (Rubianes Mora, 2018).

*Bike Parking Guidelines*, esquematiza una guía buscando garantizar la provisión de parqueaderos de bicicletas adecuados, seguros y convenientes para estudiantes, residentes, trabajadores y visitantes de la ciudad (Boston Transportation Department, 2021).

En la revisión bibliográfica no se ha encontrado un trabajo que indique metodológicamente el procedimiento de planificación y diseño de infraestructura ciclística para ciudades pequeñas, por lo que se aspira a registrar el proceso y la aplicación del estudio

directamente en el centro urbano del cantón Gualaquiza con la premisa de que pueda ser replicado en otras ciudades pequeñas.

### 3. Metodología

A diferencia del tradicional modelo *Urban Transport Planning*, el diseño de ciclovías para ciudades pequeñas partirá planificando desde la perspectiva de una demanda potencial de usuarios, con un enfoque hacia el desarrollo sostenible de las ciudades. El planteamiento de la demanda potencial se justifica con las premisas de que la mayoría de viajes en bicicleta que se realizan en la ciudad de estudio tienen fines recreativos, por lo que planificar una red desde una orientación que priorice destinos con afluencia representativa contribuirá a un crecimiento urbano sostenible. Se adaptan una serie de etapas de planificación desde *Cycling-Inclusive Policy Development: A Handbook* (Pettinga et al., 2009) para el desarrollo metodológico con el propósito de alcanzar un trabajo que se pueda implementar.

Para el caso de estacionamientos, se aplicará el modelo establecido en Movilidad Urbana. Biciestacionamientos en el espacio público, por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (2013), puesto que la metodología es concreta y aplicable en nuestra zona de estudio.

Finalmente, se llevará a cabo una evaluación que permita asignar de manera general un criterio de calidad a cada ciclovía para poder calificar la red en su conjunto, desarrollar una matriz de ponderación para evaluar la calidad de las ciclovías que forman parte de la red puede ser de gran utilidad en la toma de decisiones. Hacer la evaluación de cada ciclovía permitirá encontrar fortalezas y debilidades en la infraestructura. Se considerarán los parámetros establecidos la matriz propuesta en *Cycle Network And Route Planning Guide*, que dispone requisitos y criterios para la red dependiendo del tipo de usuario: de vecindario, como medio de transporte, deportivo, recreativo y turista (Land Transport Safety Authority, 2004). Se evaluarán los parámetros detallados para perfiles de usuario de vecindario y como medio de transporte.

### **3.1. Ciclovías**

Inicialmente se identificarán los polos generadores de viajes, lo que permitirá comprender y estudiar la dinámica de los desplazamientos (Pettinga et al., 2009), para ello se delimitará un área de estudio para analizar probables rutas que cubran los todos los destinos. Se realizará la compilación y levantamiento de información de la red vial y del tráfico del sector. Con los datos de la red vial se sugerirán trazados evaluando algunas alternativas, sobre la direccionalidad, lado del emplazamiento, etc. Finalmente se evaluará el flujo vehicular registrado, considerando la situación actual y la posterior a la implementación de las ciclovías, lo que permitirá medir el impacto que genere su ejecución.

#### ***3.1.1. Identificación de polos generadores y atractores de viajes***

El estudio se realizará considerando 6 etapas enfocadas en entender la dinámica de movilidad dentro del área urbana, para ello se debe recurrir a documentación sobre movilidad del cantón y de planificación del territorio, como son el Plan de Movilidad y el Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS). Además de realizar viajes en la ciudad documentando patrones de comportamientos en la movilidad y distribución de infraestructuras importantes del casco urbano.

Los polos generadores de viaje se encuentran como: centros de comercio; zonas de recreación o espacios deportivos; instituciones públicas, privadas, financieras, educativas y religiosas; terminales de transporte y paradas; empresas locales, oficinas, emprendimientos, industrias, etc.

Para identificar las zonas candidatas de la red de ciclovías se agruparán a las distintas clases de destinos que prioricen la demanda potencial de usuarios. Una herramienta que reafirma la definición de una zona es la declaración de viajes, es una herramienta que permite mayor precisión al momento de cuantificar la demanda de un polo generador y atractor.

Las zonas de concurrencia, consideradas como polos generadores o atractores de viajes, pueden ser numerosas y su procesamiento es dificultoso. Para el tratamiento de estas zonas se utilizará la categorización de polos que partirá de la base de tipos de locales establecidos en el Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2019), realizando modificaciones acordes al contexto del cantón y fines de este trabajo. El modelo clasificará en 6 grupos a los polos: locales de espectáculo y actividades recreativas, locales de reunión, locales de trabajo, locales de uso sanitario o de salud, locales de transferencia y locales de educación. En la Tabla 1 se identifican a los diferentes polos generadores y atractores dentro de los seis grupos propuestos.

**Tabla 1**

*Categorización de polos*

<b>GRUPO</b>	<b>POLOS</b>
Recreativo	Auditorios, centros culturales, cines, clubes sociales, espacios deportivos, estadios, ferias, salas de exposición, salones de fiesta, bares, centros culturales, sedes sociales, teatros y similares.
Reunión	Asilos, bibliotecas, cafeterías, guarderías, hostales, hosterías, hoteles, centros comerciales, museos, residencias, restaurantes, salas de conferencia y congreso, templos y similares.
Trabajo	Consultorios, estudios, oficinas y similares.
Salud	Centros y subcentros de salud, consultorías médicos y similares.
Educación	Colegios, escuelas, institutos, parvularios y universidades.
Transferencia	Estaciones y terminales de transferencia.

Utilizando la información recolectada, se identificarán los polos generadores de viajes dentro de la ciudad mediante un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El estudio dará prioridad a las infraestructuras que tengan una mayor demanda de viajes cotidianos, como las relacionadas con el trabajo, la educación, la salud y los traslados. Esto se hará con el propósito de proveer, de manera indirecta, infraestructuras que puedan utilizarse en reuniones y actividades recreativas locales.

### **3.1.2. Definición del área de análisis**

Es necesario delimitar un área para la intervención dentro de la ciudad, de acuerdo a la información compilada y las observaciones las realizadas en visitas de campo.

Comúnmente los ríos, canales, avenidas de grandes dimensiones, los cambios abruptos en nivel, los usos del suelo, etcétera, fungen como límites o barreras al momento de identificar zonas en una ciudad. El conocer la zona de estudio permitirá recoger de forma eficiente la información acerca de la topografía, infraestructura, servicios y limitaciones.

El uso de herramientas de los SIG permite delimitar con claridad un área de estudio, donde se concentren los destinos de la ciudad. El área de análisis será aquella que encierre a los polos generadores de viaje de tal manera que no representen un grupo disperso, convergiendo en una zona compacta.

### **3.1.3. Trazado de la red**

Las calles que ofrecen la menor distancia o tiempo de traslado entre un punto A y un punto B suelen ser las mejores opciones para establecer una conexión directa. Las conexiones hacia los polos generadores se deben realizar mediante rutas cuyas características propicien una mejor movilidad y sus conexiones sean directas, considerando la optimización del ancho de la calzada y el sentido de la vía. Además, es importante plantear la creación de circuitos en el análisis para facilitar el transporte interno de la red.

El trazo de la red se definirá priorizando los polos generadores de los grupos de trabajo, educación, salud y transferencia, con el objetivo de asegurar la existencia de una demanda potencial sostenible a largo plazo por parte de los usuarios. Los polos de los grupos reunión y recreativos se involucrarán de manera directa si la red los abastece de infraestructura, o indirectamente si la red los acerca a las rutas de la infraestructura.

El trazado de la red en el área de análisis debe suponer un primer paso para el desarrollo de la ciudad, posteriormente se debe generar conexión con las demás áreas del centro urbano, es decir con las que no fueron consideradas para el estudio. De la misma manera se debe conectar el trazado de la red a otros centros poblados.

#### **3.1.4. Levantamiento de información referente a la red vial del área definida**

El levantamiento de información, a detalle, se debe realizar en las vías identificadas para el trazado de la red. El levantamiento debe contener calles, intersecciones, redondeles, puentes y mobiliario urbano en caso de encontrarse.

El levantamiento de información de la red vial debe incluir: identificación, tramo, direccionalidad, geometría de las calles (ancho de la calzada, aceras y parterre, si existe), tipo de pavimentación y jerarquía de la vía.

Se debe levantar con precisión la señalización vertical que indica la preferencia de ingreso en las intersecciones y redondeles, identificar semáforos levantando los tiempos de cada una de sus fases (rojo, ámbar y verde). Esta información en conjunto con la geometría de la calzada servirá en la modelación de las intersecciones para la predicción del comportamiento.

#### **3.1.5. Diseño geométrico**

En esta etapa se dibujan con detalle las propuestas de ciclovías considerando las posibilidades y alternativas en la distribución de la calzada, dimensionando elementos como los anchos mínimos de calzada (que no dificulte la circulación vehicular y mejore la conectividad para los peatones), segregadores, ciclovías, parterre y otros elementos que complementen un diseño de sección transversal orientado a pacificar las calles.

Si en el diseño detallado de la sección transversal de la calzada se ven reducidos los carriles del flujo automotor a una medida inferior a la mínima para la circulación de vehículos

de emergencia, se pueden considerar opciones como carriles compartidos, redistribución de las superficies de aceras o parterres, cambios de ruta, entre otras que se puedan presentar dependiendo de las condiciones.

Es de gran utilidad desarrollar una matriz de ponderación que permita evaluar la elección del tipo de infraestructura. Se considerará la matriz establecida en *Cycle Network And Route Planning Guide*, que dispone requisitos y criterios para la red dependiendo del tipo de usuario: vecindario, viajero, deportes, recreación y turismo (Land Transport Safety Authority, 2004). Se evaluará con los parámetros detallados a continuación.

- Seguridad
  - Seguridad personal (buena iluminación, vigilancia, etc.)
  - Separación del tráfico
  - Bermas o caminos rurales
- Confort
  - Protección del clima y el viento
  - Superficie de conducción de calidad
- Direccionalidad
  - Rutas directas
  - Retrasos mínimos
- Coherencia
  - Continuidad
  - Señalización y reconocimiento
- Atracción

- Rutas o destinos agradables e interesantes
- Rutas físicamente desafiantes
- Facilidades complementarias
  - Estacionamientos ubicados cerca de los destinos
  - Seguridad del estacionamiento de bicicletas
  - Duchas, casilleros de equipaje
  - Baños de agua refugio, tiendas, teléfonos

### **3.1.6. Evaluación con el flujo vehicular**

Se diseñará la infraestructura con la conciencia de que el nivel de servicio de algunas calles podría disminuir inicialmente. Sin embargo, a largo plazo, se mejorará la movilidad de la ciudad al ofrecer nuevas alternativas de transporte distintas al vehículo motorizado privado. Los niveles de servicio se asignan según los rangos que establece el *Highway Capacity Manual Volume 3: Interrupted Flow* (Transport Research Board, 2010).

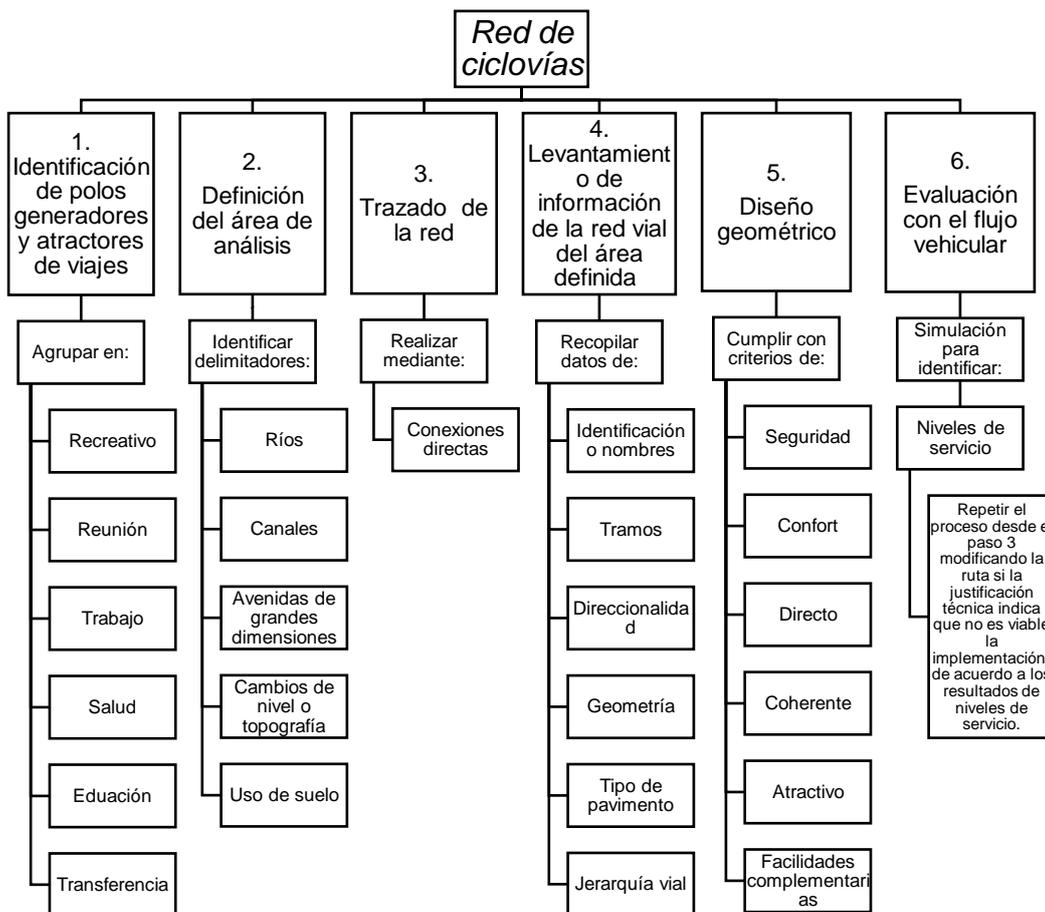
Para evaluar el impacto de la implementación de ciclovías en los niveles de servicio se llevarán a cabo dos simulaciones de tráfico usando software especializado. En la primera simulación, se utilizará el flujo vehicular durante la hora de máxima demanda y la geometría actual obtenida del inventario vial. En la segunda simulación, se utilizará la geometría propuesta en el diseño.

Se debe procurar mantener el trazado original de la ciclovía, de existir inconvenientes con esa propuesta se pueden considerar variables en la sección de cada tramo, como reducción de la sección del parterre, segregadores o aceras. Si el nivel de servicio pese a las modificaciones se ve afectado desproporcionadamente, se debe

proponer un circuito que supla las necesidades de conexión, dependiendo de la congestión la propuesta se pueden sugerir desvíos para ciertas categorías de vehículos o dejar a elección de los usuarios. La metodología propuesta se sintetiza en la Figura 1.

**Figura 1**

*Metodología para el diseño de una red de ciclovías en ciudades pequeñas*



**3.2. Estacionamientos**

Para realizar una identificación correcta de los sitios donde se ubicarán los estacionamientos para bicicletas, la investigación consta con dos tipos de análisis: macro y micro; y usa dos criterios, dispersión y concentración, para definir espacios estratégicos en

la implementación del mobiliario. Adiciona un criterio mixto que comprende la mezcla de los dos criterios anteriores.

### 3.2.1. Criterios

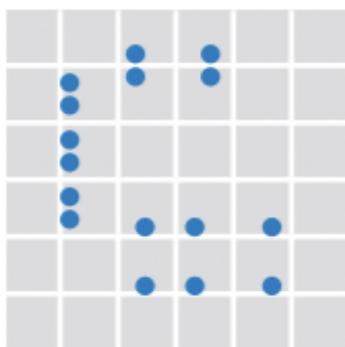
A continuación se detallan los criterios de dispersión, concentración y mixto que indica la metodología de consulta.

#### 3.2.1.1. Dispersión

Este criterio justifica la implementación de parqueaderos con baja capacidad de albergue. Los estacionamientos que obedecen este criterio demuestran funcionalidad en casos donde se requieren cubrir áreas con múltiples destinos, tales como sitios comerciales, centralidades, restaurantes y similares, se los denominará como zonas de interés. La Figura 2 esquematiza el criterio de dispersión.

#### Figura 2

*Esquema de dispersión*



*Fuente:* Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile.

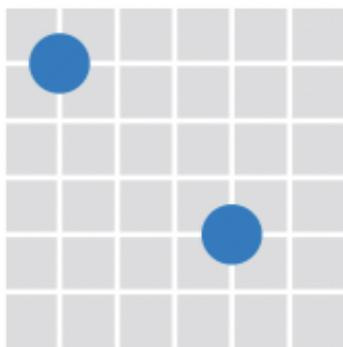
#### 3.2.1.2. Concentración

El criterio de concentración lo emplea para el emplazamiento de estacionamientos destinados a uso de alta capacidad, es decir con ocupación considerablemente alta. Se ubican en puntos específicos y buscan cubrir la demanda del punto considerado como

destino, se recomienda en lugares como cines, estadios, colegios, puntos estratégicos de intermodalidad, centros comerciales, entre otros. Se los denominará como puntos de interés. La Figura 3 esquematiza el criterio de concentración.

### Figura 3

*Esquema de concentración.*



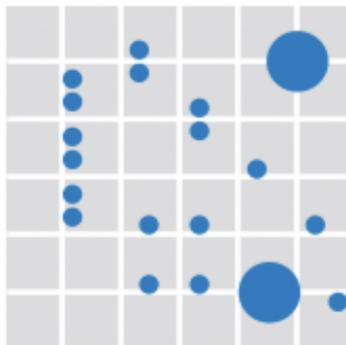
*Fuente:* Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile.

#### **3.2.1.3. Mixto**

Pueden complementarse ambos criterios en un mismo proceso de planificación, lo que produce un esquema mixto que responde a la implementación de mobiliario para zonas y puntos de interés. La Figura 4 esquematiza el criterio mixto.

**Figura 4**

*Esquema mixto*



*Fuente:* Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile.

**3.2.2. Análisis**

A continuación se detallan los tipos de análisis macro y micro.

**3.2.2.1. Macro**

La identificación de las áreas que concentran actividades es fundamental para el desarrollo del proceso, brindará una idea clara acerca de los espacios considerados como lugares candidatos a la implementación de estacionamientos. La guía considera a los sitios de significancia urbana, sectores y centros comerciales, servicios públicos, lugares en donde ya se estaciona y otros, como candidatos.

Teniendo en cuenta que ya se identificaron las áreas que concentran actividades, que generan viajes, se procede a identificar si el área obedece a criterios de concentración o de dispersión.

Si el área comprende a un destino único que recibe muchas visitas, se requiere tratarla con el criterio de concentración identificando la zona de interés. Si el área comprende una zona con diversos destinos, corresponde manejar el criterio de dispersión identificando el punto de interés.

### 3.2.2.2. Micro

Una vez establecidas las áreas candidatas en la ciudad, a continuación se definen los sitios específicos para emplazar los estacionamientos para ciclistas. Por lo tanto, se deben considerar los siguientes aspectos:

**Cercanía al destino.** Recomienda que su instalación sea siempre a menos de 30 metros del lugar de destino, o que tome menos de 45 segundos caminando llegar hacia él.

**Ubicación a nivel.** El parqueadero debe ser de fácil ingreso, en el caso de requerir salvar un desnivel no colocar gradas o peldaños, se debe implementar rampas de acceso de una adecuada pendiente.

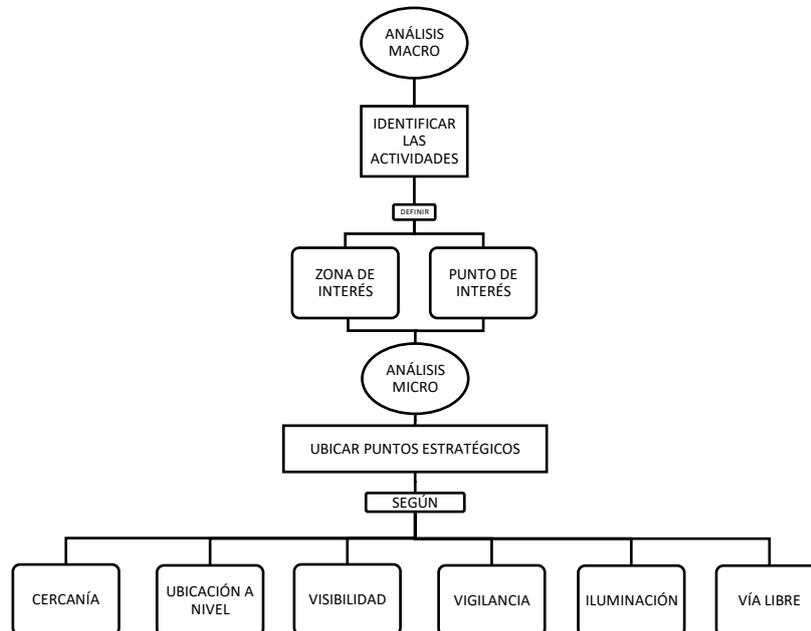
**Visible y Reconocible.** El parqueadero debe ser completamente visible para todos los usuarios y contar con señalización adecuada ubicada de forma estratégica.

**Vigilancia natural.** El parqueadero no debe permanecer oculto ante la mirada de los transeúntes y se recomienda instalarlo cerca de la presencia continua de personas.

**Iluminación.** El parqueadero debe contar con iluminación de una fuente de luz permanente, la oscuridad puede prestar condiciones para el vandalismo o delincuencia.

**Vía libre.** El parqueadero no debe interferir con las condiciones de circulación, debe ser complementario al entorno de su implementación.

En esta etapa se puede evaluar de manera individual si requiere de algún elemento adicional que por las condiciones del lugar lo amerite. En conclusión, el análisis macro determina las áreas candidatas mediante las actividades, mientras que el análisis micro determina si el sitio cuenta con aptitudes para la implementación. La Figura 5 esquematiza la metodología para la implementación de parqueaderos de bicicleta.

**Figura 5***Metodología de parqueaderos*

*Fuente:* Elaboración propia a partir de Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile.

Los espacios estratégicos seleccionados representan potenciales lugares para el emplazamiento de parqueaderos de bicicletas. Un análisis previo del espacio señalará sus características actuales y permitirá identificar las cualidades que se deben otorgar.

En cada sitio definido se debe levantar sus características, para el registro se ha elaborado una tabla de análisis, donde para su identificación se le asignará un número y se levantará: el sector, dirección y características del sitio con la premisa de si el sitio cumple y un comentario para complementar el levantamiento. La Tabla 2 representa el modelo propuesto para el análisis del lugar.

