ATMIRE

Title	Propuesta de diseño de ciclovía de conexión entre la ciclovía de Av. De los Precursores con la UPC sede San Miguel con el fin de reducir los tiempos de viaje mediante el método Complete Street
Item Type	http://purl.org/coar/resource_type/c_7a1f
Authors	Sayas Galindez, Bill Salvador
Publisher	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)
Rights	https://purl.org/coar/access_right/c_abf2
Download date	2026-11-28 06:32:59
Item License	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Link to Item	https://hdl.handle.net/10757/690825

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de diseño de ciclovía de conexión entre la ciclovía de Av. De los Precursores con la UPC sede San Miguel con el fin de reducir los tiempos de viaje mediante el método Complete Street

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Sayas Galindez, Bill Salvador 0009-0002-7259-9473

ASESOR(ES)

Bravo Lizano, Aldo Rafael 0000-0003-4835-795X

Lima, 16 de junio 2026

DEDICATORIA

A mis queridos padres Lizandro Sayas y Rita Galindez, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, sacrificio, apoyo constante y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo, la perseverancia y la responsabilidad. Gracias por acompañarme en cada etapa de mi formación y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro también les pertenece.

A mi hermana Camile Sayas, por su cariño, compañía y apoyo a lo largo de este camino. Gracias por brindarme ánimo, comprensión y por compartir conmigo cada desafío y cada alegría durante esta etapa de mi vida.

Con profundo amor y gratitud, les dedico este trabajo, como muestra de reconocimiento por todo lo que han hecho por mí y por ser una fuente permanente de inspiración para alcanzar mis metas.

RESUMEN

La falta de continuidad en la infraestructura destinada al transporte ciclista en Lima ha ocasionado conflictos entre los distintos modos de movilidad y un aumento progresivo en los tiempos de desplazamiento, situación que se ve agravada por el crecimiento constante del parque automotor. Esta problemática es evidente en la avenida Rafael Escardo, donde la ausencia de infraestructura ciclista adecuada expone a los usuarios de bicicleta a mayores riesgos durante sus recorridos, particularmente en horas de alta demanda vehicular. Dicha situación responde, en gran medida, a la carencia de una estrategia integral que permita una adecuada integración y coexistencia de los diferentes modos de transporte en el corredor vial.

La presente investigación propone la implementación de la estrategia Complete Streets como un enfoque integral orientado a la integración de los distintos modos de transporte, con la finalidad de optimizar los tiempos de viaje de los usuarios y reducir significativamente los puntos de conflicto presentes en la red vial. Para evaluar la efectividad de esta propuesta, se desarrolló un estudio de campo en diversos segmentos de la avenida De los Precursores, considerando el recorrido en dirección a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), sede San Miguel, así como el trayecto de retorno. Dichos recorridos fueron denominados posteriormente como Tramo 1 y Tramo 2, respectivamente.

La microsimulación correspondiente tanto al escenario actual como al escenario propuesto fue desarrollada mediante el software SUMO, permitiendo la calibración y validación del modelo a partir de la variable “tiempo de viaje”. Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de la metodología Complete Streets genera mejoras significativas en el desempeño del corredor vial, alcanzando una reducción de los tiempos de viaje del 20.37 % en el Tramo 1 y del 20.23 % en el Tramo 2 respecto a la situación existente. Asimismo, se registró una disminución del 60.97 % en los puntos de conflicto a lo largo del área de intervención. Estos hallazgos demuestran la efectividad de la estrategia propuesta para optimizar las condiciones de movilidad y fortalecer la seguridad de los usuarios en la vía.

Palabras Clave: Complete Street, Tiempos de viaje, Puntos de conflicto, Sostenibilidad.

Proposed design for a connecting bike path between the bike path on Av. De los Precursores and the UPC San Miguel campus in order to reduce travel times using the Complete Street method

ABSTRACT

The lack of continuity in cycling infrastructure in Lima has led to conflicts between different modes of transportation and a progressive increase in travel times, a situation exacerbated by the constant growth of the vehicle fleet. This problem is evident on Rafael Escardo Avenue, where the absence of adequate cycling infrastructure exposes cyclists to greater risks during their journeys, particularly during peak traffic hours. This situation is largely due to the lack of a comprehensive strategy that allows for the proper integration and coexistence of different modes of transportation along this road corridor.

This research proposes the implementation of the Complete Streets strategy as a comprehensive approach aimed at integrating different modes of transportation, with the goal of optimizing travel times for users and significantly reducing conflict points in the road network. To evaluate the effectiveness of this proposal, a field study was conducted on various segments of De los Precursores Avenue, considering the route towards the Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), San Miguel campus, as well as the return journey. These routes were subsequently designated as Section 1 and Section 2, respectively.

The microsimulation for both the current and proposed scenarios was developed using SUMO software, allowing for the calibration and validation of the model based on the "travel time" variable. The results obtained demonstrate that the application of the Complete Streets methodology generates significant improvements in the performance of the road corridor, achieving a 20.37% reduction in travel times in Section 1 and a 20.23% reduction in Section 2 compared to the existing situation. Likewise, a 60.97% decrease in conflict points was recorded along the intervention area. These findings demonstrate the effectiveness of the proposed strategy in optimizing mobility conditions and strengthening road user safety.

Keywords: Complete Street, Travel times, Conflict points, Sustainability.