**Tabla 2***Modelo de análisis de espacio.*

<b>ANÁLISIS DE ESPACIO DESIGNADO</b>		
Sector:		
Dirección:		
Aspecto	Cumple	Comentario
Cercanía al destino		
Ubicación a nivel		
Visible y reconocible		
Vigilancia natural		
Iluminación		
Vía libre		

El diseño del mobiliario deberá considerar los aspectos que posee el punto específico, con base en ello se presentará una propuesta utilitaria con parqueaderos de tipo U invertida. Finalmente, quedan registrados los aspectos a considerar para mejorar la calidad del parqueadero en caso de no cumplir con todos.

### **3.3 Evaluación de calidad de la red de ciclovías**

Los criterios de los requerimientos de las ciclovías se calificarán cuantitativamente con valores unitarios de números desde el cero hasta el cinco, utilizando el número cero para indicar que no existe nada que se pueda medir en el criterio, el número uno para la calificación más baja y el número cinco para la calificación más alta. A cada ciclovía se establecerá una calificación cualitativa interpretada de la calificación general cuantitativa. Para rangos de calificación de entre uno y dos se otorgará una calificación deficiente, para calificaciones entre tres y cuatro se dará una calificación regular y para el mayor valor de calificación se otorgará un reconocimiento de buena infraestructura. La calificación total en cada ciclovía se presentará como un número entero con dos decimales, por lo que la asignación cualitativa se hará redondeando ese valor hasta el número entero superior o

inferior más próximo. La calificación de la red se realizará promediando los valores obtenidos en cada ciclovía.

En el requerimiento de seguridad se calificarán los criterios de iluminación de la ciclovía, de la concurrencia del sector de la ciclovía y de la separación del tráfico urbano. Dentro del estudio del requerimiento de comodidad se calificará el criterio de uniformidad, es decir si la capa de rodadura es de buena calidad y uniforme. En el requerimiento de direccionalidad se calificará si la ruta de la ciclovía es directa. Se evaluará además la coherencia de la ciclovía, calificando la continuidad de la ruta, su señalización y la facilidad de reconocimiento.

Las ciclovías requieren ser atractivas, por ello en ese ámbito se calificará si la infraestructura conecta con rutas o destinos importantes y la facilidad de recorrer sus rutas. Por último, se le otorgará valor también al hecho de existir parqueaderos que estén cerca de los destinos (polos generadores en el presente) y su seguridad como requerimiento de facilidades complementarias. En la Tabla 3 se indica el modelo de matriz de ponderación que se usará para la evaluación.

**Tabla 3**

*Modelo de matriz de ponderación para evaluación de calidad*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN						TOTAL
		0	1	2	3	4	5	
Seguridad	Iluminación							
	Concurrencia							
	Separación del tráfico urbano rápido							
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes							
Dirección	Rutas directas							
Coherencia	Continuidad							
	Señalización y fácil reconocimiento							
Atractivo	Rutas y destinos importantes							
	Rutas físicamente sencillas							
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas							
	Parqueaderos seguros							

**CALIFICACIÓN TOTAL:**

**ASIGNACIÓN DE CALIDAD:**

## 4. Desarrollo

### 4.1. Ciclovías

A continuación, se desarrolla la metodología propuesta en la sección anterior.

#### 4.1.1. Identificación de polos generadores y atractores de viajes

Los polos generadores de viajes son aquellos sitios cuyas características generan una afluencia masiva de personas mediante viajes desde sus domicilios o desde otros polos.

En el área considerada se encuentran sitios de concurrencia importantes como: edificios públicos, iglesias, centros medicos, comercios, terminales de transferencia, escuelas, colegios, estadios, hoteles, bancos, instituciones financieras, oficinas y cajeros automáticos.

Como se describió en la metodología, se categorizaron los distintos polos generadores de viajes. Para su identificación visual se han asignado diferentes colores a los grupos, como lo indica la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Identificación visual de polos generadores*

Grupo	Polo	Color
Recreativo	Auditorios, centros culturales, cines, clubes sociales, espacios deportivos, ferias, salas de exposiciones, salas de fiesta, bares, centros culturales, sedes sociales, teatros y similares	
Reunión	Asilos, bibliotecas, cafeterías, comercios mayores, guarderías, hostales, hosterías, hoteles, museos, residencias, restaurantes, salas de conferencias, templos y similares.	
Trabajo	Consultorios, estudios, oficinas y similares.	
Salud	Centros y subcentros de salud, consultorios médicos y similares.	
Educación	Colegios, escuelas, institutos, parvularios y universidades.	
Transferencia	Estaciones y terminales de transferencia.	

En el grupo trabajo se incluyen los edificios de las empresas públicas y privadas, se han señalado aquí al GAD Municipal y sus direcciones, a los edificios del Consejo de la

Judicatura, Notaría Pública, Fiscalía General del Estado, distrito del Ministerio de Salud Pública, distrito del Ministerio de Educación, Registro Civil, oficinas del GAD Provincial, consultorios jurídicos, medios de comunicación, instituciones financieras, oficinas de arquitectura e ingeniería, bienes raíces, oficinas *courier* y demás similares.

El Hospital Misereor, consultorios clínicos, médicos y odontológicos representan el grupo salud. Las instituciones Amanecer, Víctor Emilio Estrada, Teresa Samaniego, Pedro de Vergara, Camilo Gallegos Toledo, Camilo Gallegos Domínguez y Río Cenepa; conforman el grupo educación. El Terminal Terrestre de Gualaquiza y el aeropuerto José Mario Madero Jaramillo representan el grupo transferencia. Clasificados en el grupo reunión a locales que ofertan servicios de hospedaje, templos, centros comerciales, mercados; ferreterías y puntos de venta destinados al campo agropecuario; centros de tecnología y comercios mayores en general. Los espacios incluidos en el grupo recreativo son el Teatro 16 de Agosto, auditorio de la UNE, Estadio Municipal, Palacio de los Deportes, Biblioteca Municipal, Parque Héroes del Cenepa, Parque Central y la Plaza Cívica.

En la Figura 6 se muestra la identificación de los polos en el centro urbano, se aprecia una concentración al norte en el casco urbano, existen polos dispersos hacia el sur, sin restar importancia a estos sitios no se considerarán dentro del área de estudio, se los deben conectar con futuras ciclovías.

**Figura 6**

*Polos generadores en el área urbana*



#### **4.1.2. Definición del área de análisis**

El crecimiento orgánico de la ciudad ha dejado huella comercial segregada, así como ha marcado centralidades para el emplazamiento institucional. Los polos señalados, en la Figura 7, indican espacios de concurrencia en distintas áreas, para los fines del análisis es imprescindible delimitar una zona que los abarque.

**Figura 7***Polos en el centro urbano*

La agrupación por cercanía de ciertos polos brinda una noción sobre cuál será el área de análisis. Otro parámetro a considerar es lo establecido en la metodología, las características de la ciudad pueden zonificar los espacios según: la topografía del lugar, infraestructura, servicios y limitaciones.

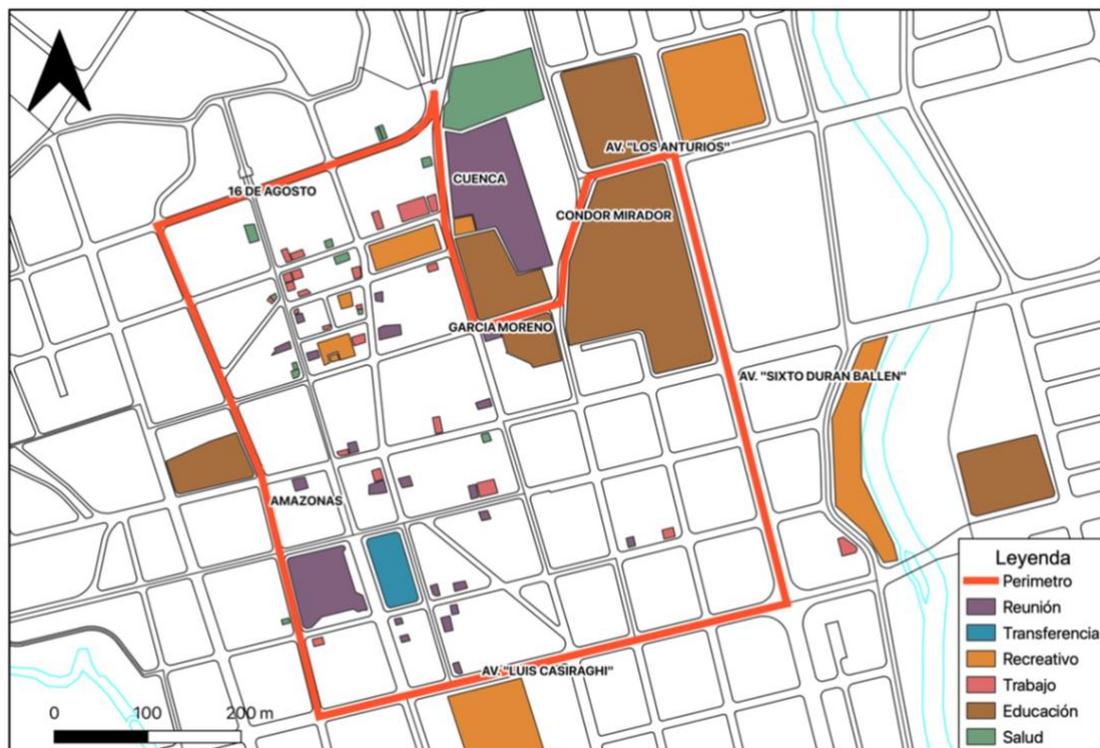
En las salidas de campo se realizaron observaciones para decidir bajo cuáles parámetros resulta práctico escoger un área. En este caso se priorizaron las condiciones de limitación de polos, nivel topográfico, accesos y salidas. De acuerdo a la distribución espacial de los polos generadores y con la premisa de incluir en el área de estudio a aquellas categorías priorizadas se define un perímetro que encierran las calles Amazonas, 16 de Agosto, García Moreno, Cenepa, avenidas Sixto Durán Ballén y Luis Casiraghi.

Las avenidas Luis Casiraghi, Sixto Durán Ballén, Milton Patiño, 16 de Agosto y Amazonas; marcan límites que priorizan la consolidación de polos generadores, además

constituyen los principales ingresos y salidas del centro urbano. Las señaladas Cuenca, García Moreno, Cóndor Mirador y avenida de los Anturios, componen vías de paso entre instituciones educativas y el cambio en pendiente de nivel geográfico. Las vías mencionadas son las que definen el área de estudio como se puede apreciar en la Figura 8.

**Figura 8**

*Área de estudio*

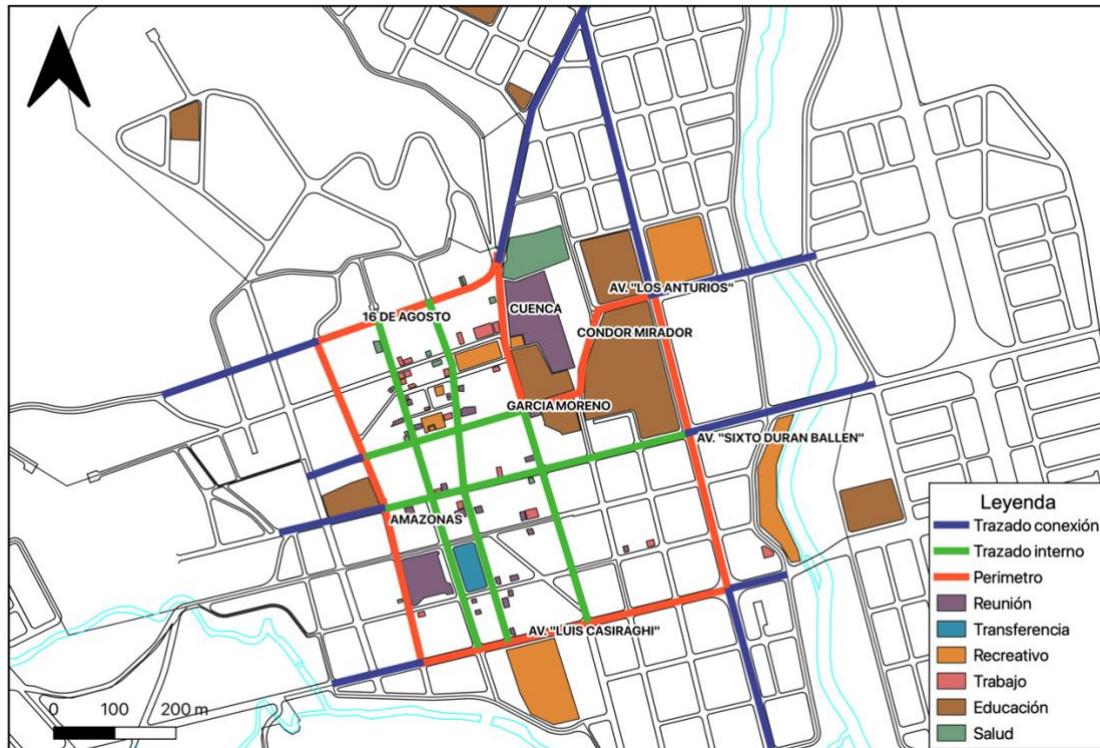


#### **4.1.3. Trazado de la red**

Para conseguir una conectividad efectiva se realizó un enmallado considerando el perímetro del área seleccionada y un trazado interno con las calles Francisco de Orellana, Gonzalo Pesántez, Cuenca, García Moreno y Eloy Alfaro. Adicionalmente se consideraron las calles por donde deberían incorporarse los ciclistas a la red dentro del área de estudio, éstas son: 16 de Agosto, Avenida Milton Patiño, Avenida Sixto Durán Ballén, Avenida Los Anturios, Eloy Alfaro, Calle S/N "A", Avenida Luis Casiraghi y García Moreno; es decir un trazado de conexión. Véase Figura 9.

Figura 9

*Trazado general*



El trazado prioriza los polos de trabajo, educación, salud y transferencia (como lo plantea la metodología); mientras que los polos de reunión y recreativos se involucran directa e indirectamente.

#### **4.1.4. Levantamiento de información referente a la red vial definida**

##### **4.1.4.1. Viario**

Para identificar el viario se recopilan datos como de calificación de las calles, tales como jerarquía vial, direccionalidad, orientación, y superficie de rodamiento. Adicionalmente se registran las características geométricas de las secciones transversales y las calles se dividen en tramos cuando las características geométricas difieren a largo de su trayecto, están identificados por su ubicación con respecto a la intersección con la calle donde exista un cambio en sus propiedades.

La jerarquía vial del cantón se indica en el Plan de Movilidad Sustentable de Gualaquiza 2017-2027 (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaquiza, 2017), con las siguientes clasificaciones: expresas, arteriales, colectoras y locales. La direccionalidad de las vías se levantó de acuerdo a la señalización vertical y horizontal existente dentro del trayecto de las mismas. La superficie de rodamiento la explica la Norma Ecuatoriana Vial NEVI 12 2A (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2012) con categorías de: pavimentos rígidos y flexible, afirmados y superficies naturales; se agregó en el trabajo la categoría de pavimento articulado, para vías con adoquinado.

Las características geométricas explican detalles de la sección en cuanto a calzadas, aceras y parterres, información que servirá en el diseño geométrico para la distribución de la calle con la ciclovía incorporada. En la Tabla 5 se encuentran los datos de la clasificación y características geométricas de las calles y avenidas que fueron consideradas para el trazado de la red.

**Tabla 5**

*Recopilación de datos de viario*

<b>CALLE</b>	<b>TRAMO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>										
Luis Casiraghi	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>		<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
			Arterial		Bidireccional		Oeste -Este		Articulado			
		<b>Características</b>	<b>Intersección</b>	<b>Calzada</b>		<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>				
				Ancho (m)	No. carriles	Izquierda	Derecha		Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)
						Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)			
	Logroño de los Caballeros	13.6	4	2	0.12	0	0.12 (bordillo)	0.8	0.12			
	Velasco Ibarra	13.1	4	2	0.15	1.85	0.15	0.8	0.23			
Sixto Durán Ballén	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>		<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
			Arterial		Bidireccional		Sur – Norte		Flexible			
		<b>Características</b>	<b>Intersección</b>	<b>Calzada</b>		<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>				
				Ancho (m)	No. carriles	Izquierda	Derecha		Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)
						Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)			
	Rotonda	14	4	2.9	0.12	3.07	0.12 (bordillo)	1.95	0.12			
	Río Upano	14	4	2	0.15	3.1	0.15	2	0.23			
Milton Patiño	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>		<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
			Arterial		Bidireccional		Norte - Sur		Flexible			
		<b>Características</b>	<b>Intersección</b>	<b>Calzada</b>		<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>				
				Ancho (m)	No. carriles	Izquierda	Derecha		Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)
						Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)			
	Rotonda	12	4	2	0.15	1.8	0.15	1	No			
	Av. Sixto Durán Ballén	11	4	2	0.15	1.85	0.15	2	No			

Luis Casiraghi	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>	<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie de rodamiento</b>					
			Colectora	Bidireccional	Oeste - Este	Articulado					
		<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>	<b>No. carriles</b>	<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>		<b>Ancho (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
				Ancho (m)		Izquierda	Altura (m)	Derecha	Altura (m)		
						Ancho (m)		Ancho (m)			
	Logroño de los Caballeros	9	4	2	0.15	2	0.15	No	No		
	Redondel Héroes del Cenepa	9	4	2	0.15	2	0.15	No	No		
16 de Agosto	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>	<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie de rodamiento</b>					
			Colectora	Bidireccional	Oeste - Este	Articulado					
		<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>	<b>No. carriles</b>	<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>		<b>Ancho (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
				Ancho (m)		Izquierda	Altura (m)	Derecha	Altura (m)		
						Ancho (m)		Ancho (m)			
	Sor Consuelo Iglesias	9	4	2	0.15	2	0.15	No	No		
	Gonzalo Pesántez	9	4	2	0.15	2	0.15	No	No		
Amazonas	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>	<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie de rodamiento</b>					
			Local	Unidireccional	Norte - Sur	Articulado					
		<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>	<b>No. carriles</b>	<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>		<b>Ancho (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
				Ancho (m)		Izquierda	Altura (m)	Derecha	Altura (m)		
						Ancho (m)		Ancho (m)			
	16 de Agosto	8	2	1.8	0.15	2.1	0.15	No	No		
	Luis Casiraghi	8	2	2	0.15	2	0.15	No	No		
Cuenca	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>	<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie de rodamiento</b>					
			Colectora	Unidireccional	Sur - Norte	Flexible					
		<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>	<b>No. carriles</b>	<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>		<b>Ancho (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
		Ancho (m)		Izquierda	Altura (m)	Derecha	Altura (m)				
				Ancho (m)		Ancho (m)					

		Gualaquiza	8	2	1.8	0.15	1.9	0.15	No	No	
		16 de Agosto	8.9	2	2	0.15	2	0.15	No	No	
Gonzalo Pesántez	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
			Local		Unidireccional	Norte - Sur		Articulado			
	<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>		<b>Aceras</b>				<b>Parterre</b>		
			Ancho (m)	No. carriles	Izquierda		Derecha		Ancho (m)	Altura (m)	
					Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)			
			16 de Agosto	8.1	4.05	1	0.15	0.9	0.15	No	No
	Luis Casiraghi	10	2	2	0.15	2	0.15	No	No		
Francisco de Orellana	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
			Colectora		Bidireccional	Sur - Norte		Flexible			
	<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>		<b>Aceras</b>				<b>Parterre</b>		
			Ancho (m)	No. carriles	Izquierda		Derecha		Ancho (m)	Altura (m)	
					Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)			
			Luis Casiraghi	13.9	4	3.5	0.15	6	0.15	No	No
2	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>				
		Colectora		Unidireccional	Sur - Norte		Flexible				
Eloy Alfaro	1	<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>		<b>Aceras</b>				<b>Parterre</b>	
				Ancho (m)	No. carriles	Izquierda		Derecha		Izquierda	Derecha
						Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)		
				16 de Agosto	8.6	2	2.2	0.15	1.1	0.15	No
	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>				
		Colectora		Unidireccional	Oeste-Este		Articulado				

		Sor Consuelo Iglesias	8	2	2	0.15	2	0.15	No	No	
	2	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
			Colectora		Bidireccional	Oeste-Este		Rígido			
	2	<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>	<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>				
				Intersección con:	Ancho (m)	No. carriles	Izquierda Ancho (m)	Derecha Altura (m)	Izquierda Ancho (m)	Derecha Altura (m)	Ancho (m)
			Sixto Durán Ballén	12.2	2	2.8	0.15	3	0.15	No	No
	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
				Colectora		Unidireccional	Este - Oeste		Articulado		
	1	<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>	<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>				
				Intersección con:	Ancho (m)	No. carriles	Izquierda Ancho (m)	Derecha Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)
			Cóndor Mirador	8	2	2.9	0.15	1.8	0.15	No	No
			Sor Consuelo Iglesias	8	2	2	0.15	2	0.15	No	No
	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
				Colectora		Unidireccional	Norte - Sur		Articulado		
	1	<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>	<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>				
				Intersección con:	Ancho (m)	No. carriles	Izquierda Ancho (m)	Derecha Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)
			Los Anturios	6.5	2	1.9	0.15	1.4	0.15	No	No
	1	<b>Clasificación</b>	<b>Jerarquía vial</b>		<b>Direccionalidad</b>	<b>Orientación</b>		<b>Superficie de rodamiento</b>			
				Colectora		Unidireccional	Este - Oeste		Articulado		
	1	<b>Características</b>	<b>Intersección con:</b>	<b>Calzada</b>	<b>Aceras</b>		<b>Parterre</b>				
				Intersección con:	Ancho (m)	No. carriles	Izquierda Ancho (m)	Derecha Altura (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ancho (m)
			Pedro de Vergara	7	2	2.05	0.15	2	0.15	No	No

La red vial seleccionada está compuesta principalmente de calzadas amplias, sin parterres y con aceras de dimensiones adecuadas. Las calles son de pavimento rígidos, flexibles y articulados indistintamente

#### 4.1.4.2. Intersecciones semaforizadas

Existen tres intersecciones semaforizadas contiguas, ubicadas alrededor del terminal terrestre, que están identificadas y cuyas características se presentan en la Tabla 6. Los datos recopilados a continuación se emplearán en las simulaciones, más adelante.

**Tabla 6**

*Intersecciones semaforizadas.*

Semáforo	Intersección	Ciclos	
	Calles	Color	Tiempo (s)
1	Gonzalo	Rojo	30
	Pesántez y 12 de Febrero	Ámbar	3
		Verde	30
2	Francisco de Orellana y 12 de Febrero	Rojo	30
		Ámbar	3
		Verde	30
3	Francisco de Orellana y Atahualpa	Rojo	30
		Ámbar	3
		Verde	30

#### 4.1.5. Diseño geométrico

La red de ciclovías se diseña con el objetivo de brindar infraestructura eficiente que visibilice a los ciclistas por medio de intersecciones seguras. El ancho de las ciclovías depende del tamaño de las secciones transversales de las calzadas, para ello se consideran obligatoriamente las dimensiones que indica el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “Señalización vial. Parte 6. Ciclovías” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2015), también se adoptan las sugerencias del Manual de ciclo-infraestructura y micromovilidad para Ecuador (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2022). Véase Tabla 7.

**Tabla 7***Dimensiones básicas de ciclovías*

Ciclovía	Mínimo (m)	Recomendado (m)	Óptimo (m)
Unidireccional	1.20	1.50	2.00
Bidireccional	2.20	2.50	3.00

*Fuente:* RTE INEN 004.

El ancho mínimo que se empleó para carriles del flujo automotor es de 2.70 metros (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2021), sin embargo esta medida puede restringir el paso de vehículos de emergencia. Se adoptó el ancho mínimo indicado en vías unidireccionales de dos carriles y un ancho mínimo de 3.2 metros en vías unidireccionales de un solo carril, evitando restringir la circulación de vehículos de emergencia y permitiendo realizar giros en intersecciones intervenidas. El cálculo de radios de giro en intersecciones está fuera del alcance de este trabajo. Sin embargo, no se empleó segregación dura que comprometa los giros en intersecciones, por lo que se mantuvo la configuración de giro actual en las calles intervenidas como se indica en el Anexo A. Es necesario considerar la norma RTE INEN 004 para acoplar dispositivos de segregación, marcas viales de cruce, señalización, rampas en aceras y cruces dentro de intersecciones, que tampoco se abordan en esta tesis.

Las secciones transversales de las calles presentan variaciones que en algunos casos resultan similares y en otros significan un cambio mayor que requiere ser considerado como un tramo de vía, serán consideradas como secciones transversales, secciones tipo o tramos. En las vías y sus tramos se diseña sobre la sección transversal de menor tamaño, de esta forma se garantiza que a lo largo del recorrido se puedan cumplir las dimensiones mínimas propuestas para la circulación. Las secciones transversales se desarrollan con la herramienta web *Streetmix* y los planos del diseño geométrico de ciclovías se adjuntan en el Anexo A.

### ***Avenida Luis Casiraghi***

La avenida es una vía arterial que no presenta una sección transversal continua, varía en cada carril a lo largo de su trayectoria. Se trabaja con la menor sección de la calzada porque de esa forma se puede garantizar un flujo vehicular continuo. La menor sección de la avenida se indica en la Figura 10.

#### **Figura 10**

*Sección transversal de la avenida Luis Casiraghi*



En ambos sentidos de circulación se emplazan ciclovías con el ancho mínimo (1.2 metros) y 30 centímetros para la instalación de segregadores. El uso de los carriles del lado derecho en la avenida es mayoritariamente destinado al uso de parqueaderos, lo que dificulta la visibilidad para los vehículos que buscan incorporarse a la avenida en intersecciones, por ello se plantea eliminar la circulación de vehículos motorizados en los carriles de los lados derechos. El carril de circulación mínimo propuesto con 3.2 metros de ancho permite la circulación de vehículos de emergencia. La propuesta de rediseño se observa en la Figura 11.

Figura 11

Sección transversal propuesta de avenida Luis Casiraghi



Entre algunas opciones para el diseño geométrico se escogieron ciclovías adosadas a las aceras porque de esa manera se minimizan posibles conflictos en las intersecciones del trayecto y se reducen las maniobras emergentes de ciclistas y conductores durante las incorporaciones desde calles adyacentes u otras ciclovías.

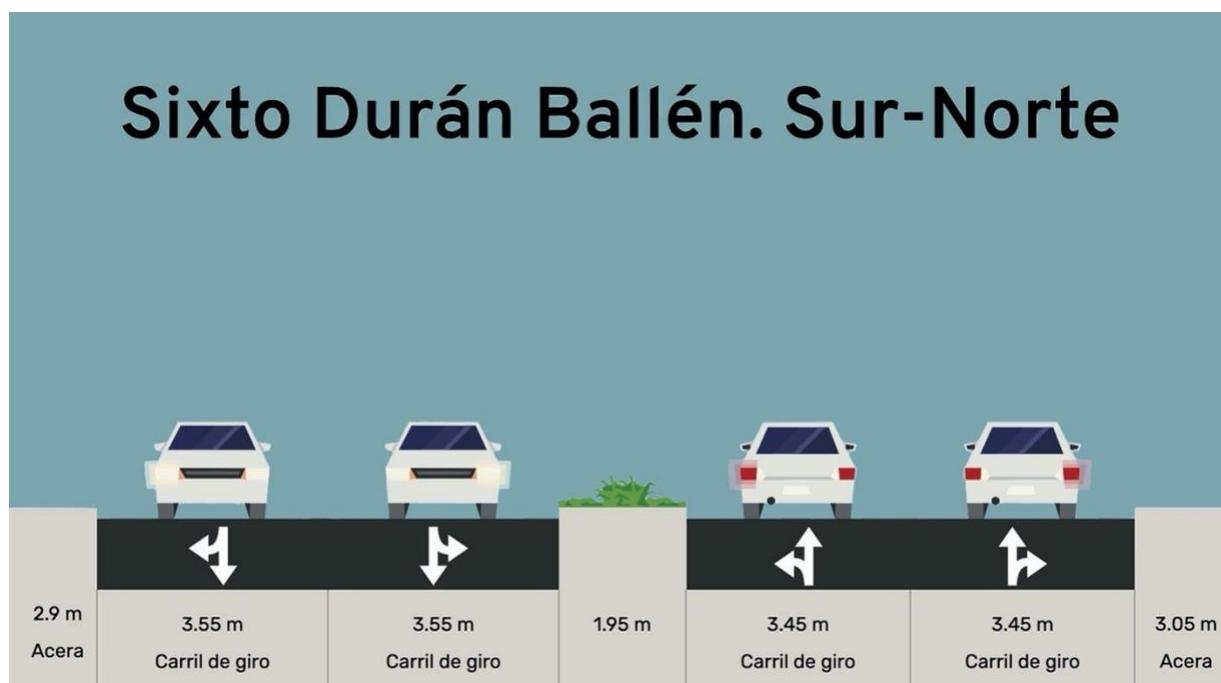
El diseño está condicionado principalmente por el ancho de la calzada, se evitó implementar una ciclovía bidireccional en uno de sus carriles por esta restricción. Las intersecciones de la avenida no son semaforizadas, por lo que poner en marcha una ciclovía bidireccional puede resultar peligroso. La avenida tiene ingreso y salida en el redondel Héroes del Cenepa, condición que encamina a pegar las ciclovías con las aceras.

### ***Avenida Sixto Durán Ballén***

La avenida presenta una sección transversal mayormente continua, sin embargo en el estudio se considera la sección con menores dimensiones. La menor sección transversal de la avenida se indica en la Figura 12.

#### **Figura 12**

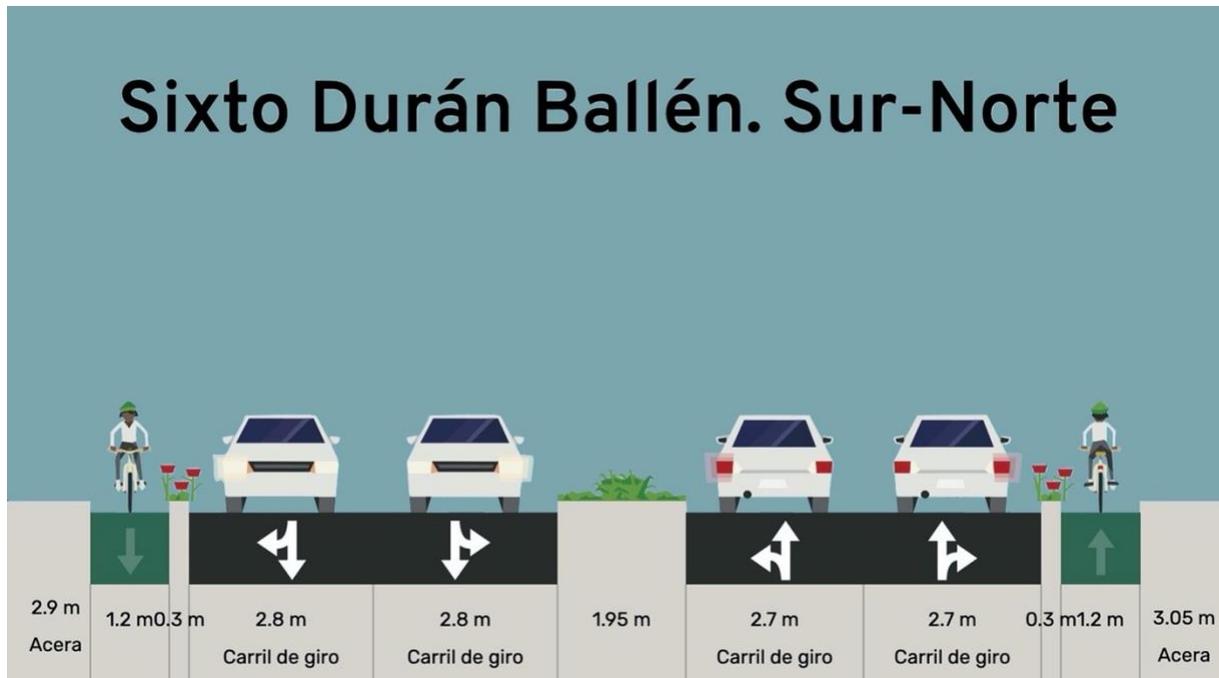
*Sección transversal de la avenida Sixto Durán Ballén*



En ambos sentidos de circulación se definen ciclovías con de 1.2 metros de ancho y se adjuntan 0.3 metros adicionales para la instalación de segregadores. Con esta medida se reducen 0.75 metros a cada carril de circulación y el tránsito de vehículos de emergencia no se ve comprometido con la nueva sección. La propuesta de rediseño se observa en la Figura 13.

Figura 13

Sección transversal de la avenida Sixto Durán Ballén



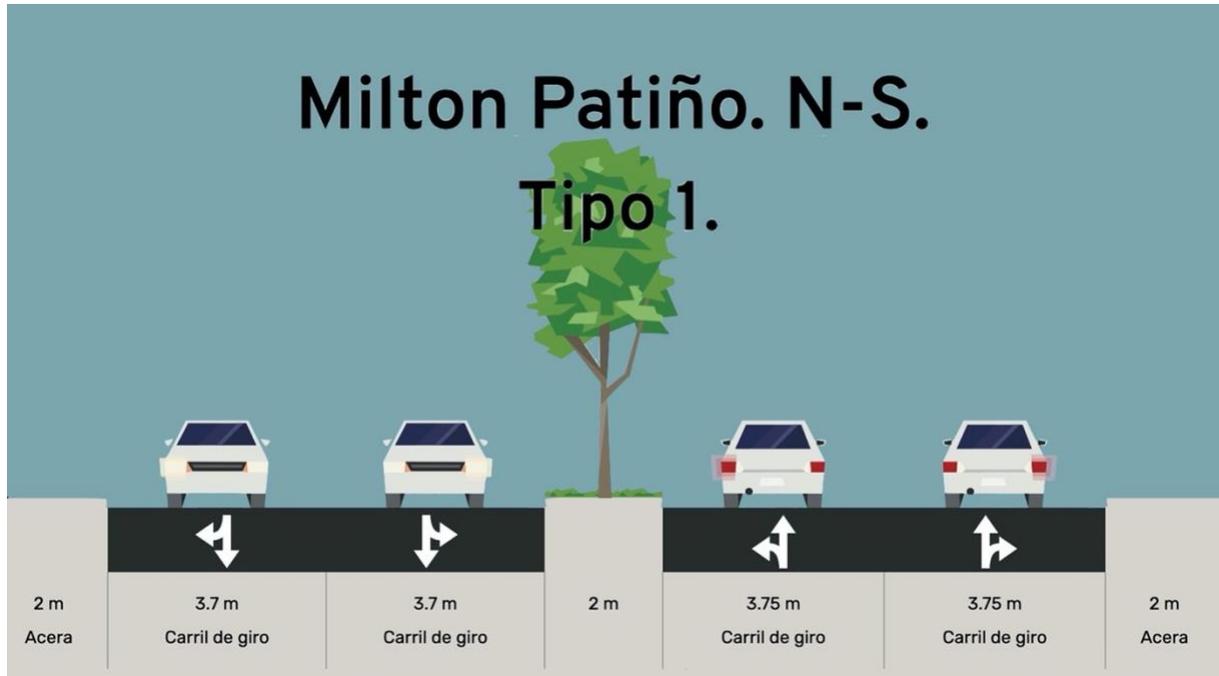
Las ciclovías son adosadas a la acera derecha según el sentido de la calzada para precautelar la seguridad y facilitar el tránsito de los actores viales.

### ***Avenida Milton Patiño***

La avenida Milton Patiño está compuesta principalmente por dos tramos con secciones transversales distintas. La mayor sección transversal se encuentra entre las calles Padre José Prieto y Tiwintza, y conforma el tramo 1; la sección transversal con menores dimensiones se ubica entre la calle Tiwintza y la única rotonda que recorre la avenida, conformando el tramo 2. La sección transversal del tramo donde se implementará la infraestructura se indica en la Figura 14.

**Figura 14**

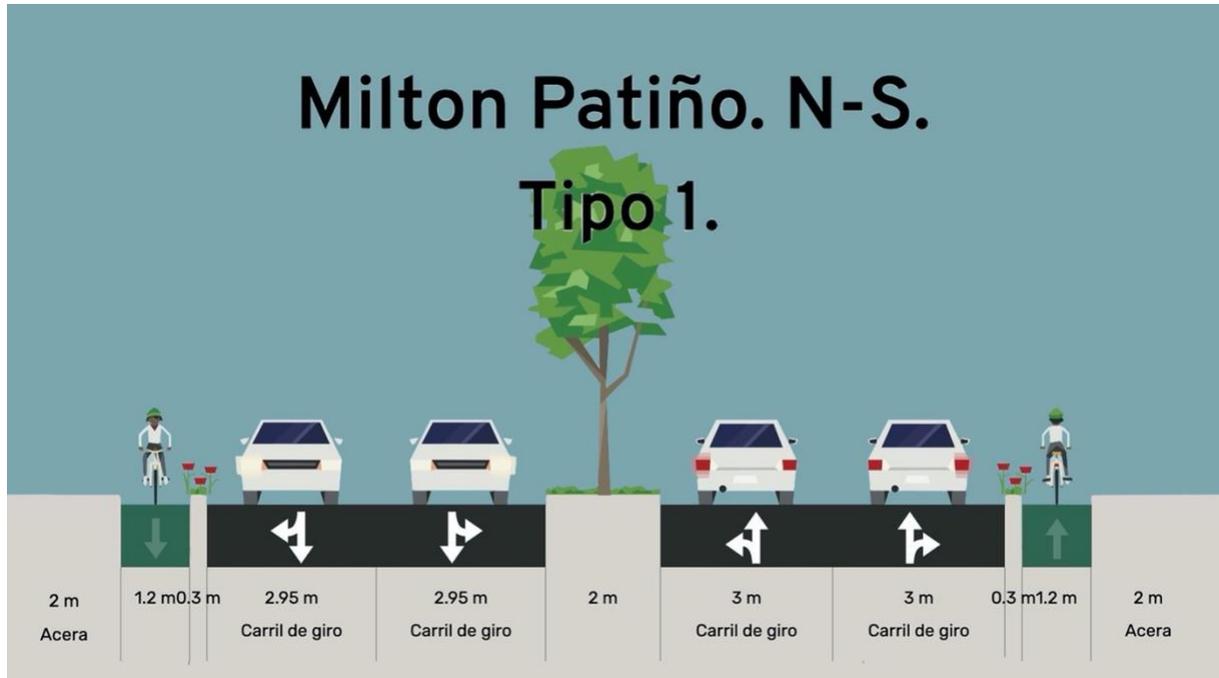
*Sección transversal del tramo 1 en la avenida Milton Patiño*



En la sección del tramo 1 se asignan ciclovías de 1.2 metros de ancho, con una franja de 0.3 metros para segregación, adosadas a la acera derecha según cada sentido de circulación. La implementación de ciclovías a esta sección reduce 0.75 metros a los carriles de circulación. La propuesta de la sección se indica en la Figura 15.

**Figura 15**

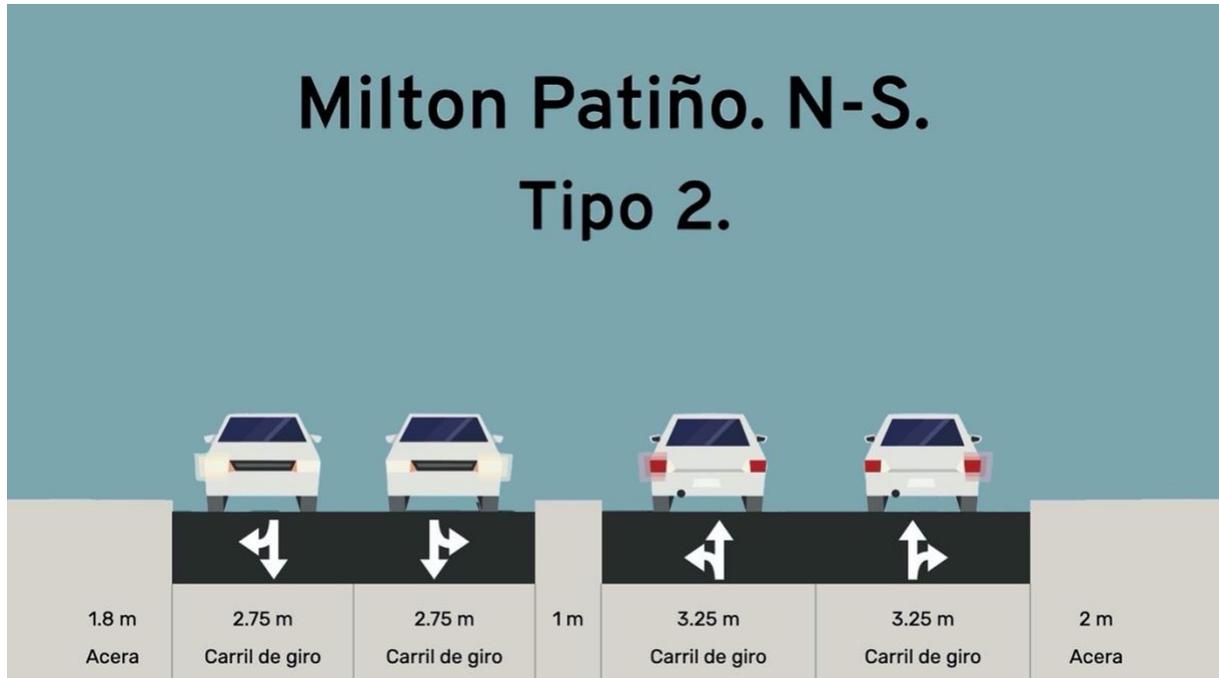
*Sección transversal propuesta en el tramo 1 de la avenida Milton Patiño*



La sección del tramo 2 se emplazará con las mismas características de la sección del tramo 1. En la Figura 16 se indica el estado actual de la sección transversal.

**Figura 16**

*Sección transversal del tramo 2 en la avenida Milton Patiño*



La implementación de ciclovías en la sección tipo 2 reduce un carril de circulación por sentido y otorga un solo espacio para el flujo automotor. La propuesta de la sección se indica en la Figura 17.

**Figura 17**

*Sección transversal propuesta en el tramo 2 de la avenida Milton Patiño*



***Calle 16 de Agosto***

La calle se compone de una sección transversal principalmente continua, para efectos del estudio se considera la sección con menores dimensiones. La menor sección transversal de la calle se indica en la Figura 18.

**Figura 18**

*Sección transversal de la calle 16 de Agosto*



En ambos sentidos de circulación se definen ciclovías con de 1.2 metros de ancho y se adjuntan 0.3 metros adicionales para la instalación de segregadores. La propuesta implica una reducción de 0.75 metros a cada carril de circulación, la nueva dimensión de ancho en cada carril no excluye el tránsito de vehículos de emergencia. La propuesta se observa en la Figura 19.

**Figura 19**

*Sección transversal propuesta en la calle 16 de Agosto*



Las ciclovías adosadas a las aceras derechas según el sentido de circulación buscan mantener la conexión en intersecciones con las otras ciclovías que forman parte de la red, previniendo cruces preligrosos.

### ***Calle Amazonas***

Presenta una sección transversal continua a lo largo de todo su recorrido. Es posible proponer una sección transversal para toda la calle, sin embargo brinda acceso a un importante polo generador del grupo educación por lo que se proponen dos secciones transversales. Las secciones tienen diferente ancho en el espacio de ciclovía y las demás características son similares.

La sección transversal 1 se emplaza desde la calle 16 de Agosto hasta la calle García Moreno, la sección transversal 2 continúa el recorrido hasta la calle Eloy Alfaro, finalmente se retoma la sección transversal 1 desde la calle Eloy Alfaro hasta la avenida Luis Casiraghi. En la Figura 20 se indica la sección transversal de la calle.

## Figura 20

*Sección transversal de la calle Amazonas*



En la sección transversal 1 se asignan un ancho de ciclovía de 1.8 metros y un espacio de 0.2 metros destinado para segregación. Los carriles de circulación se reducen 1 metro con la implementación de esta sección y permiten la circulación de vehículos de emergencia. La Figura 21 indica la propuesta de la sección.

**Figura 21**

*Sección transversal 1 propuesta en la calle Amazonas*



La ciclovía está adosada a la acera derecha para brindar seguridad al ciclista en algunos puntos críticos, como cruces con poca visibilidad para los conductores y el ingreso de vehículos de carga al mercado municipal, cuya entrada es contigua a la acera izquierda. Además, de esta manera abastece de infraestructura directamente al ingreso del establecimiento educativo contiguo.

La sección transversal 2 tiene un ancho de ciclovía de 2 metros y un espacio de 0.2 metros destinado para segregación. Los carriles de tráfico automotor se reducen 1.1 metros y no restringen la circulación de vehículos de emergencia. La Figura 22 indica la propuesta de la sección.

Figura 22

Sección transversal 2 propuesta en la calle Amazonas



La sección es exclusiva para la manzana del centro educativo, por ello se escogió un ancho óptimo. Además de generar confianza en los ciclistas, la sección contribuye a disminuir las velocidades de circulación en la zona escolar.

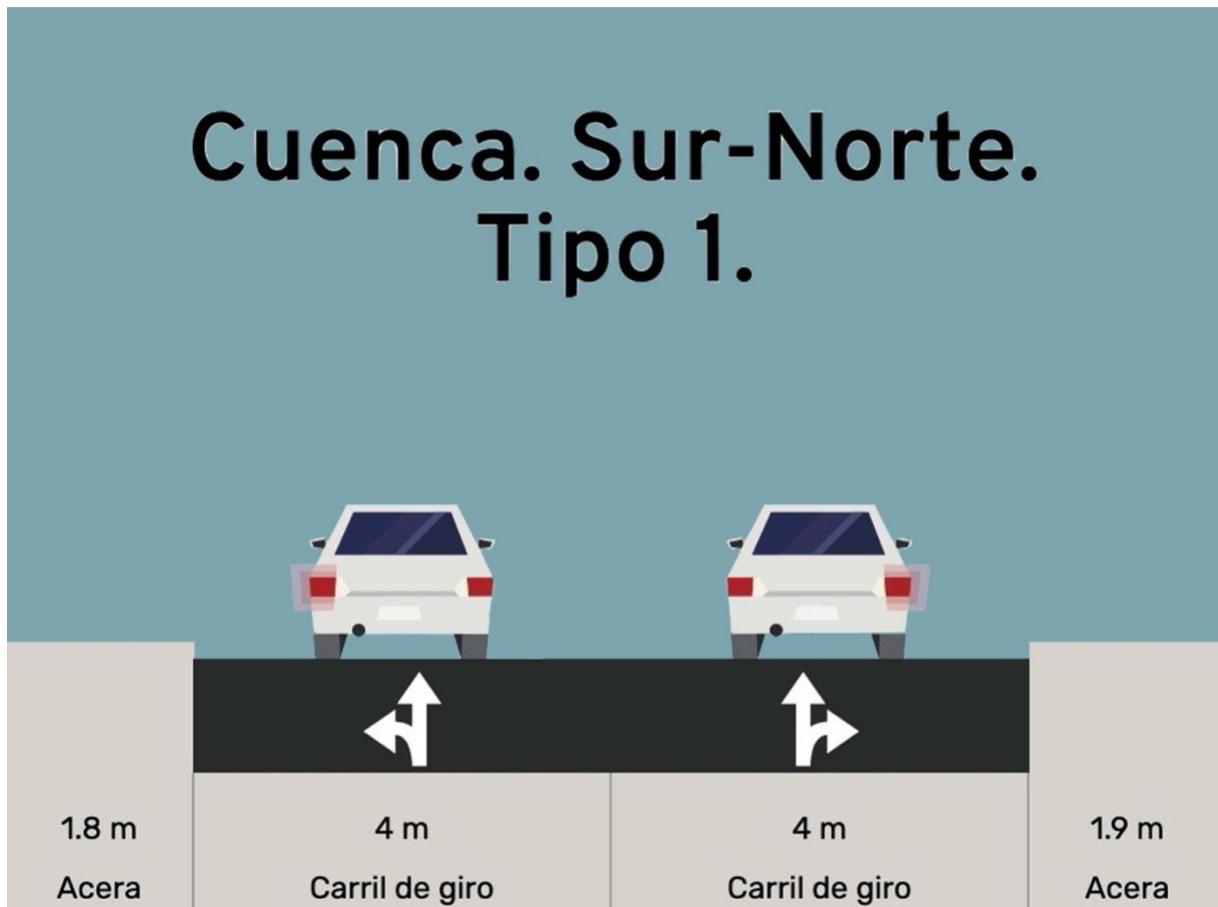
### ***Calle Cuenca***

La calle Cuenca no presenta una sección continua, se identifican dos clases de secciones transversales. La sección es mayormente uniforme y aumenta el ancho cuando atraviesa la calle Domingo Comín, dirección de polos generadores de grupos de trabajo y reunión.

La sección transversal 1, de menor ancho en comparación con la sección transversal 2, inicia en la avenida Luis Casiraghi y termina en la calle García Moreno. La sección transversal 2 continúa desde la calle García Moreno hasta la rotonda con la calle 16 de Agosto. El estado actual de la sección transversal 1 se encuentra en la Figura 23.

### Figura 23

*Sección transversal 1 en la calle Cuenca*



En la sección transversal 1 se asignan un ancho de ciclovía de 1.8 metros y un espacio de 0.2 metros destinado para segregación. Los carriles de circulación se reducen 1 metro con la implementación de esta sección y permiten la circulación de vehículos de emergencia. La Figura 24 indica la propuesta de la sección.

Figura 24

Sección transversal 1 propuesta en la calle Cuenca



La ciclovía está adosada a la acera derecha para brindar seguridad al ciclista. A lo largo de la calle se permiten dos giros hacia el sentido derecho y cuatro similares hacia el izquierdo, por lo tanto la ubicación de la ciclovía minimiza la cantidad de interacción en giros con vehículos que circulan por la misma calle.

Las entradas a los establecimientos educativos contiguos se encuentran en la acera derecha y su cercanía, por ello brindar infraestructura en puerta a esas instituciones resulta incluyente con la priorización de polos adoptada en la metodología.

La sección transversal 2 incluye un segmento, comprendido entre las calles García Moreno y Domingo Comín, que contiene las mismas características de calzada que la sección anterior. La Figura 25 indica el estado actual de la sección transversal 2.

**Figura 25**

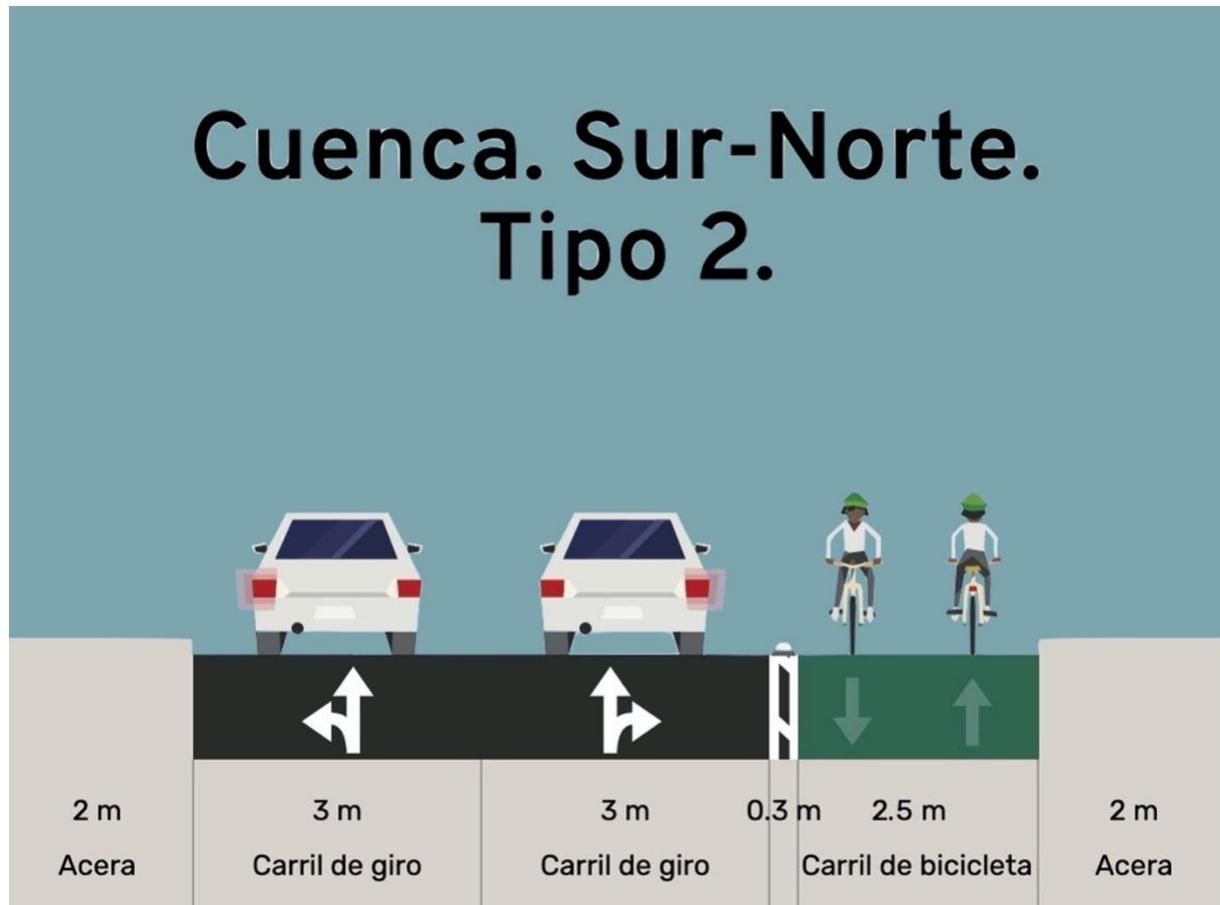
*Sección transversal 2 en la calle Cuenca*



La sección tiene un ancho de ciclovía bidireccional de 2.5 metros y un espacio de 0.3 metros destinado para segregación. Los carriles de tráfico automotor se reducen 1.4 metros y no restringen la circulación de vehículos de emergencia. La Figura 26 indica la propuesta de la sección.

Figura 26

Sección transversal 2 propuesta en la calle Cuenca



El segmento incluido en la sección transversal 2 se anexa con las dimensiones de ciclo vía bidireccional porque atraviesa una zona escolar importante y con esta inclusión se puede encontrar una reducción en la velocidad de circulación.

El beneficio del tramo bidireccional recae en brindar mayor conectividad para viajes que vienen desde fuera del área de estudio y que tienen como destino cualquiera de los cuatro tipos de polos generadores cercanos a la ciclo vía. También permite retornar desde cualquier punto en la ciclo vía a los usuarios que realizan viajes desde dentro del área de estudio.

Una desventaja a consideración es la posibilidad de choque entre ciclistas que usen ambos sentidos de la ciclo vía, sin embargo es una probabilidad que implicaría una colisión a

velocidades relativamente bajas y con fuerzas de impacto menores a las producidas entre un vehículo automotor y un ciclista. También podría dificultar el cruce peatonal al tener que prestar atención a dos sentidos en la cicloavía.

Las desventajas presentadas son de carácter habitual pues hacer costumbre el prestar atención a los peatones para facilitar su paso y circular con precaución pueden minimizar la probabilidad de que ocurran sucesos riesgosos.

### ***Calle Gonzalo Pesántez***

La calle Gonzalo Pesántez tiene una sección transversal que varía de manera creciente a lo largo de su trayectoria, en esta calle se prevé implementar una sola sección tipo para incluir una cicloavía. La menor sección de la calzada es de 8.1 metros, al final de su recorrido la calzada alcanza una sección transversal máxima de 10 metros con aceras de 2 metros en cada lado.

En la propuesta se considera la menor sección de la calzada para que la sección tipo pueda emplazarse a lo largo de toda la calle. La menor sección de la calzada se indica en la Figura 27.

**Figura 27**

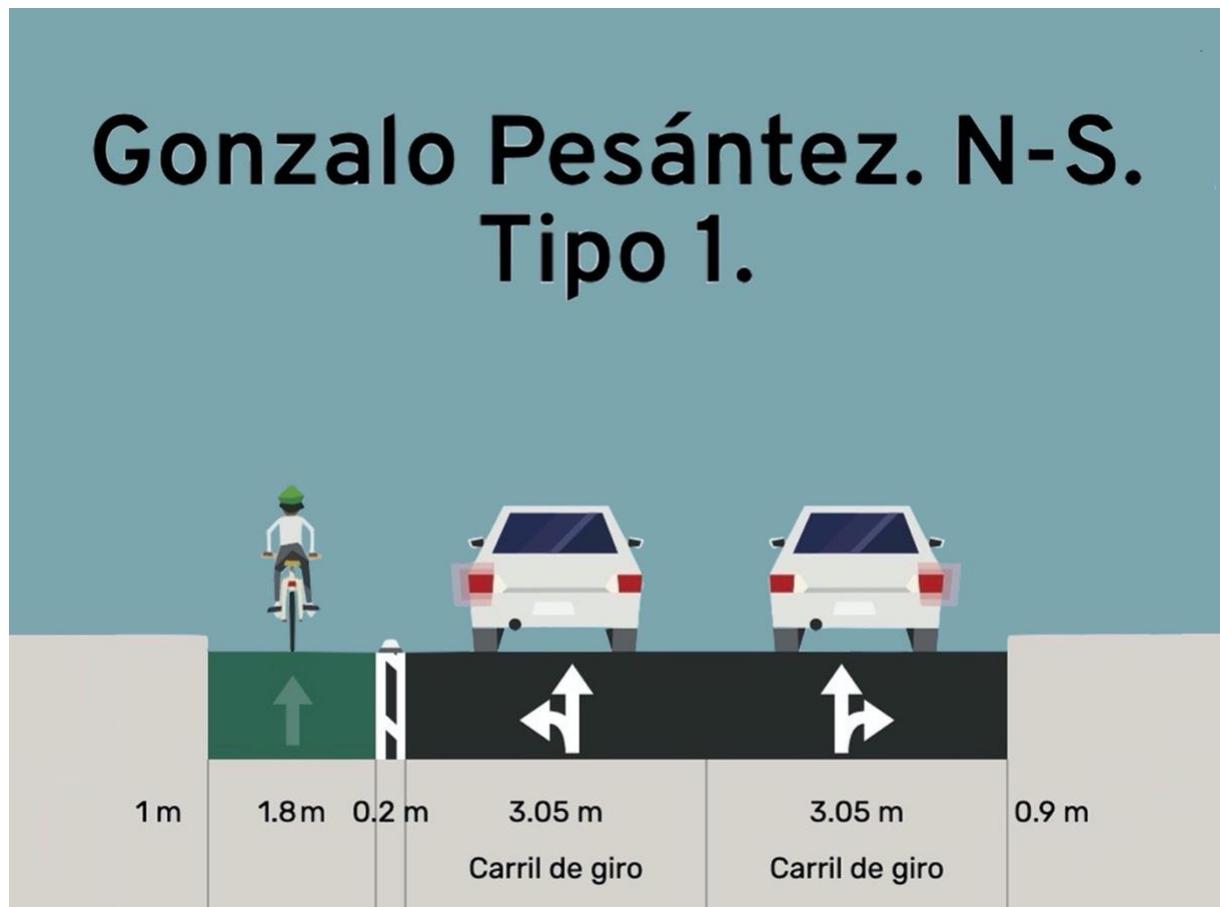
*Sección transversal de la calle Gonzalo Pesántez*



En la sección tipo se asigna un ancho de ciclovía de 1.8 metros y también una franja de 0.2 metros destinada para la instalación de segadores. Los carriles de circulación se reducen 1 metro con la implementación de esta sección y permiten la circulación de vehículos de emergencia. La Figura 28 indica la propuesta de la sección transversal.

Figura 28

Sección transversal propuesta de la calle Gonzalo Pesántez



En el trayecto de la calle se permiten cuatro giros hacia el sentido derecho y tres hacia el izquierdo, al emplazar la ciclovía adosada a la acera izquierda se consigue reducir las probabilidades de colisión con el flujo automotor en intersecciones y genera conexiones seguras en los cruces con otras ciclovías de la red propuesta.

### ***Calle Francisco de Orellana***

La calle Francisco de Orellana está comprendida por dos tramos de vía, un tramo bidireccional y un tramo unidireccional. Es conveniente proponer dos secciones tipo para implementar ciclovías en su calzada de acuerdo al tramo correspondiente.

La sección tipo 1 se emplazará en el tramo bidireccional de la calle con una ciclovía bidireccional, la sección tipo 2 se implementará en el tramo unidireccional con una ciclovía. En la Figura 29 se indica el estado actual del tramo 1.

### Figura 29

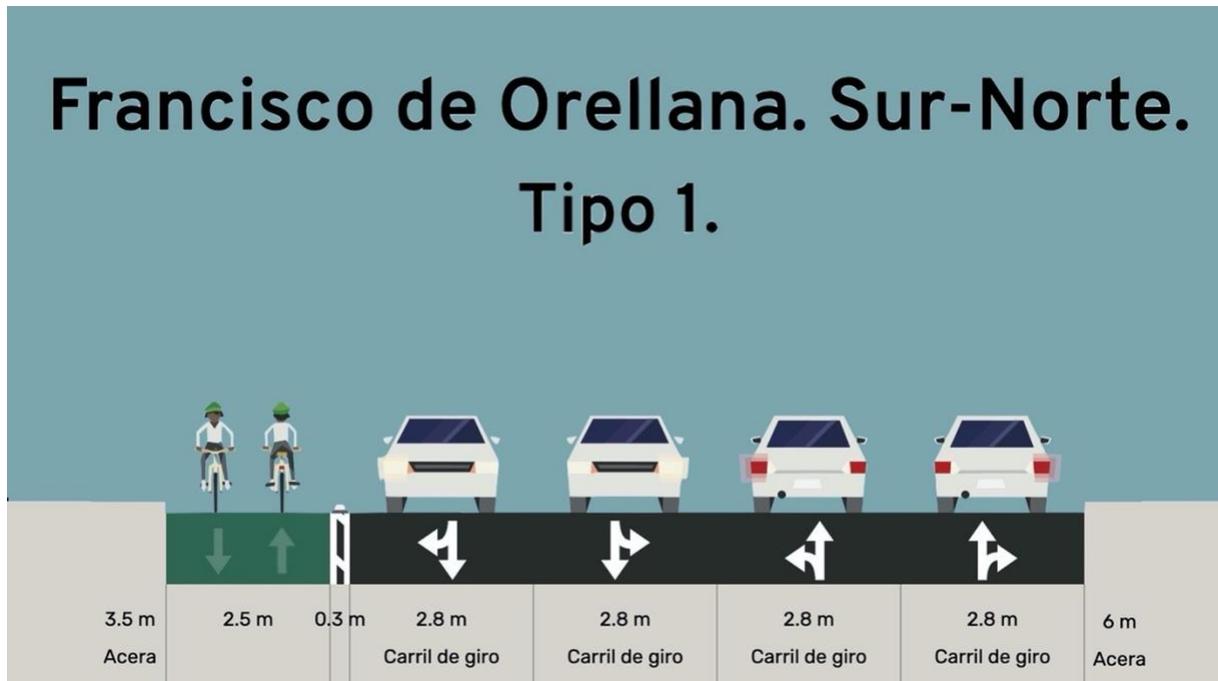
*Sección transversal 1 en la calle Francisco de Orellana*



La propuesta de sección tiene un ancho de ciclovía bidireccional de 2.5 metros y una franja de 0.3 metros destinado para segregación. Los carriles de flujo automotor se reducen 0.7 metros y no limitan la circulación de vehículos de emergencia. La propuesta de la sección se indica en la Figura 30.

Figura 30

Sección transversal 1 propuesta en la calle Francisco de Orellana

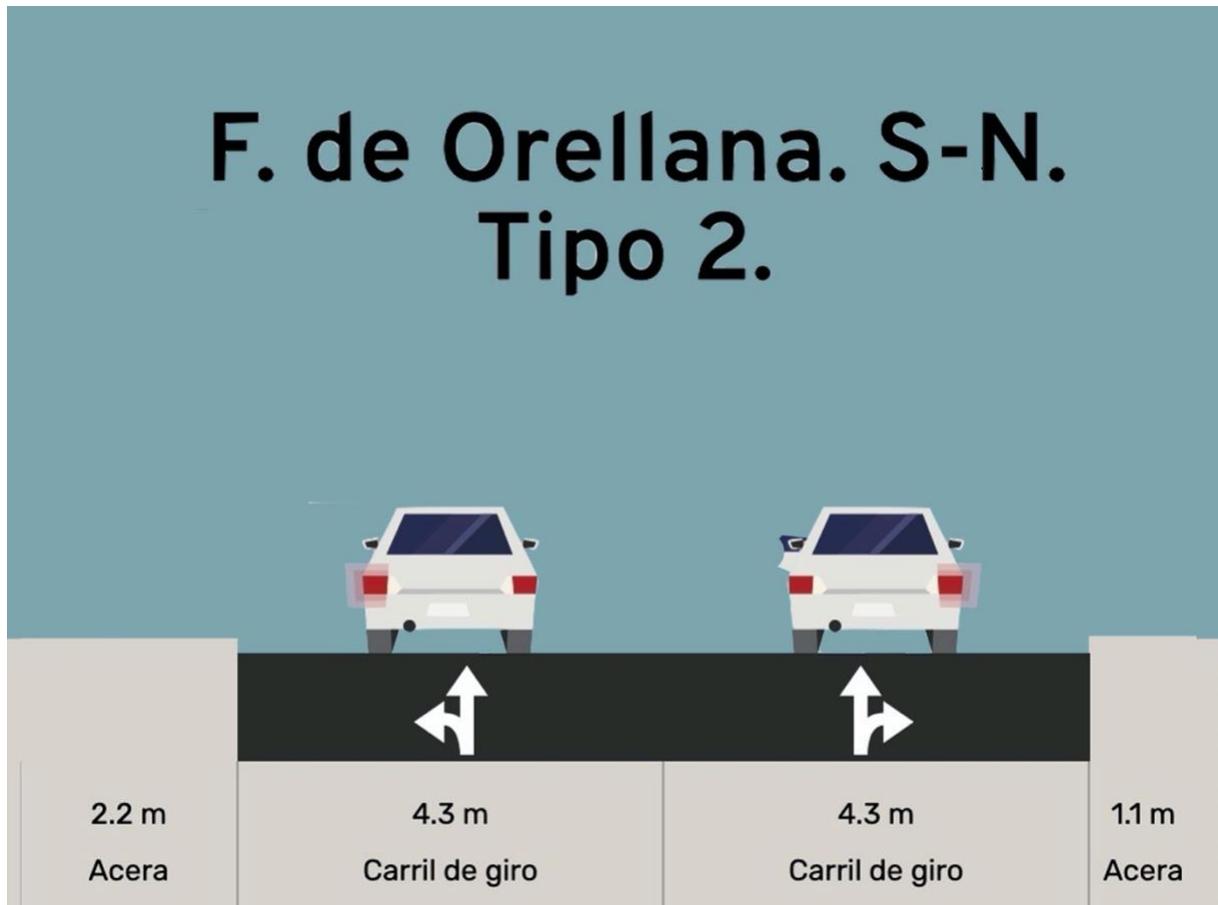


La ciclovía se ubica adjunta a la acera izquierda en el sentido sur-norte para facilitar la conexión con otras ciclovías, generando intersecciones seguras. Con el emplazamiento propuesto la ciclovía brinda un acceso directo al Centro Comercial Popular, que por su capacidad se erige como el polo generador del grupo reunión más importante. También genera conexión con la Terminal Terrestre, polo generador de principal consideración por ser parte del grupo transferencia.

El tramo 2 representa una sección transversal menor, de mayor longitud y no contiene intersecciones semaforizadas. La propuesta de sección transversal se detalla en la Figura 31.

Figura 31

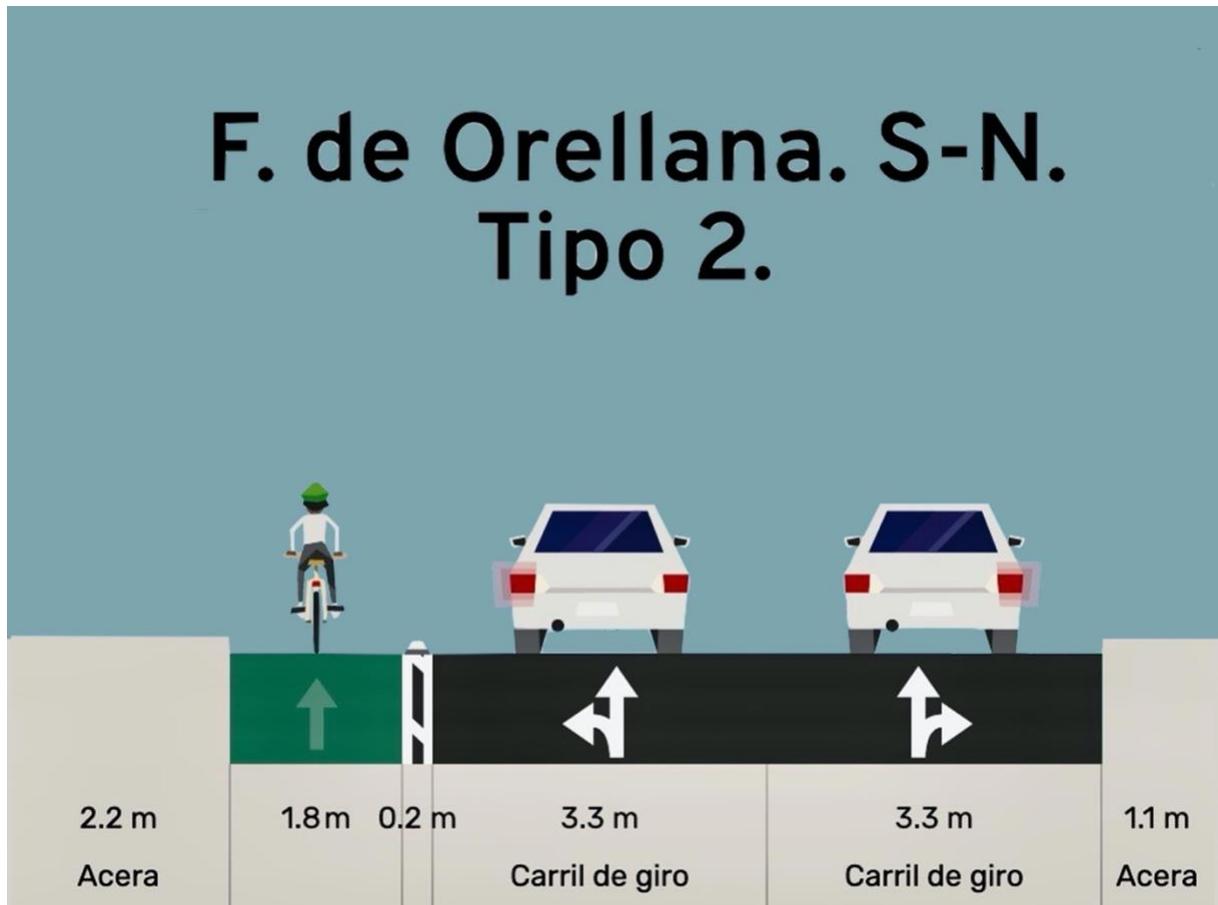
Sección transversal 2 en la calle Francisco de Orellana



En la sección tipo 2 se destina un ancho de ciclovía de 1.8 metros y un espacio de 0.2 metros destinado para ubicar segregadores. Los carriles de circulación se reducen 1 metro con la implementación de esta sección y permiten la circulación de vehículos de emergencia. La propuesta de la sección se indica en la Figura 32.

Figura 32

Sección transversal 2 propuesta en la calle Francisco de Orellana



La ciclovía está adosada a la acera izquierda para precautelar la seguridad del ciclista en el trayecto implementado. A lo largo de la calle se permiten dos giros hacia el sentido izquierdo y tres hacia el derecho, por lo tanto la ubicación de la ciclovía minimiza la cantidad de interacciones con vehículos que realizan giros en la misma calle.

### ***Calle Eloy Alfaro***

La calle Eloy Alfaro se compone principalmente por un tramo de vía unidireccional y un tramo de vía bidireccional en el área de estudio. La propuesta de ciclovías se presenta con dos secciones tipo y replica el sentido de circulación del flujo automotor.

La sección tipo 1 se implementará en el tramo unidireccional con una ciclovía en el mismo sentido. La sección tipo 2 se emplazará en el tramo bidireccional de la calle con una ciclovía bidireccional. En la Figura 33 se indica el estado actual de la sección transversal donde se implementará la sección tipo 1.

### Figura 33

*Sección transversal 1 en la calle Eloy Alfaro*



En la sección transversal 1 se destina un ancho de ciclovía de 1.8 metros y un espacio de 0.2 metros para instalar segregadores. Con la implementación esta sección tipo se reduce un metro en el ancho de cada uno de los carriles de circulación, esta medida no restringe la circulación de vehículos de emergencia. La propuesta de la sección se indica en la Figura 34.

**Figura 34**

*Sección transversal 1 propuesta en la calle Eloy Alfaro*



A lo largo del tramo donde se implementará la sección transversal 1 se permiten dos giros hacia el sentido izquierdo y tres hacia el derecho, por lo tanto la ubicación de la ciclovía adosada a la acera izquierda minimiza la cantidad de interacciones con vehículos que realizan giros en la misma calle y precautela la seguridad de ciclistas y conductores.

La sección transversal 2 se emplazará en el tramo bidireccional de la calle con una ciclovía de igual sentido de circulación. En la Figura 35 se indica el estado actual del tramo donde se implementará la sección transversal 2.

**Figura 35**

*Sección transversal 2 en la calle Eloy Alfaro*



La propuesta de sección tiene un ancho de ciclovía bidireccional de 2.5 metros y una franja de 0.3 para adecuación de elementos segregadores. Los carriles de flujo automotor se reducen 0.7 metros y no limitan la circulación de vehículos de emergencia. La propuesta de la sección se indica en la Figura 36.

**Figura 36**

*Sección transversal 2 propuesta en la calle Eloy Alfaro*



La ciclovía está contigua a la acera izquierda en el sentido de circulación oeste-este, así facilita la conectividad dentro de la red de ciclovías mientras forma parte de intersecciones seguras para el tránsito de bicicletas y automóviles. Con la propuesta de ciclovía se abastece de infraestructura al ingreso de un polo generador perteneciente al grupo educación.

### ***Calle García Moreno***

La sección transversal de la calle García Moreno es mayoritariamente uniforme, en la calle se proyecta una ciclovía compuesta por dos secciones tipo que adoptan el sentido de circulación de la calzada. Las secciones tipo usan la geometría de la menor sección transversal de la calzada, en la Figura 37 se indica la menor sección transversal.

Figura 37

Sección transversal de la calle García Moreno



La sección tipo 1 se ubica en el tramo comprendido entre las calles Cóndor Mirador y Cuenca, zona escolar con restricción de velocidad. La sección tipo 2 se emplaza desde la calle Cuenca hasta la calle Sor Consuelo Iglesias.

En la sección tipo 1 se define un ancho de ciclovía de 2 metros y un espacio de 0.2 metros para instalar segregadores. Con la implementación esta sección tipo se reduce 1.1 metros en el a los carriles de circulación. Esta medida no restringe la circulación de vehículos de emergencia y precautela la seguridad de los peatones contribuyendo a la circulación vehicular dentro del rango permitido. La propuesta de la sección se indica en la Figura 38.

Figura 38

Sección transversal 1 propuesta en la calle García Moreno



En la sección tipo 2 se asigna una ciclovía de 1.8 metros de ancho y un espacio de 0.2 metros destinado para segregación. Los carriles de circulación se reducen 1 metro, permitiendo la circulación de vehículos de emergencia. La Figura 39 indica la propuesta de la sección.

Figura 39

Sección transversal 2 propuesta en la calle García Moreno



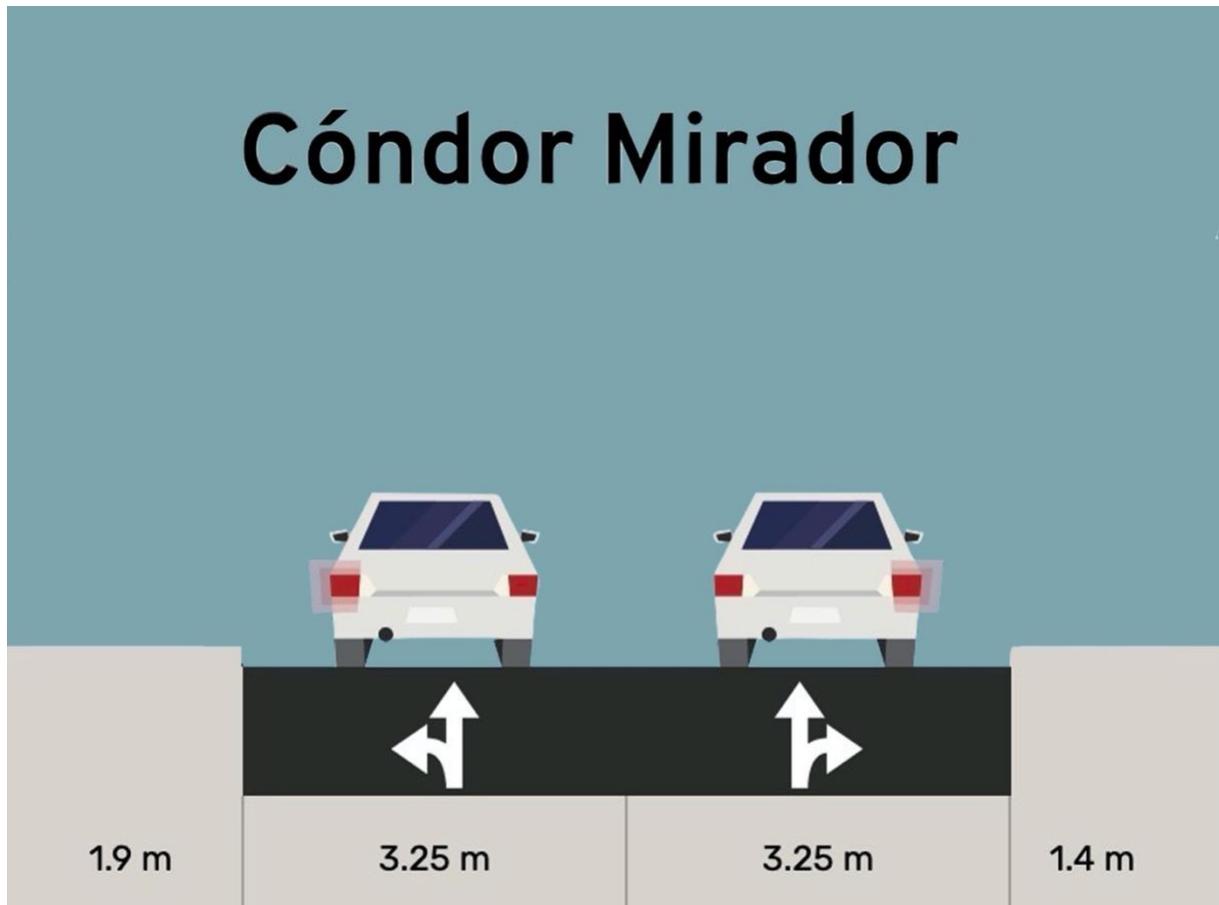
La ciclovía propuesta para esta calle se ubica junto a la acera derecha para conformar intersecciones seguras para peatones, ciclistas y conductores en el recorrido que la involucra.

### ***Calle Cóndor Mirador***

El tramo de calle considerado en el estudio presenta una sección uniforme, en esta calle se plantea implementar una sección tipo que permite el uso de una ciclovía bidireccional para generar conexión desde el área de estudio hacia fuera y viceversa. La sección transversal de la calle se indica en la Figura 40.

**Figura 40**

*Sección transversal de la calle Cóndor Mirador*



La propuesta tiene un ancho de 2.2 metros de ciclovía y una sección adicional de 0.2 metros para adecuación de segregadores. El espacio de ciclovía y su resguardo reduce la sección transversal del flujo automotor a un carril de 4.1 metros, esta medida contribuye a la pacificación de la calle que atraviesa una zona escolar. La propuesta de la sección se indica en la Figura 41.

Figura 41

Sección tipo en la calle Cóndor Mirador



La ciclovía propuesta se ubica junto a la acera derecha para facilitar conexión con la ciclovía contiguas de la calle García Moreno. El recorrido de la ciclovía no tiene ningún cruce que involucre giros sobre la infraestructura y atraviesa el ingreso de un polo generador del grupo educación.

### ***Avenida Los Anturios***

La sección transversal del tramo de la avenida Los Anturios es uniforme, en el tramo se proyecta una ciclovía bidireccional. Las sección transversal de la avenida se indica en la Figura 42.

**Figura 42**

*Sección transversal de la avenida Los Anturios*



La propuesta tiene un ancho de 2.2 metros de ciclo vía y una sección adicional de 0.2 metros para adecuación de segregadores. La sección tipo elimina un carril de circulación y establece un carril de 4.16 metros para el tráfico automotor. La propuesta de la sección se indica en la Figura 43.

Figura 43

Sección tipo en la avenida Los Anturios



La ciclovía en este tramo forma parte de la ciclovía bidireccional que se trazó desde la calle García Moreno, por ello mantiene la premisa de pacificar las calles y facilitar las conexiones de las rutas.

#### **4.1.6. Evaluación con el flujo vehicular**

El rediseño de las calles con la implementación ciclovías, ampliaciones de aceras, reducción de carriles, asignación de carriles exclusivos, plataformas únicas, obras civiles que delimitan espacios o la aplicación de urbanismo táctico, contribuye a la pacificación de las mismas. En la práctica, una calle pacificada brinda las condiciones necesarias para que un vehículo circule a una velocidad menor a la habitual antes de su pacificación.

Reducir la velocidad de circulación de los vehículos en las calles que formen parte de las redes de ciclovías es absolutamente necesario por temas de seguridad vial. En una colisión a altas velocidades se requiere mayor absorción de energía cinética para los involucrados, por lo tanto el riesgo de sufrir lesiones para conductores, ciclistas y peatones es mayor. Además, a mayor velocidad de circulación de un vehículo, mayor es la distancia de frenado (Sociedad Global de Seguridad Vial, 2008), lo que aumenta el peligro de atentar en contra de la seguridad de los usuarios viales.

Designar un espacio de la calzada para el flujo de bicicletas implica una reducción en el ancho de su sección, lo que produce directamente una disminución de velocidad del flujo automotor. Por cada metro de carril reducido, la velocidad disminuye en 5.7 km/h aproximadamente (Yagar & Van Aerde, 1983).

La evaluación de las ciclovías con el flujo vehicular indica el comportamiento vial de los vehículos en dos etapas o estados, actual y posterior a la implementación de ciclovías. El comportamiento vehicular se analiza por medio de simulaciones microscópicas desarrolladas mediante el software de código abierto *SUMO (Simulation of Urban Mobility)*, desarrollado por el DLR (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*).

Las simulaciones se realizan ingresando la demanda vehicular y su composición, velocidad de circulación e infraestructura vial. Los datos de la demanda que se emplean en las simulaciones son los de aforos en hora de máxima demanda, proporcionados por el GAD Municipal de Gualaquiza. Adicionalmente se realizaron aforos de las intersecciones donde no existía información del flujo vehicular.

En la primera simulación se analiza el estado actual del tráfico, con los límites de velocidad establecidos en el Plan de Movilidad Sustentable de Gualaquiza (2017), las características geométricas detalladas en la sección 4.1.5. y los aforos en hora de máxima

demanda. Para la simulación con la implementación de ciclovías se disminuye la velocidad en función del ancho reducido a la sección transversal de la calzada.

Las simulaciones arrojan demoras promedio de tiempo parado por vehículo, en segundos. Desde las demoras se establecen niveles de servicio para las calles involucradas. Los niveles de servicio se asignan según los rangos indicados en el Highway Capacity Manual Volume 3: Interrupted Flow (Transport Research Board, 2010). Véase Tabla 8.

**Tabla 8**

*Demoras y niveles de servicio*

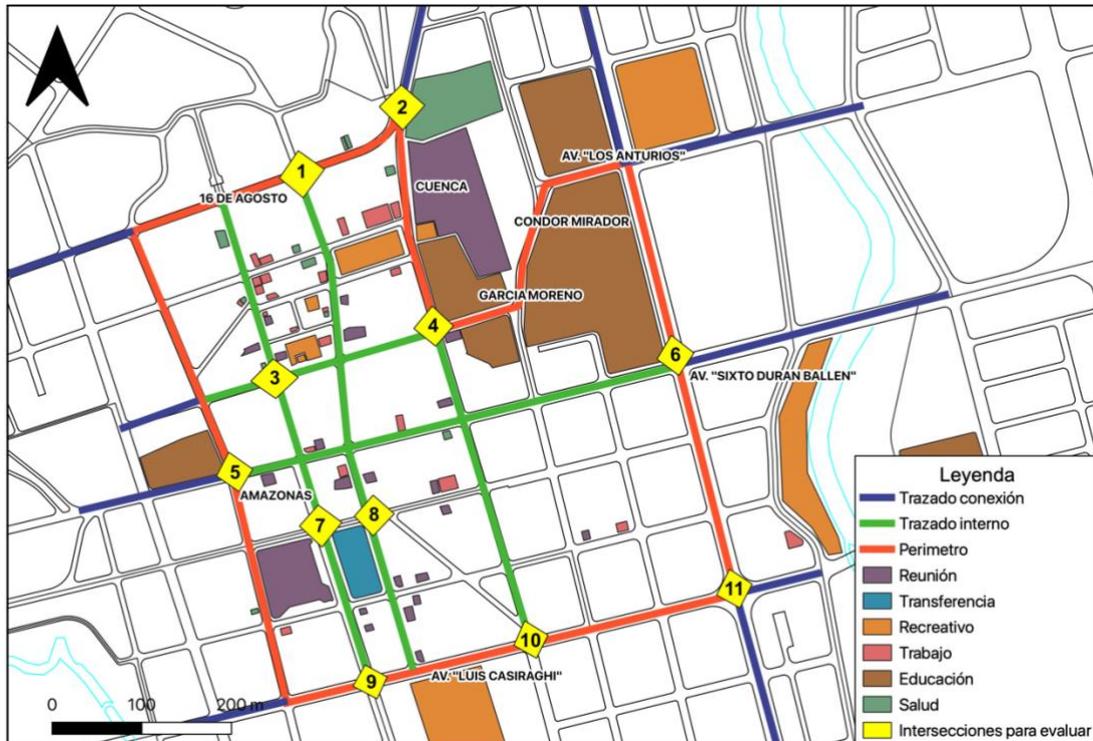
Intersecciones semaforizadas		Intersecciones no semaforizadas	
Nivel de servicio	Demora promedio de tiempo parado por vehículo (s)	Nivel de servicio	Demora promedio de tiempo parado por vehículo (s)
A	$d < 10$	A	$d < 10$
B	$10 < d < 20$	B	$10 < d < 15$
C	$20 < d < 35$	C	$15 < d < 25$
D	$35 < d < 55$	D	$25 < d < 35$
E	$55 < d < 80$	E	$35 < d < 50$
F	$d > 80$	F	$d > 50$

*Fuente:* Highway Capacity Manual (2010)

A las intersecciones consideradas para la evaluación se les ha brindado especial atención por su cercanía a los polos generadores priorizados, por poseer mayor flujo vehicular y presentarse como intersecciones entre distintas jerarquías viales. Se las puede identificar en la Figura 44.

**Figura 44**

*Intersecciones para evaluación*



Las calles que conforman las intersecciones se indican en la Tabla 9. Los aforos vehiculares de cada intersección se adjuntan en el Anexo B.

**Tabla 9***Intersecciones para evaluación*

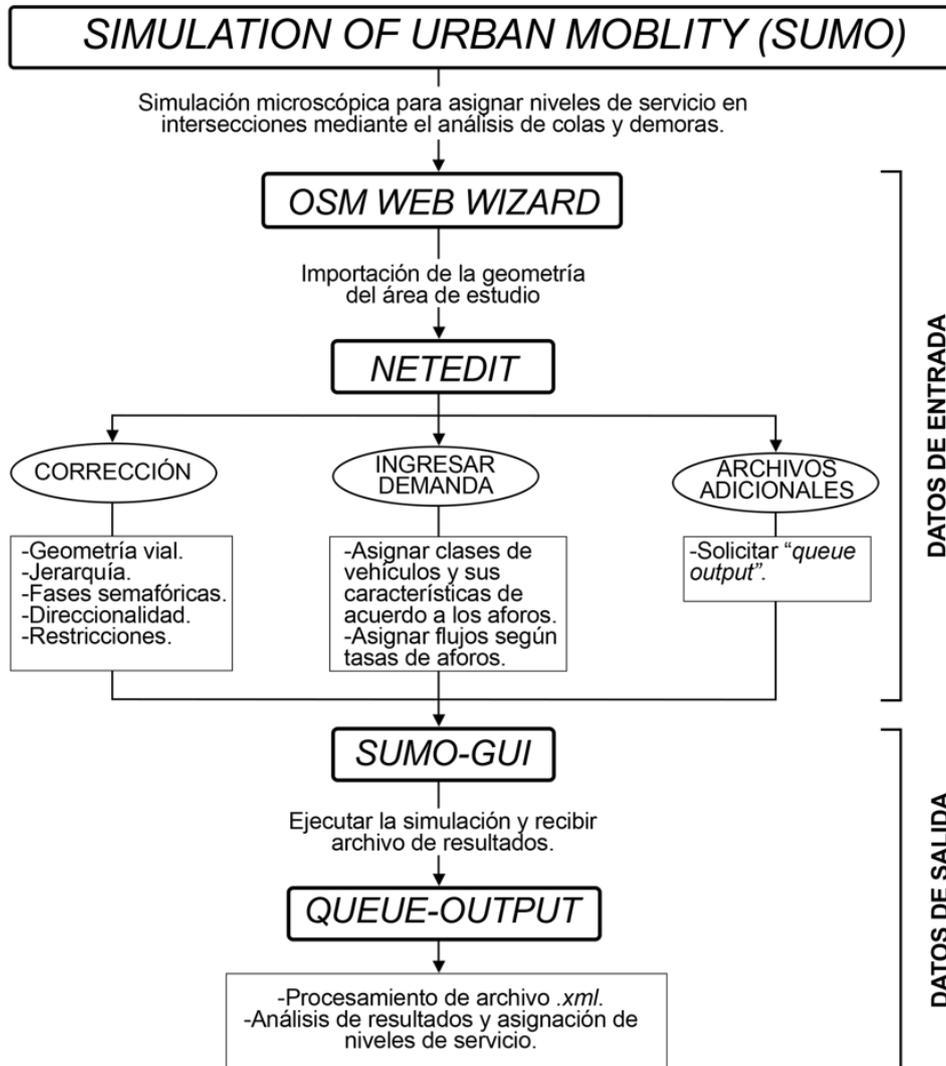
<b>Intersección</b>	<b>Vía 1</b>	<b>Vía 2</b>	<b>Vía 3</b>
No. 1	16 de Agosto	Gonzalo Pesántez	No contiene
No. 2	16 de Agosto	Cuenca	Milton Patiño
No. 3	Francisco de Orellana	García Moreno	No contiene
No. 4	Cuenca	García Moreno	No contiene
No. 5	Amazonas	Eloy Alfaro	No contiene
No. 6	Sixto Durán Ballén	Eloy Alfaro	No contiene
No. 7	Francisco de Orellana	12 de Febrero	No contiene
No. 8	Gonzalo Pesántez	12 de Febrero	No contiene
No. 9	Francisco de Orellana	Luis Casiraghi	No contiene
No. 10	Luis Casiraghi	Cuenca	No contiene
No. 11	Sixto Durán Ballén	Luis Casiraghi	No contiene

**Proceso de simulación microscópica con SUMO.**

La simulación requiere que se ingresen ciertos datos y configuraciones de entrada que indiquen la necesidad de obtener información sobre colas y demoras, para que el usuario del programa pueda recibir los archivos de salida necesarios para procesar la información respectiva. La Figura 45 esquematiza el proceso realizado en SUMO.

Figura 45

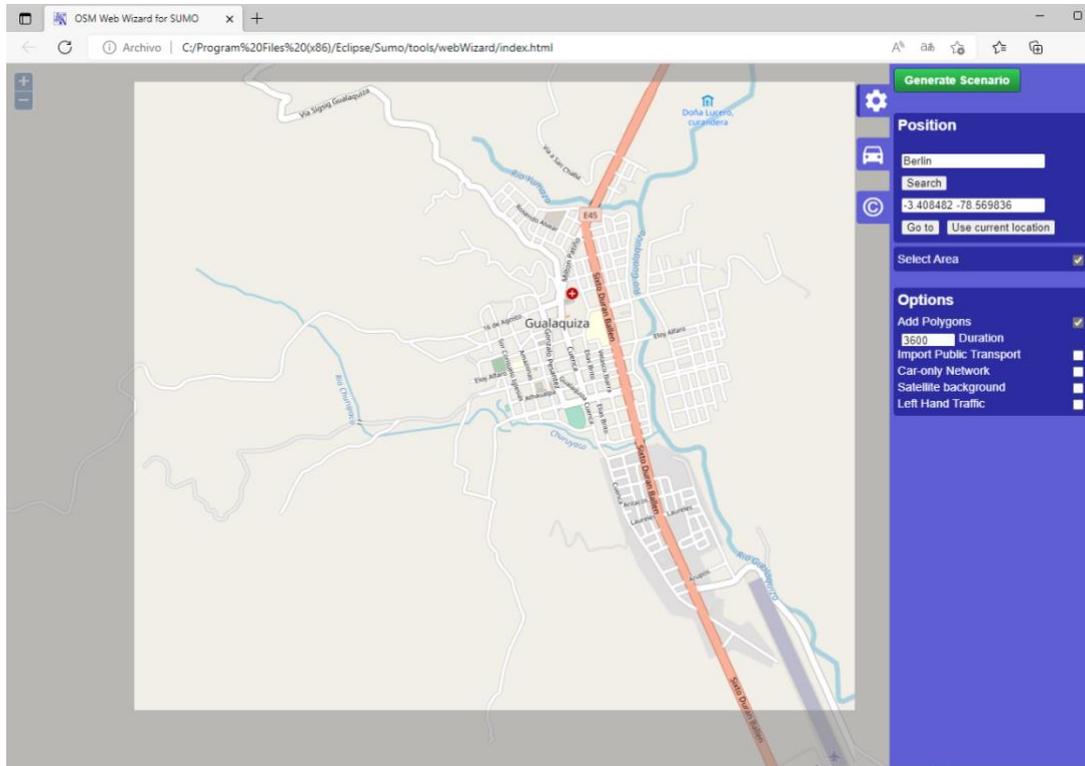
Simulación microscópica en SUMO



El proceso inició importando la geometría de la ciudad con la herramienta *OSMWebWizard*, incluida en el paquete de *SUMO* (DLR, 2022), ver Figura 46 .La geometría se importó como una red que se puede visualizar y editar con la aplicación *NETEDIT*, incluida también en el paquete de *SUMO*.

**Figura 46**

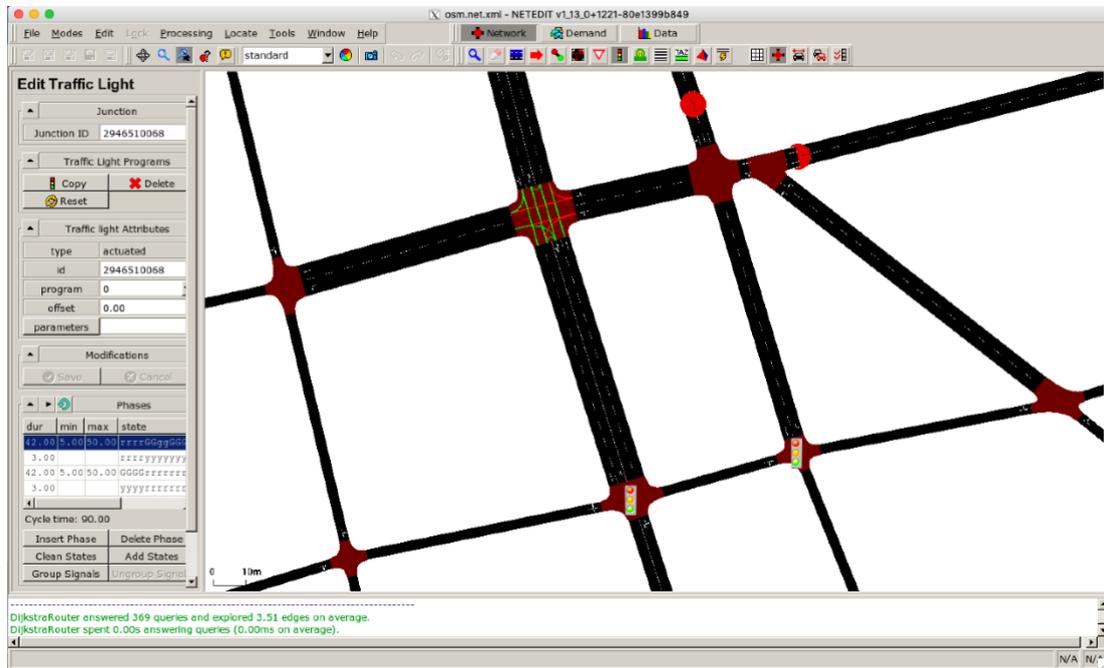
*Interfaz de OSMWebWizard para importar geometría de la ciudad de Gualaquiza*



Se realizó una inspección general de las características de la red, de la demanda de tráfico y de la información en general que incluyen los archivos generados para la simulación. En la red se verificó que las velocidades máximas de circulación de las calles implicadas sean las permitidas en la realidad, se verificaron las direccionalidades, jerarquías viales, prioridades en cruces y fases semafóricas donde las hubo, ver Figura 47.

Figura 47

## Fases semafóricas en NETEDIT



Lo siguiente fue crear los tipos de vehículos que formaron parte la demanda vehicular levantada para replicar el flujo de los aforos en hora de máxima demanda con la opción *Create type mode* de NETEDIT en el modo *Demand*. Los tipos creados incluyeron vehículos livianos, motocicletas, bicicletas, buses, buses tipo costa, camiones tipo C2, C3, C4 y C5 con sus respectivas características geométricas y de rendimiento, véase Figura 48.

Figura 48

Atributos de vehículos livianos en NETEDIT

The screenshot shows the 'Edit vType' dialog box in NETEDIT, which is used to configure vehicle attributes. The dialog is divided into several sections:

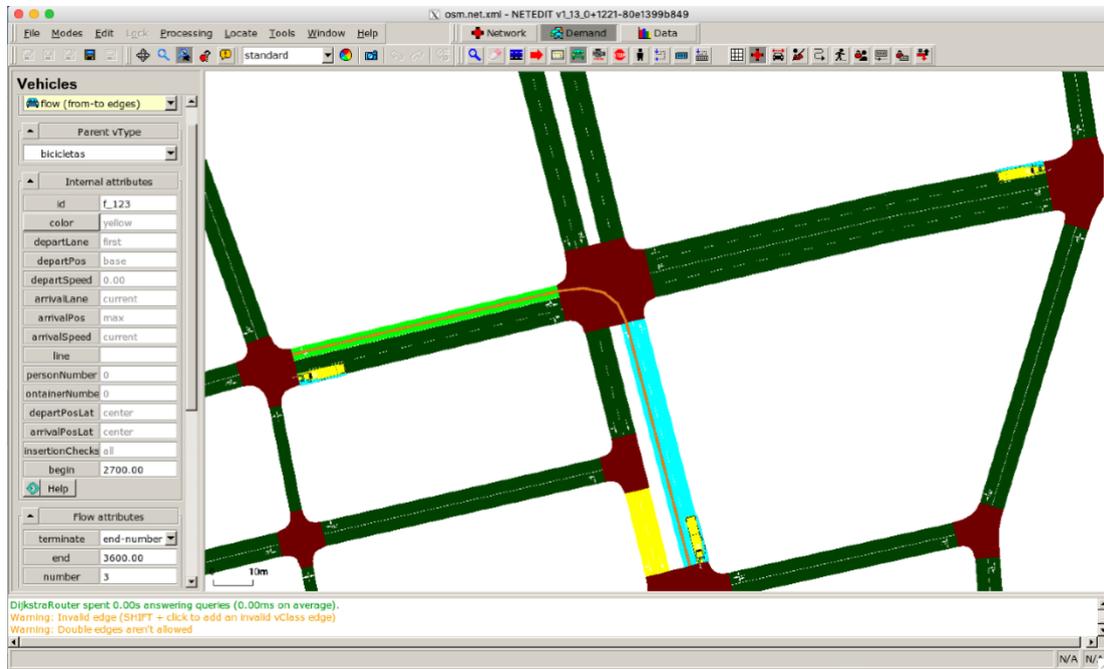
- Vehicle Type attributes:**
  - vClass: passenger (with a car icon)
  - guiShape: passenger (with a car icon)
  - id: livianos
  - personCapacity: 4
  - color: (empty)
  - containerCapacity: 0
  - length: 5.00
  - boardingDuration: 0.50
  - minGap: 2.50
  - loadingDuration: 30.00
  - maxSpeed: 55.56
  - latAlignment: center
  - speedFactor: ormc(1.00, 0.10, 0.20, 2.00)
  - minGapLat: 0.12
  - emissionClass: HBEFA3/PC\_G\_EU4
  - maxSpeedLat: 1.00
  - width: 2.20
  - actionStepLength: 0.00
  - height: 1.50
  - carriageLength: -1.00
  - imgFile: (empty)
  - locomotiveLength: -1.00
  - osgFile: car-normal-ctrys.obj
  - carriageGap: 1
  - probability: 1.00
  - Edit parameters: (button)
  - laneChangeModel: default
- Junction Model attributes:**
  - crossingGap: 10
  - ignoreFoeProb: 0.0
  - ignoreKeepClearTime: -1
  - ignoreFoeSpeed: 0.0
  - driveAfterYellowTime: -1
  - sigmaMinor: 0.0
  - driveAfterRedTime: -1
  - timegapMinor: 1
  - driveRedSpeed: 0.0
  - impatience: 0.0
- Lane Change Model attributes:**
  - strategic: 1.0
  - cooperative: 1.0
  - speedGain: 1.0
  - keepRight: 1.0
  - sublane: 1.0
  - opposite: 1.0
  - pushy: 0.00
  - pushyGap: 0.00
  - assertive: 1.0
  - impatience: 0.00
  - timeToImpatience: infinity
  - accelLat: 1.0
  - lookaheadLeft: 2.0
  - speedGainRight: 0.1
  - maxSpeedLatStanding: 0.00
  - maxSpeedLatFactor: 1.00
  - turnAlignDistance: 0.00
  - overtakeRight: 0.00
- Car Following Model attributes:**
  - Algorithm: Krauss
  - accel: 2.00
  - decel: 4.50
  - apparentDecel: 4.50
  - emergencyDecel: 4.50
  - sigma: 0.50
  - tau: 1.00

At the bottom of the dialog, there are three buttons: 'Accept', 'Cancel', and 'Reset'.

Los flujos vehiculares de los aforos se replicaron en las simulaciones mediante la asignación de viajes con la opción *create vehicle mode* y la clase *flow (from-to-edges)* a los tipos creados anteriormente, en tasas de flujo de 15 minutos o 900 segundos con la opción de atributos de flujo *end-number*, ver Figura 49.

Figura 49

Asignación de flujos en intersección desde NETEDIT



Se le adicionaron líneas al código del archivo tipo `.sumocfg`, generado automáticamente para la simulación, para que entregue datos adicionales como colas y demoras, con el comando `queue-output`. Véase Figura 50.

Figura 50

*Líneas para extracción de colas y demoras desde el archivo de simulación*

```

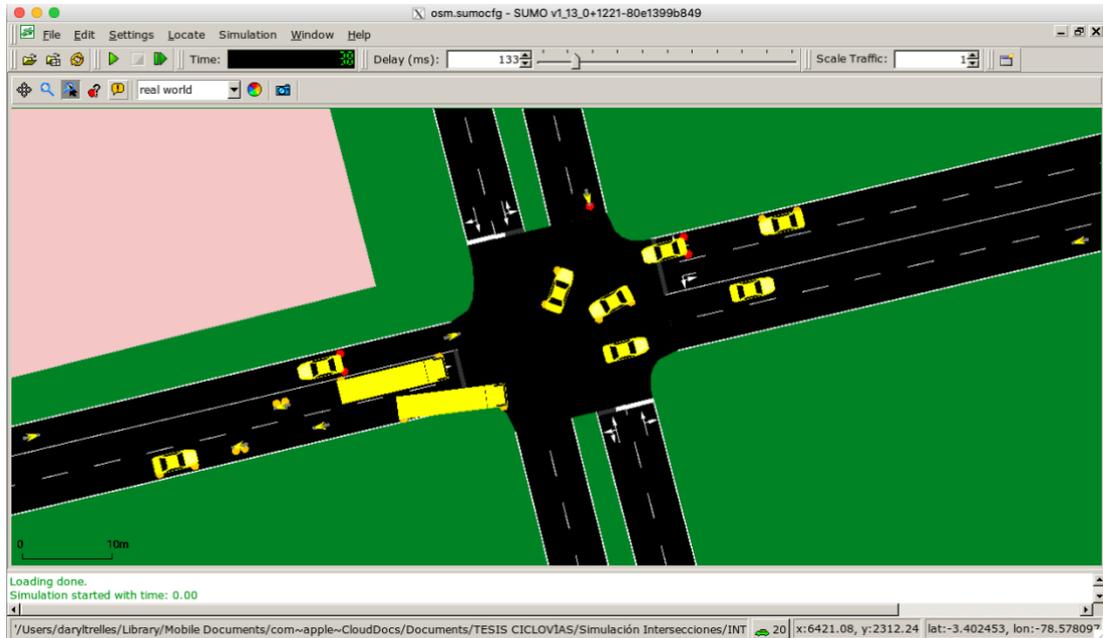
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- generated on 2022-08-08 19:20:44 by Eclipse SUMO sumo Version 1.10.0 -->
<configuration xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://sumo.dlr.de/xsd/sumoConfiguration.xsd">
  <input>
    <net-file value="osm.net.xml"/>
    <route-files value="osm.passenger.trips.xml"/>
    <additional-files value="osm.poly.xml"/>
  </input>
  <processing>
    <ignore-route-errors value="true"/>
  </processing>
  <routing>
    <device.rerouting.adaptation-steps value="18"/>
    <device.rerouting.adaptation-interval value="10"/>
  </routing>
  <report>
    <verbose value="true"/>
    <duration-log.statistics value="true"/>
    <no-step-log value="true"/>
  </report>
  <gui_only>
    <gui-settings-file value="osm.view.xml"/>
  </gui_only>
  <output>
    <queue-output value="colas.xml"/>
  </output>
</configuration>

```

A partir de las simulaciones se generaron datos de colas y demoras que *SUMO* entrega en formato *.xml* y fueron procesados en tablas de formato *.xlsx*. La visualización de una simulación se indica en la Figura 51.

**Figura 51**

*Simulación microscópica de una intersección con SUMO-GUI*



Desde la tabla de colas y demoras se identificaron los carriles de cada calle, en cada intersección para analizar sus datos y asignarles los niveles de servicio correspondientes. En cada calle o carril se identificaron todas las colas producidas para obtener las mayores demoras de cada cola, posteriormente se consiguió la demora total del sitio (carril, calle o intersección) realizando una sumatoria de los máximos valores de demoras encontrados. El cociente entre la demora total de cada sitio y el volumen vehicular del mismo representa la demora promedio de tiempo parado por vehículo (véase Figura 52), y de acuerdo a su valor se ubicaron los niveles de servicio con referencia a la Tabla 8.

Figura 52

Tabulación de colas y demoras de una intersección obtenida desde SUMO

/data/@timestep	/data/lanes/lane/@id	/data/lanes/lane/@queueing_length	/data/lanes/lane/@queueing_length_experimental	/data/lanes/lane/@queueing_time	
21	561389406_0	6,15	6,15		1
22	561389406_0	6,14	11,75		2
23	561389406_0	6,14	10,99		3
24	561389406_0	6,14	10,76		4
25	561389406_0	10,68	10,68		5
26	561389406_0	10,64	10,64		6
27	561389406_0	10,64	10,64		7
28	561389406_0	10,64	10,64		8
29	561389406_0	10,64	10,64		9
30	561389406_0	10,64	10,64		10
31	561389406_0	10,64	10,64		11
32	561389406_0	10,64	10,64		8
924	561389406_0	16,39	16,39		1
925	561389406_0	16,36	16,36		2
926	561389406_0	16,35	16,35		3
927	561389406_0	16,35	31,12		4
928	561389406_0	31,06	31,06		5
929	561389406_0	31,05	35,57		6
930	561389406_0	35,55	40,2		7
931	561389406_0	35,55	40,05		8
932	561389406_0	40,05	40,05		9
933	561389406_0	40,05	40,05		10
934	561389406_0	40,05	40,05		11
935	561389406_0	40,05	40,05		12
936	561389406_0	40,05	40,05		9
937	561389406_0	40,05	40,05		8
938	561389406_0	40,05	40,05		7
				<b>Demora total:</b>	<b>176</b>
				<b>Demora promedio por vehículo :</b>	<b>0,048888889</b>

Se evaluaron las intersecciones señaladas con el proceso antedicho y se analizaron los resultados proporcionados. La comparación de colas y demoras en estado actual y posterior a la implementación de ciclovías se adjunta en el Anexo C.

#### 4.1.6.1. Intersección 1

Constituye un punto de ingreso, en el sentido norte-sur, a un grupo de polos generadores pertenecientes al grupo trabajo, constituye también un cruce entre calles de distintas jerarquías viales. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 10.

**Tabla 10***Niveles de servicio en intersección 1*

<b>Intersección 1</b>								
<b>Calle 16 de Agosto</b>								
	Este-Oeste				Oeste-Este			
	Actual	Posterior		Actual	Posterior			
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	
Demora (s/h)	15	Demora (s/h)	27	Demora (s/h)	29	Demora (s/h)	39	
Volumen (veh/h)	123	Volumen (veh/h)	123	Volumen (veh/h)	141	Volumen (veh/h)	141	
Demora por vehículo (s/veh)	0,12	Demora por vehículo (s/veh)	0,22	Demora por vehículo (s/veh)	0,21	Demora por vehículo (s/veh)	0,28	
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	

Los niveles de servicio en la intersección se mantienen con la implementación de la ciclo vía.

#### **4.1.6.2. Intersección 2**

Se ubica en el ingreso al Hospital Misereor de Gualaquiza, polo generador de la categoría salud. La intersección comprende una rotonda con el cruce de distintas jerarquías viales, los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 11.

**Tabla 11***Niveles de servicio en intersección 2*

<b>Intersección 2</b>							
<b>Avenida Milton Patiño</b>				<b>Calle 16 de Agosto</b>			
		<b>Norte-Sur</b>				<b>Oeste-Este</b>	
	<b>Actual</b>		<b>Posterior</b>		<b>Actual</b>		<b>Posterior</b>
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40
Demora (s/h)	42	Demora (s/h)	34	Demora (s/h)	3	Demora (s/h)	1
Volumen (veh/h)	153	Volúmen (veh/h)	153	Volumen (veh/h)	93	Volúmen (veh/h)	93
Demora por vehículo (s/veh)	0,27	Demora por vehículo (s/veh)	0,22	Demora por vehículo (s/veh)	0,03	Demora por vehículo (s/veh)	0,01
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A
<b>Calle Cuenca</b>							
		<b>Sur-Norte</b>					
	<b>Actual</b>		<b>Posterior</b>				
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40				
Demora (s/h)	61	Demora (s/h)	59				
Volumen (veh/h)	112	Volumen (veh/h)	112				
Demora por vehículo (s/veh)	0,55	Demora por vehículo (s/veh)	0,53				
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A				

Los niveles de servicio en la intersección se mantienen con la implementación de las ciclovías.

#### **4.1.6.3. Intersección 3**

Se erige como un punto de acceso desde el sur y punto de salida hacia el oeste para un grupo considerado de polos generadores pertenecientes al grupo trabajo. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 12.

**Tabla 12***Niveles de servicio en intersección 3*

<b>Intersección 3</b>							
<b>Calle Francisco de Orellana</b>				<b>Calle García Moreno</b>			
Sur-Norte				Este-Oeste			
Actual	Posterior			Actual	Posterior		
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	20
Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	84	Demora (s/h)	58
Volumen (veh/h)	114	Volumen (veh/h)	114	Volumen (veh/h)	65	Volumen (veh/h)	65
Demora por vehículo (s/veh)	0	Demora por vehículo (s/veh)	0	Demora por vehículo (s/veh)	1,29	Demora por vehículo (s/veh)	0,89
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A

Los niveles de servicio en la intersección se mantienen con la implementación de las ciclovías.

#### **4.1.6.4 Intersección 4**

Es un cruce ubicado entre dos polos generadores de educación, también representa una intersección de vías con distintas jerarquías. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 13.

**Tabla 13***Niveles de servicio en intersección 4*

<b>Intersección 4</b>							
<b>Calle Cuenca</b>				<b>Calle García Moreno</b>			
<b>Sur-Norte</b>		<b>Este-Oeste</b>		<b>Sur-Norte</b>		<b>Este-Oeste</b>	
<b>Actual</b>	<b>Posterior</b>	<b>Actual</b>	<b>Posterior</b>	<b>Actual</b>	<b>Posterior</b>	<b>Actual</b>	<b>Posterior</b>
Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	20	Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	20
Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	59	Demora (s/h)	75
Volumen (veh/h)	271	Volumen (veh/h)	271	Volumen (veh/h)	35	Volumen (veh/h)	35
Demora por vehículo (s/veh)	-	Demora por vehículo (s/veh)	-	Demora por vehículo (s/veh)	1,69	Demora por vehículo (s/veh)	2,14
Nivel de servicio	A						

Los niveles de servicio en la intersección se mantienen con la implementación de las ciclovías.

#### **4.1.6.5. Intersección 5**

La intersección se ubica en el ingreso a la escuela Víctor Emilio Estrada, polo generador priorizado, que pertenece al grupo educación. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 14.

**Tabla 14***Niveles de servicio en intersección 5*

Intersección 5							
Calle Amazonas				Calle Eloy Alfaro			
Norte-Sur		Oeste-Este		Norte-Sur		Oeste-Este	
Actual	Posterior	Actual	Posterior	Actual	Posterior	Actual	Posterior
Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	20	Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	20
Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	66	Demora (s/h)	80
Volumen (veh/h)	132	Volúmen (veh/h)	132	Volumen (veh/h)	91	Volumen (veh/h)	91
Demora por vehículo (s/veh)	-	Demora por vehículo (s/veh)	-	Demora por vehículo (s/veh)	0,73	Demora por vehículo (s/veh)	0,88
Nivel de servicio	A						

Los niveles de servicio se mantienen en la intersección.

#### 4.1.6.6. Intersección 6

Se encuentra en el ingreso principal de la unidad educativa Río Cenepa, polo generador perteneciente a la categoría educación, y constituye un cruce entre dos vías de distintas jerarquías. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 15.

**Tabla 15***Niveles de servicio en intersección 6*

<b>Intersección 6</b>							
<b>Avenida Sixto Durán Ballén</b>							
Norte-Sur				Sur-Norte			
Actual		Posterior		Actual		Posterior	
Velocidad máxima (km/h)	70	Velocidad máxima (km/h)	60	Velocidad máxima (km/h)	70	Velocidad máxima (km/h)	60
Demora (s/h)	12	Demora (s/h)	23	Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	0
Volumen (veh/h)	169	Volumen (veh/h)	169	Volumen (veh/h)	151	Volumen (veh/h)	151
Demora por vehículo (s/veh)	0,07	Demora por vehículo (s/veh)	0,14	Demora por vehículo (s/veh)	-	Demora por vehículo (s/veh)	-
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A
<b>Calle Eloy Alfaro</b>							
Este-Oeste				Oeste-Este			
		Posterior		Actual		Posterior	
Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	20	Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	20
Demora (s/h)	259	Demora (s/h)	202	Demora (s/h)	325	Demora (s/h)	330
Volumen (veh/h)	43	Volumen (veh/h)	43	Volumen (veh/h)	80	Volumen (veh/h)	80
Demora por vehículo (s/veh)	6,02	Demora por vehículo (s/veh)	4,70	Demora por vehículo (s/veh)	4,06	Demora por vehículo (s/veh)	4,12
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A

Los niveles de servicio en la intersección se mantienen con la implementación de las ciclovías y la reducción a un carril en la calle Eloy Alfaro, sentido este-oeste.

#### **4.1.6.7. Intersección 7**

Es un cruce que representa una intersección semaforizada, entre vías de distintas jerarquías y de ubicación contigua al mercado municipal y la terminal terrestre, polos generadores importantes en la dinámica de la ciudad. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 16.

**Tabla 16***Niveles de servicio de intersección 7*

<b>Intersección 7</b>							
<b>Calle Francisco de Orellana</b>							
Norte-Sur				Sur-Norte			
Actual		Posterior		Actual		Posterior	
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	35	Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	35
Demora (s/h)	160	Demora (s/h)	157	Demora (s/h)	556	Demora (s/h)	676
Volumen (veh/h)	21	Volumen (veh/h)	21	Volumen (veh/h)	103	Volumen (veh/h)	103
Demora por vehículo (s/veh)	7,62	Demora por vehículo (s/veh)	7,48	Demora por vehículo (s/veh)	5,40	Demora por vehículo (s/veh)	6,56
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A

<b>Calle 12 de Febrero</b>			
Este-Oeste			
Actual		Posterior	
Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	30
Demora (s/h)	835	Demora (s/h)	853
Volumen (veh/h)	129	Volumen (veh/h)	129
Demora por vehículo (s/veh)	6,47	Demora por vehículo (s/veh)	6,61
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A

Los niveles de servicio en la intersección semaforizada se mantienen con la implementación de las ciclovías.

#### **4.1.6.8. Intersección 8**

Se trata de una intersección semaforizada ubicada en la entrada a la terminal terrestre, polo generador perteneciente al grupo transferencia. Tiene especial consideración por el tráfico pesado del transporte público. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 17.

**Tabla 17***Niveles de servicio en intersección 8.*

Intersección 8							
Calle Gonzalo Pesántez				Calle 12 de Febrero			
Norte-Sur				Este-Oeste			
Actual		Posterior		Actual		Posterior	
Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	20	Velocidad máxima (km/h)	30	Velocidad máxima (km/h)	30
Demora (s/h)	1540	Demora (s/h)	1632	Demora (s/h)	521	Demora (s/h)	503
Volumen (veh/h)	185	Volumen (veh/h)	185	Volumen (veh/h)	141	Volumen (veh/h)	141
Demora por vehículo (s/veh)	8,32	Demora por vehículo (s/veh)	8,82	Demora por vehículo (s/veh)	3,70	Demora por vehículo (s/veh)	3,57
Nivel de servicio	A						

Los niveles de servicio en la intersección semaforizada se mantienen con la implementación de las ciclovías.

#### **4.1.6.9. Intersección 9**

La intersección marca el cruce entre vías de distintas jerarquías que tienen doble sentido de circulación, representa un ingreso y una salida del área de estudio, y mantiene cercanía con los polos generadores de los grupos transferencia y trabajo. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 18.

**Tabla 18***Niveles de servicio en intersección 9*

<b>Intersección 9</b>								
<b>Avenida Luis Casiraghi</b>								
	Este-Oeste				Oeste-Este			
	Actual	Posterior		Actual	Posterior			
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	
Demora (s/h)	2	Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	26	Demora (s/h)	12	
Volumen (veh/h)	215	Volumen (veh/h)	215	Volumen (veh/h)	139	Volumen (veh/h)	139	
Demora por vehículo (s/veh)	0,01	Demora por vehículo (s/veh)	0	Demora por vehículo (s/veh)	0,19	Demora por vehículo (s/veh)	0,09	
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	
<b>Calle Francisco de Orellana</b>								
	Norte-Sur				Sur-Norte			
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	35	Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	35	
Demora (s/h)	237	Demora (s/h)	277	Demora (s/h)	249	Demora (s/h)	303	
Volumen (veh/h)	99	Volumen (veh/h)	99	Volumen (veh/h)	34	Volumen (veh/h)	34	
Demora por vehículo (s/veh)	2,39	Demora por vehículo (s/veh)	2,80	Demora por vehículo (s/veh)	7,32	Demora por vehículo (s/veh)	8,91	
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	

Los niveles de servicio en la intersección se mantienen con la implementación de ciclovías y la reducción a un carril por sentido en la avenida Luis Casiraghi.

#### **4.1.6.10. Intersección 10**

La intersección se ha considerado para evaluación pues constituye el cruce entre vías de distintas jerarquías, además representa un ingreso al centro urbano de la ciudad. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 19.

**Tabla 19***Niveles de servicio en intersección 10*

<b>Intersección 10</b>								
<b>Avenida Luis Casiraghi</b>								
	Este-Oeste				Oeste-Este			
	Actual	Posterior		Actual	Posterior			
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	
Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	11	Demora (s/h)	32	Demora (s/h)	76	
Volumen (veh/h)	218	Volumen (veh/h)	218	Volumen (veh/h)	236	Volumen (veh/h)	236	
Demora por vehículo (s/veh)	0	Demora por vehículo (s/veh)	0,05	Demora por vehículo (s/veh)	0,14	Demora por vehículo (s/veh)	0,32	
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	

<b>Calle Cuenca</b>			
	Sur-Norte		
	Actual	Posterior	
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40
Demora (s/h)	241	Demora (s/h)	312
Volumen (veh/h)	32	Volumen (veh/h)	32
Demora por vehículo (s/veh)	7,53	Demora por vehículo (s/veh)	9,75
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A

Los niveles de servicio en la intersección se mantienen con la implementación de ciclovías y la reducción a un carril por sentido en la avenida Luis Casiraghi.

#### **4.1.6.11. Intersección 11**

La intersección comprende una rotonda en donde se encuentran las avenidas Luis Casiraghi y Sixto Durán Ballén. Las vías tienen jerarquías de arterial y expresa, respectivamente. Gran parte del flujo vehicular que circula en Gualaquiza o la atraviesa como una ciudad de paso al ser la única vía expresa en la ciudad. El redondel se dispone a evaluación por su característica de cruce entre distintas jerarquías viales. Los niveles de servicio de la intersección se indican en la Tabla 20.

**Tabla 20***Niveles de servicio en intersección 11*

<b>Intersección 11</b>							
<b>Avenida Luis Casiraghi</b>							
Este-Oeste				Oeste-Este			
Actual	Posterior		Actual	Posterior			
Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40	Velocidad máxima (km/h)	50	Velocidad máxima (km/h)	40
Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	0	Demora (s/h)	45	Demora (s/h)	14
Volumen (veh/h)	0	Volumen (veh/h)	0	Volumen (veh/h)	198	Volumen (veh/h)	198
Demora por vehículo (s/veh)	-	Demora por vehículo (s/veh)	-	Demora por vehículo (s/veh)	0,23	Demora por vehículo (s/veh)	0,07
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A
<b>Avenida Sixto Durán Ballén</b>							
Norte-Sur				Sur-Norte			
Actual	Posterior		Actual	Posterior			
Velocidad máxima (km/h)	70	Velocidad máxima (km/h)	60	Velocidad máxima (km/h)	70	Velocidad máxima (km/h)	60
Demora (s/h)	30	Demora (s/h)	32	Demora (s/h)	23	Demora (s/h)	18
Volumen (veh/h)	160	Volumen (veh/h)	160	Volumen (veh/h)	256	Volumen (veh/h)	256
Demora por vehículo (s/veh)	0,19	Demora por vehículo (s/veh)	0,20	Demora por vehículo (s/veh)	0,09	Demora por vehículo (s/veh)	0,07
Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A	Nivel de servicio	A

Los niveles de servicio en la intersección se mantienen con la implementación de ciclovías y la reducción a un carril por sentido en la avenida Luis Casiraghi.

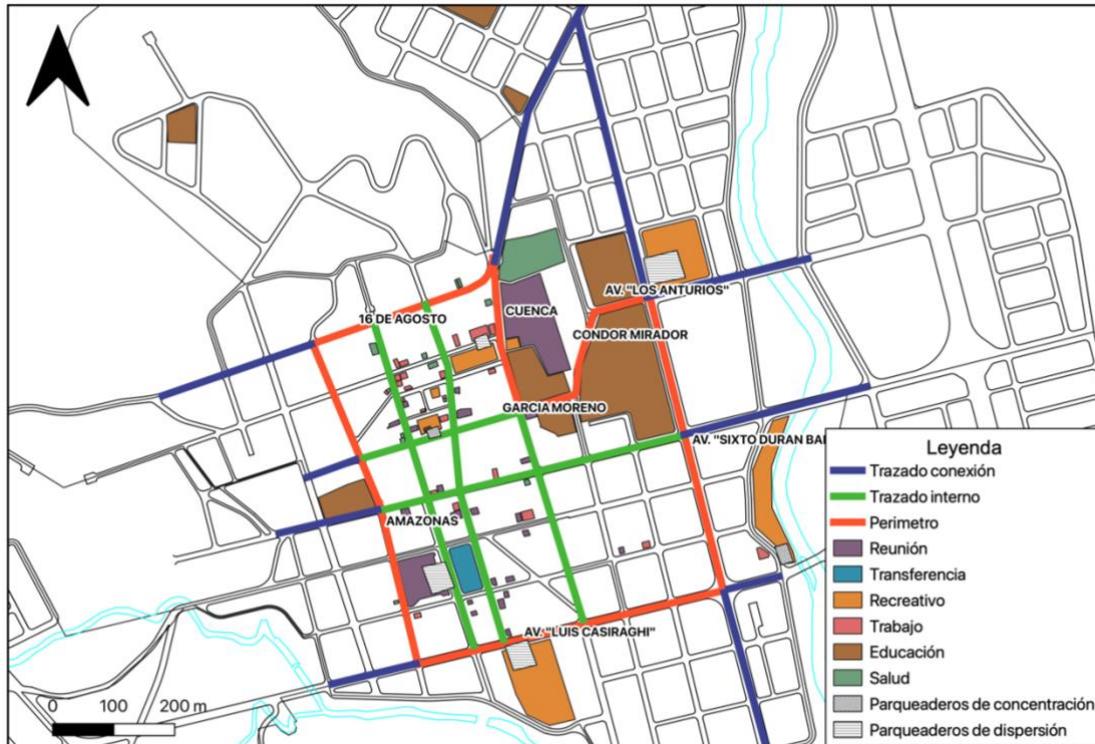
## 4.2. Estacionamientos

### 4.2.1. Análisis macro

Previamente, para la planificación de la red de ciclovías, se identificaron las zonas que concentran actividades en el centro urbano. Es por ello que se ha utilizado el mismo mapa de polos generadores para señalar espacios como zonas candidatas para la implementación de parqueaderos en el área pública, como se indica en la Figura 53.

**Figura 53**

*Esquema mixto de implementación de mobiliario*



Se marcan con criterios de dispersión dos espacios en la ciudad, uno en la Plaza Cívica y otro en el Parque Lineal (sector del Registro Civil). Cuatro espacios con criterios de concentración y se ubican en los sectores del GAD Municipal, Centro Comercial Popular, Palacio de los Deportes y Estadio Municipal.

#### **4.2.2. Análisis micro**

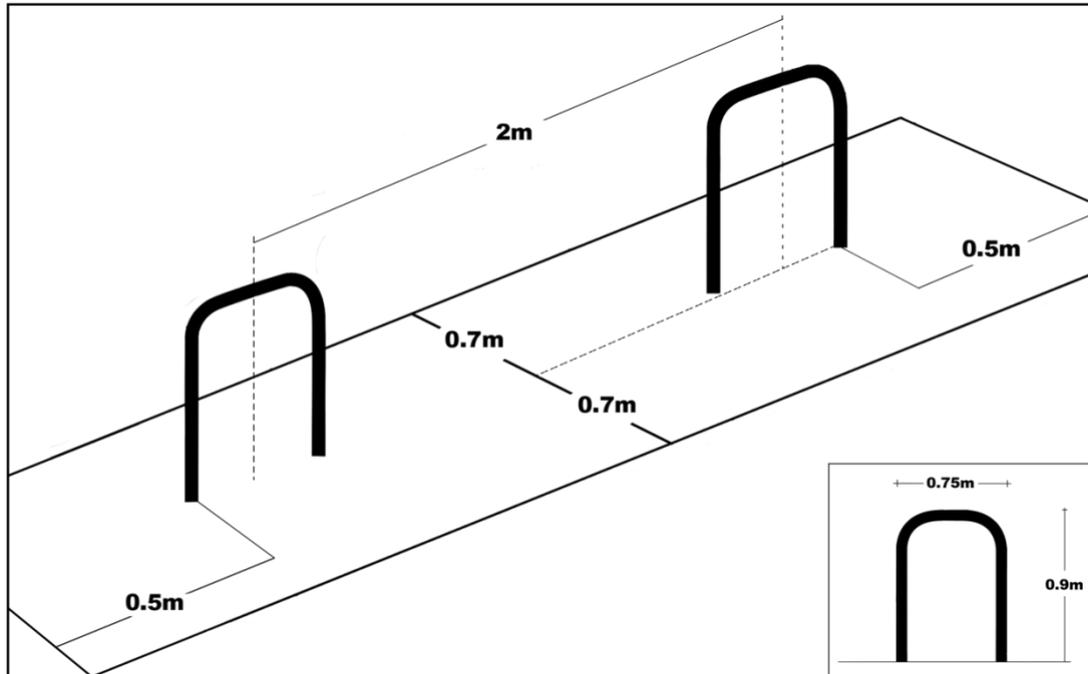
Después de haber establecido las áreas candidatas en la ciudad, el siguiente paso consiste en definir los sitios específicos para ubicar los estacionamientos destinados a ciclistas. Para llevar a cabo esta tarea, se deben tener en cuenta los aspectos mencionados en la sección 3.2.2.2.

##### **4.2.2.1. Parqueaderos de dispersión**

La propuesta de parqueaderos con criterio de dispersión se indica en la Figura 54.

**Figura 54**

*Propuesta para parqueaderos de dispersión*



***Plaza Cívica.***

El lugar elegido presenta consideraciones de cercanía con el destino, vía libre, vigilancia y visibilidad, ver Figura 55 y Tabla 21.

**Figura 55***Espacio para parqueadero de dispersión en la Plaza Cívica***Tabla 21***Análisis de espacio, Plaza Cívica*

ANÁLISIS DE ESPACIO DESIGNADO		
Sector: Plaza Cívica		
Dirección: García Moreno y Francisco de Orellana.		
Criterio	Cumple	Comentario
Cercanía al destino	Sí	Cumple con el criterio de cercanía.
Ubicación a nivel	Sí	Requiere una rampa de acceso desde la calzada.
Visible y reconocible	No	Cumple con el criterio de visibilidad.
Vigilancia natural	Sí	Cumple con el criterio de vigilancia.
Iluminación	No	Requiere instalaciones de iluminación.
Vía libre	Sí	Cumple con el criterio de vía libre.

El espacio precisa mejoras en el acceso, cuenta con una rampa de entrada para automóviles por lo que se puede adecuar la rampa de ingreso para bicicletas. Necesita instalaciones eléctricas para implementar iluminación al sitio.

### ***Parque Lineal.***

El lugar escogido se encuentra en el parqueadero público del Parque Lineal, muy cerca al edificio del Registro Civil, ver Figura 56 y Tabla 22.

### **Figura 56**

*Espacio para parqueadero de dispersión en el Parque Lineal*



**Tabla 22***Análisis de espacio, Parque Lineal*

<b>ANÁLISIS DE ESPACIO CANDIDATO</b>		
Sector: Parque Lineal		
Dirección: Luis Casiraghi y Malecón.		
Criterio	Cumple	Comentario
Cercanía al destino	Sí	Cumple con el criterio de cercanía.
Ubicación a nivel	Sí	Requiere una rampa de acceso desde la calzada.
Visible y reconocible	Sí	Cumple con el criterio de visibilidad.
Vigilancia natural	Sí	Cumple con el criterio de vigilancia.
Iluminación	No	Requiere instalaciones de iluminación.
Vía libre	Sí	Cumple con el criterio de vía libre.

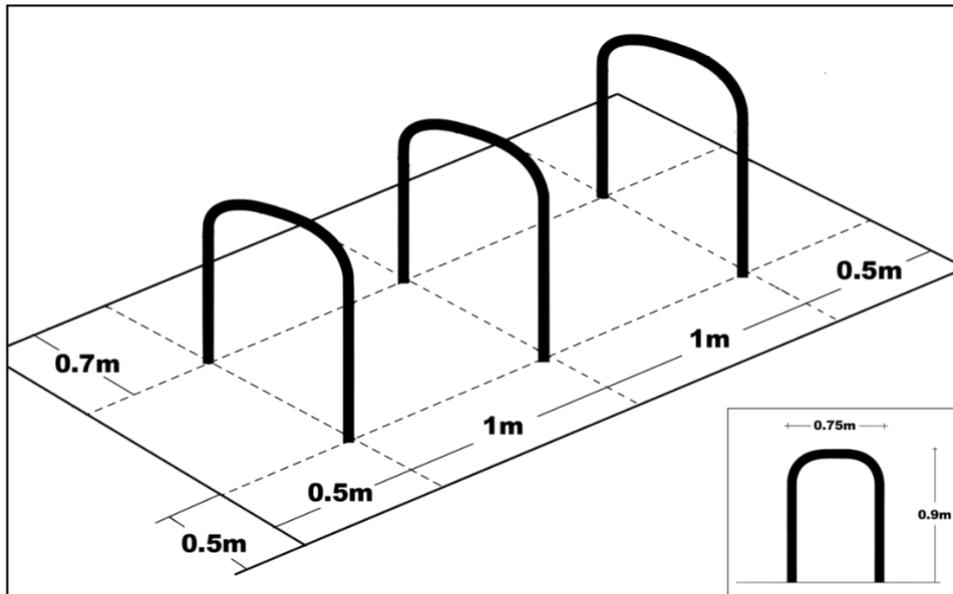
**4.2.2.2. Parqueaderos de concentración**

La propuesta de parqueaderos con criterio de concentración se indica en la Figura

57.

**Figura 57**

*Propuesta para parqueaderos de concentración*



***GAD Municipal.***

El edificio del GAD Municipal dispone de un espacio a buen resguardo y continuo a la acera, ver Figura 58 y Tabla 23.

**Figura 58**

*Espacio para parqueadero de concentración en el GAD Municipal*

**Tabla 23**

*Análisis de espacio, GAD Municipal*

ANÁLISIS DE ESPACIO CANDIDATO		
Sector: GAD Municipal		
Dirección: 24 de Mayo y Cuenca.		
Aspecto	Cumple	Comentario
Cercanía al destino	Sí	Cumple con el criterio de cercanía.
Ubicación a nivel	Sí	Cumple con el criterio de nivel.
Visible y reconocible	Sí	Cumple con el criterio de visibilidad.
Vigilancia natural	Sí	Cumple con el criterio de vigilancia.
Iluminación	Sí	Cumple con el criterio de iluminación.
Vía libre	Sí	Cumple con el criterio de vía libre.

En este espacio se satisfacen todos los aspectos considerados para la implementación.

### ***Centro Comercial Popular.***

El espacio para implementar infraestructura de parqueaderos se encuentra en uno de los patios del conocido mercado de la ciudad, representado en la Figura 59 y analizado en la Tabla 24.

### **Figura 59**

*Espacio para parqueadero de concentración en el Centro Comercial Popular*



**Tabla 24***Análisis de espacio, Centro Comercial Popular*

<b>ANÁLISIS DE ESPACIO CANDIDATO</b>		
Sector: Centro Comercial Popular		
Dirección: Francisco de Orellana, entre 12 de Febrero y Atahualpa.		
Criterio	Cumple	Comentario
Cercanía al destino	Sí	Cumple con el criterio de cercanía.
Ubicación a nivel	Sí	Requiere una rampa de acceso desde la calzada
Visible y reconocible	Sí	Cumple con el criterio de visibilidad.
Vigilancia natural	Sí	Cumple con el criterio de vigilancia.
Iluminación	No	Requiere instalaciones de iluminación.
Vía libre	Sí	Cumple con el criterio de vía libre.

Existe una rampa de ingreso desde la calzada, sin embargo, necesita una rampa adicional que permita llegar con mayor facilidad al parqueadero. También requiere de instalaciones eléctricas para cumplir con iluminación.

***Palacio de los Deportes.***

El espacio a analizar se encuentra junto a las escaleras de ingreso a las oficinas de la Liga Deportiva Cantonal de Gualaquiza, en el Palacio de los Deportes. Ver Figura 60 y Tabla 25.

**Figura 60**

*Espacio para parqueadero de concentración en el Palacio de los Deportes*

**Tabla 25**

*Análisis de espacio, Palacio de los Deportes*

ANÁLISIS DE ESPACIO CANDIDATO		
Sector: Palacio de los Deportes		
Dirección: Sixto Durán Ballén, entre Río Cenepa y Los Anturios.		
Aspecto	Cumple	Comentario
Cercanía al destino	Sí	Cumple con el criterio de cercanía.
Ubicación a nivel	Sí	Cumple con el criterio de nivel.
Visible y reconocible	Sí	Cumple con el criterio de visibilidad.
Vigilancia natural	Sí	Cumple con el criterio de vigilancia.
Iluminación	No	Requiere instalaciones de iluminación.
Vía libre	Sí	Cumple con el criterio de vía libre.

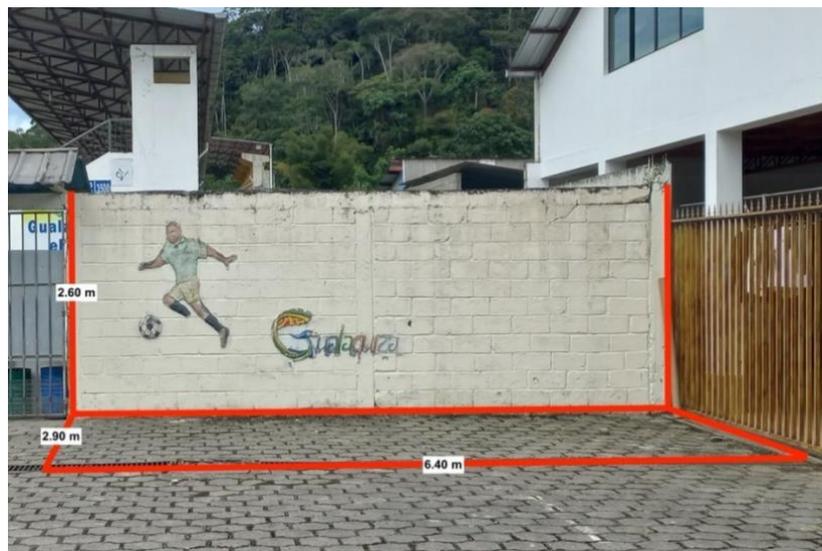
El espacio no cubre únicamente el aspecto de iluminación.

***Estadio Municipal.***

En la entrada peatonal del Estadio Municipal se encuentra un espacio disponible para la implementación del mobiliario ciclístico, ver Figura 61 y Tabla 26.

**Figura 61**

*Espacio para parqueadero de concentración en el Estadio Municipal*



**Tabla 26***Análisis de espacio, Estadio Municipal*

<b>ANÁLISIS DE ESPACIO CANDIDATO</b>		
Sector: Estadio Municipal		
Dirección: Luis Casiraghi y Gonzalo Pesántez.		
Criterio	Cumple	Comentario
Cercanía al destino	Sí	Cumple con el criterio de cercanía.
Ubicación a nivel	Sí	Requiere una rampa de acceso desde la calzada.
Visible y reconocible	Sí	Cumple con el criterio de visibilidad.
Vigilancia natural	Sí	Cumple con el criterio de vigilancia.
Iluminación	No	Requiere instalaciones de iluminación.
Vía libre	Sí	Cumple con el criterio de vía libre.

El espacio no cumple únicamente con el aspecto de iluminación, para la ubicación a nivel se puede mejorar la rampa de acceso desde la calzada.

#### **4.3. Evaluación de calidad de la red de ciclovías**

En esta etapa se consideraron ciertos aspectos para realizar la calificación de los distintos criterios. Se decidió otorgar una calificación con valor de cinco cuando el criterio sea atendido con buena calidad, con valores entre tres y cuatro cuando fuere de calidad regular, valores entre uno y dos cuando sea deficiente y con cero cuando no exista criterio para evaluación. Similar a la asignación de calidad de cualitativa.

#### ***Avenida Luis Casiraghi***

La evaluación de la propuesta se realizó considerando los requisitos y criterios presentados en la metodología. La matriz de ponderación se expone en la Tabla 27.

**Tabla 27***Matriz de ponderación de avenida Luis Casiraghi*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación				X			
	Concurrencia					X	4	
	Separación del tráfico urbano rápido						X	
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes						X	5
Dirección	Rutas directas						X	5
Coherencia	Continuidad						X	
	Señalización y fácil reconocimiento						X	5
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	
	Rutas físicamente sencillas						X	5
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas						X	
	Parqueaderos seguros						X	5
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.83	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							BUENA	

***Avenida Sixto Durán Ballén***

La calidad de la ciclovia se evaluó con la matriz de ponderación que se presenta en la Tabla 28.

Tabla 28

*Matriz de ponderación de la avenida Sixto Durán Ballén*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación				X			3.7
	Concurrencia					X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X		
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes						X	5
Dirección	Rutas directas						X	5
Coherencia	Continuidad						X	5
	Señalización y fácil reconocimiento						X	
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	5
	Rutas físicamente sencillas						X	
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas						X	5
	Parqueaderos seguros						X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.78	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							BUENA	

### ***Avenida Milton Patiño***

La calidad de la ciclovía que conforman las dos secciones se evaluó con la matriz de ponderación que se presenta en la Tabla 29.

Tabla 29

Matriz de ponderación de la avenida Milton Patiño

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación				X			3.7
	Concurrencia					X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X		
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes						X	5
Dirección	Rutas directas						X	5
Coherencia	Continuidad						X	5
	Señalización y fácil reconocimiento						X	
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	4
	Rutas físicamente sencillas				X			
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas					X		4.5
	Parqueaderos seguros						X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.53	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							BUENA	

**Calle 16 de Agosto**

La calidad de la ciclovia se evaluó con la matriz de ponderación que se presenta en la Tabla 30.

**Tabla 30***Matriz de ponderación de la calle 16 de Agosto*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL
		0	1	2	3	4	
Seguridad	Iluminación				X		
	Concurrencia				X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X	3.33
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes					X	5
Dirección	Rutas directas					X	5
Coherencia	Continuidad					X	
	Señalización y fácil reconocimiento					X	5
Atractivo	Rutas y destinos importantes					X	
	Rutas físicamente sencillas						X
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas					X	
	Parqueaderos seguros						X
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.56
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							BUENA

***Calle Amazonas***

Las dos secciones, consideradas como una ciclovia, presentan condiciones y características que se evaluaron en conjunto. La matriz de ponderación que evaluó la calidad de la ciclovia se presenta en la Tabla 31.

**Tabla 31***Matriz de ponderación de calle Amazonas*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL
		0	1	2	3	4	
Seguridad	Iluminación				X		3.67
	Concurrencia				X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X	
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes					X	5
Dirección	Rutas directas					X	5
Coherencia	Continuidad					X	5
	Señalización y fácil reconocimiento					X	
Atractivo	Rutas y destinos importantes						5
	Rutas físicamente sencillas					X	
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas					X	4.5
	Parqueaderos seguros					X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							<b>4.7</b>
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							<b>BUENA</b>

***Calle Cuenca***

Las dos secciones transversales conforman la ciclovía de la calle Cuenca, la evaluación de la infraestructura se realizó en la matriz de ponderación que se presenta en la Tabla 32.

**Tabla 32.***Matriz de ponderación de la calle Cuenca*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación				X		3.7	
	Concurrencia					X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X		
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes					X	5	
Dirección	Rutas directas					X	5	
Coherencia	Continuidad					X	5	
	Señalización y fácil reconocimiento					X		
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	5
	Rutas físicamente sencillas						X	
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas					X	4.5	
	Parqueaderos seguros						X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.7	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							BUENA	

**Calle Gonzalo Pesántez**

La calidad de la ciclo vía se evalúa en la matriz de ponderación de la Tabla 33.

**Tabla 33**

*Matriz de ponderación de la calle Gonzalo Pesántez*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación				X			3.7
	Concurrencia					X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X		
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes						X	5
Dirección	Rutas directas						X	5
Coherencia	Continuidad						X	5
	Señalización y fácil reconocimiento						X	
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	5
	Rutas físicamente sencillas						X	
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas						X	5
	Parqueaderos seguros						X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.78	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							BUENA	

### ***Calle Francisco de Orellana***

La calidad de la ciclovia, comprendida por las dos secciones transversales, se evaluó en la matriz de ponderación de la Tabla 34.

**Tabla 34**

*Matriz de ponderación de ciclovia en la calle Francisco de Orellana*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación				X			3.7
	Concurrencia						X	
	Separación del tráfico urbano rápido						X	
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes						X	5
Dirección	Rutas directas						X	5
Coherencia	Continuidad						X	5
	Señalización y fácil reconocimiento						X	
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	5
	Rutas físicamente sencillas						X	
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas						X	5
	Parqueaderos seguros						X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.78	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							BUENA	

### ***Calle Eloy Alfaro***

La calidad de la ciclovía , compuesta por las dos secciones, se evaluó en la matriz de ponderación de la Tabla 35.

**Tabla 35***Matriz de ponderación de ciclovía en la calle Eloy Alfaro*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación				X		3.7	
	Concurrencia					X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X		
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes					X	5	
Dirección	Rutas directas					X	5	
Coherencia	Continuidad					X	5	
	Señalización y fácil reconocimiento					X		
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	5
	Rutas físicamente sencillas						X	
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas				X		4	
	Parqueaderos seguros						X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>						4.62		
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>						BUENA		

**Calle García Moreno**

La calidad de la ciclovía se evalúa en la matriz de ponderación de la Tabla 36.

Tabla 36

Matriz de ponderación de ciclovía en la calle García Moreno

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación				X		3.7	
	Concurrencia					X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X		
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes					X	5	
Dirección	Rutas directas					X	5	
Coherencia	Continuidad					X	5	
	Señalización y fácil reconocimiento					X		
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	4.5
	Rutas físicamente sencillas					X		
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas					X	4.5	
	Parqueaderos seguros						X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.62	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							BUENA	

### **Calle Cóndor Mirador**

La calidad de la ciclovía se evaluó en la matriz de ponderación de la Tabla 37.

**Tabla 37**

*Matriz de ponderación de ciclovía en la calle Cóndor Mirador*

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL	
		0	1	2	3	4		5
Seguridad	Iluminación			X				2.67
	Concurrencia			X				
	Separación del tráfico urbano rápido					X		
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes						X	5
Dirección	Rutas directas						X	5
Coherencia	Continuidad						X	5
	Señalización y fácil reconocimiento						X	
Atractivo	Rutas y destinos importantes						X	4.5
	Rutas físicamente sencillas					X		
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas				X			4
	Parqueaderos seguros						X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>							4.36	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>							REGULAR	

### ***Avenida Los Anturios***

La calidad de la ciclovía se evalúa en la matriz de ponderación de la Tabla 38.

Tabla 38

Matriz de ponderación de la avenida Los Anturios

REQUERIMIENTOS DE LA CICLOVÍA	CRITERIOS	CALIFICACIÓN					TOTAL
		0	1	2	3	4	
Seguridad	Iluminación				X		3.33
	Concurrencia				X		
	Separación del tráfico urbano rápido					X	
Comodidad	Superficies de rodadura de calidad y uniformes					X	5
Dirección	Rutas directas					X	5
Coherencia	Continuidad					X	5
	Señalización y fácil reconocimiento					X	
Atractivo	Rutas y destinos importantes					X	5
	Rutas físicamente sencillas					X	
Facilidades complementarias	Zonas de parqueo cercanas				X		4
	Parqueaderos seguros					X	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL:</b>						4.56	
<b>ASIGNACIÓN DE CALIDAD:</b>						BUENA	

## 5. Conclusiones

En esta tesis se llevó a cabo una propuesta de metodología para la planificación de redes de ciclovías en ciudades pequeñas. Para aplicar esta metodología, se analizó la situación actual de la movilidad en la ciudad de Gualaquiza, se identificaron las áreas más adecuadas para la implementación de la red de ciclovías y se realizaron estudios técnicos para definir características necesarias de la infraestructura.

La identificación de polos generadores de viajes fue un paso importante en el proceso de planificación de la red de ciclovías. Para ello, se realizó un análisis exhaustivo de la ciudad de Gualaquiza, identificando aquellos lugares que generan una mayor cantidad de viajes y a partir de esta información se estableció un área uniforme del centro urbano de la ciudad para trazar la red de ciclovías.

El trazado y diseño de la infraestructura de las ciclovías se basó en criterios técnicos y en la experiencia de otras ciudades que las han implementado con éxito. Se consideraron aspectos como la seguridad vial de los ciclistas, el impacto de tráfico y la conectividad entre los distintos puntos de interés de la ciudad.

Para analizar las zonas candidatas de estacionamientos se tuvieron en cuenta factores como la proximidad a puntos de interés y a las rutas ciclistas, la seguridad, la facilidad de acceso, etc. Luego de evaluar las zonas se seleccionaron los lugares más adecuados y se diseñaron propuestas de parqueaderos para bicicletas.

En conclusión, esta tesis presenta una metodología para la planificación de redes de ciclovías en ciudades pequeñas y una aplicación práctica en la ciudad de Gualaquiza, incluida la implementación de parqueaderos, lo que puede ser un aporte importante para la toma de decisiones en la planificación urbana y la promoción de la movilidad sostenible en ciudades pequeñas.

## 6. Recomendaciones

Realizar el levantamiento de información de la geometría de las vías con equipo de precisión permitirá tener mayor semejanza entre el espacio de trabajo y la ciudad, de manera similar el uso de equipos de precisión permite medir con mayor aproximación los aspectos evaluados en las ciclovías. Suplir las deficiencias de la red de ciclovías encontradas en la evaluación, tales como la implementación de iluminación de infraestructura, agregar cubiertas a los espacios de parqueadero, entre otros, complementarán el estudio y brindarán infraestructura de calidad.

Realizar el cálculo de radios de giro en intersecciones, para las clases de vehículos circulantes, puede brindar información precisa acerca del uso de las calzadas y el espacio disponible para la instalación de dispositivos de seguridad y segregación como bolardos y otros. Precisar el espacio disponible también permitirá realizar intervenciones que involucren urbanismo táctico, acondicionamiento de cruces, bahías, plataformas únicas, etc.

El desarrollo de este trabajo contiene información de gran utilidad para reorganizar el espacio público señalado en las calles intervenidas, en donde adicionalmente se pueden desarrollar investigaciones en materia de movilidad peatonal, infraestructuras azules y verdes, acondicionamiento de espacios de segregación, organización de parqueaderos vehiculares, entre otros.

El caso de la avenida Luis Casiraghi (de manera similar un tramo en la calle Eloy Alfaro) presenta condiciones interesantes para redistribuir los espacios de calzada, aceras y parterre. Sería interesante contemplar en la situación actual de la avenida opciones como la reducción de un carril de circulación y destinarlo al parqueo de vehículos livianos mediante bahías, destinar el carril de circulación restante a uso compartido, recuperar el espacio peatonal en aceras, parterres y cruces, incluir franjas vegetales nativas, finalmente analizar el impacto de la reforma en el tráfico. Este tipo de alternativas podrían beneficiar la acogida

de los vecinos a la implementación de infraestructura planificada desde el enfoque de la movilidad urbana sostenible.

## 7. Bibliografía

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2019). *Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC* (Edición actualizada a 28 de marzo de 2019). Boletín Oficial del Estado, BOE.

Anderson, E., Ciccarelli, J., Donlon, J., Figliozi, S., & Association of Pedestrian and Bicycle Professionals. (2010). *Bicycle Parking Guidelines* (Second Edition).

Boston Transportation Department. (2021). *Bike Parking Guidelines*.

Broom, N. & Association of Pedestrian and Bicycle Professionals. (2015). *Essentials of bike parking*.

City of Toronto. (2008). *Guidelines for the Design and Management of Bicycle Parking Facilities*. <https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2017/12/8c1a-Cycling-Guidelines-for-the-Design-and-Management-of-Bicycle-Parking-Facilities.pdf>

Department for Transport. (2020). *Cycle Infrastructure Design*. TSO.

DLR. (2022). *SUMO (Simulation of Urban Mobility)*. [https://www.dlr.de/ts/en/desktopdefault.aspx/tabid-9883/16931\\_read-41000/](https://www.dlr.de/ts/en/desktopdefault.aspx/tabid-9883/16931_read-41000/)

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaquiza. (2017). *Plan de movilidad sustentable de Gualaquiza*.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaquiza. (2020). *Plan de uso y gestión del suelo Gualaquiza 2020-2032*. [https://gadgualaquiza.gob.ec/web/wp-content/uploads/2020/09/Copia-Comprimida-de-01\\_Informe\\_Diagnostico\\_PDOT-PUGS\\_2020-2032-1-4\\_comprimido.pdf](https://gadgualaquiza.gob.ec/web/wp-content/uploads/2020/09/Copia-Comprimida-de-01_Informe_Diagnostico_PDOT-PUGS_2020-2032-1-4_comprimido.pdf)

Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2009). *Manual de Diseño Urbano para*

*el Transporte Activo.*

Hermida Palacios, C. (2016). Del transporte a la movilidad. Reflexiones sobre las últimas décadas. *DAYA Diseño, arte y arquitectura*, 1, 20-35. <https://doi.org/10.33324/daya.v1i1>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 «Señalización vial. Parte 6. Ciclovías».*

Land Transport Safety Authority. (2004). *Cycle network and route planning guide*. Land Transport Safety Authority.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2021). *Guía para el diseño de infraestructura ciclista en intersecciones* (M. Candia, J. Parés, & E. Okpala, Eds.).

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2012). *Norma Ecuatoriana Vial, NEVI 12: Vol. 2 A.*

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2022). *Manual de ciclo-infraestructura y micromovilidad para Ecuador* (C. F. Pardo, V. Cueva, & J. F. Bustos, Eds.).

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013). *Movilidad Urbana: Biciestacionamientos en el espacio público* (División de Desarrollo Urbano & Dirección de Proyectos de Ciudad, Eds.).

Municipalidad de Lima. (2017). *Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista* (C. Pardo, J. J. Arrué, & P. Calderón Peña, Eds.).  
Municipalidad de Lima.

Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2012). *El estado de las ciudades de América Latina y El Caribe.*

National Association of City Transportation Officials. (2014). *Urban Bikeway Design Guide* (National Association of City Transportation Officials, Ed.; Second Edition). Island Press.

National Association of City Transportation Officials. (2016). *Guía global de diseño de calles*. Island Press.

Pardo, C., Caviedes, Á., & Calderón, P. (2013). *Estacionamientos para bicicletas: Guía de elección, servicio, integración y reducción de emisiones*.

Paz García, M. G. (2019). *Estudio de la percepción ciclista en intersecciones de carreteras convencionales. Aplicación práctica a la glorieta localizada en la carretera CV-310 PK 15+750 (Provincia de Valencia)* [Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/129696>

Pettinga, A., Rouwette, A., Braakman, B., Pardo, C., Kuijper, D., de Jong, H., Spapé, I., Zuidgeest, M., Wittink, R., Kager, R., Schepel, S., Godefrooij, T., & Interface for Cycling Expertise. (2009). *Cycling-Inclusive Policy Development: A Handbook* (T. Godefrooij, C. Pardo, & L. Sagaris, Eds.).

Rubianes Mora, E. P. (2018). *Manual de diseño de infraestructura ciclista para el Distrito Metropolitano de Quito*. [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16074>

Sociedad Global de Seguridad Vial. (2008). *Control de la velocidad: Un manual de seguridad vial para los responsables de tomar decisiones y profesionales*.

Transport Research Board. (2010). *Highway Capacity Manual Volume 3: Interrupted Flow* (5th ed., Vol. 3).

Villa Uvidia, R. (2014). *Guía técnica para el diseño y construcción de ciclovías para*

*zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador.* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7907>

Villegas, I., & Farias, B. (2020). Planificación y Diseño de ciclovías urbanas. Experiencia Área Metropolitana de Valencia (AMV), Venezuela. *Revista Ingeniería UC*, 27(1), 11.

Yagar, S., & Van Aerde, M. (1983). Geometric and environmental effects on speeds of 2-lane highways. *Transportation Research Part A: General*, 17(4), 315-325. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(83\)90094-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(83)90094-8)

## 8. Anexos