Trabajo_u20171f065.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	18%	2%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	
2	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	
3	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	
5	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	
6	Rafael Eduardo Serrano, Daniel José Rojas. "Desarrollo de ciclovía como una estrategia para el logro de la movilidad sostenible en Barquisimeto", Gaceta Técnica, 2023 Publicación	
7	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	
8	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	
9	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	
10	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	

Excluir citas	Apagado	Exclude assignment template	Activo
Excluir bibliografía	Activo	Excluir coincidencias	< 20 words

TABLA DE CONTENIDOS

1 CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO 1

1.1 ANTECEDENTES 1

1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA 2

1.3 ESTADO DEL ARTE 5

1.4 OBJETIVOS 6

1.4.1 General 6

1.4.2 Específicos 6

1.5 INDICADORES DE LOGRO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 7

1.6 JUSTIFICACIÓN 7

1.7 LIMITACIONES 8

2 CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO 9

2.1 TRANSPORTE SOSTENIBLE 9

2.2 COMPLETE STREET 9

2.3 MARCO NORMATIVO PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍAS 10

2.4 MICROSIMULACIÓN DEL TRAFICO 11

3 CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL PROYECTO 12

3.1 PROCEDIMIENTO 12

3.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 13

3.2.1 Ubicación del Proyecto 13

3.2.2 Proximidad a la red Ciclista 14

3.2.3 Composición del Trafico 15

3.2.4 Infraestructura vial del tramo en estudio 16

3.2.5 Medición de la infraestructura vial del tramo 16

3.3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE CONFLICTO 18

3.4 IDENTIFICACIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE PROMEDIO 19

3.5 MODELACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DENTRO DEL SOFTWARE SUMO 20

3.6 CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO 24

3.7 DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE CICLOVÍA DE CONEXIÓN 27

3.8 IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO APOYADO EN EL SOFTWARE SUMO. 28
3.9 VALIDACIÓN DEL PROYECTO 35
3.9.1 Resultados 35
3.10 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 38
3.11 COMPARACIÓN DE LOS TIEMPOS DE VIAJE PROMEDIO DE LOS CICLISTAS 38
3.11.1 Comparación de los puntos de conflicto de lo ciclistas 38
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **40**
4.1 CONCLUSIONES 40
4.2 RECOMENDACIONES 41
5 REFERENCIAS **42**
6 ANEXOS **46**
6.1 ANEXO 1: 46
6.2 ANEXO 2: 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Indicadores de medición del problema* 7
Tabla 2 *Resumen de longitudes y anchos de carriles vehiculares de las avenidas en la zona de estudio* 17
Tabla 3 *Conteo de tiempos de viaje de ciclistas tramo 01 – día 1* 19
Tabla 4 *Conteo de tiempos de viaje de ciclistas tramo 02 – día 1* 19
Tabla 5 *Conteo de tiempos de viaje de ciclistas tramo 01 – día 2* 26
Tabla 6 *Conteo de tiempos de viaje de ciclistas tramo 02 – día 2* 27
Tabla 7 *Registro de tiempos de viaje de ciclistas durante el tramo 01* 28
Tabla 8 *Registro de tiempos de viaje de ciclistas durante el tramo 02* 29
Tabla 9 *Parámetros estadísticos para las velocidades de viaje de los ciclistas* 29
Tabla 10 *Tabla de datos de puntos medios y frecuencias acumuladas del tramo 01*..... 30
Tabla 11 *Tabla de datos de puntos medios y frecuencias acumuladas del tramo 02.*..... 30
Tabla 12 *Diferencia del tiempo de viaje de los ciclistas entre la situación actual y el propuesto* 38
Tabla 13 *Diferencia de puntos de conflicto de los ciclistas entre la situación actual y el propuesto* 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Participación de ciclistas en siniestros de tránsito, Lima Metropolitana, 2010 – 2023* 2
Figura 2 *Red de Ciclovías en Lima* 3
Figura 3 *Diagrama de Ishikawa* 4
Figura 4 *Representación del Transporte Sostenible* 9
Figura 5 *Plano en planta del enfoque Complete Street* 10
Figura 6 *Flujograma del proyecto* 12
Figura 7 *Ubicación del Proyecto* 13
Figura 8 *Proximidad a la red ciclista de San Miguel* 14
Figura 9 *Imagen panorámica capturado con el uso del dron* 15
Figura 10 *Aforo Vehicular* 15
Figura 11 *Toma de datos* 16
Figura 12 *Identificación de puntos de conflicto en AUTOCAD* 18
Figura 13 *Modelado del área de estudio actual en SUMO* 20
Figura 14 *Intersección de la Av. Rafael Escardó con la Av. Intisuyo, del estado actual en el SUMO* 21
Figura 15 *Flujos vehiculares introducidos en el Software SUMO* 21
Figura 16 *Primera Microsimulación de la situación actual dentro del Software SUMO* 22
Figura 17 *Elementos adicionales dentro del software SUMO* 22
Figura 18 *Cuadro de datos del tramo 01* 23
Figura 19 *Cuadro de datos del tramo 02* 23
Figura 20 *Implementación de la semaforización actual en SUMO* 24
Figura 21 *Parametrización de los vehículos en SUMO* 25
Figura 22 *Cuadro de datos tramo 01 del modelo calibrado* 25
Figura 23 *Cuadro de datos tramo 02 del modelo calibrado* 26
Figura 24 *Propuesta de diseño de ciclovía en AUTOCAD* 28
Figura 25 *Gráfica puntos medios vs velocidades del tramo 01* 31
Figura 26 *Gráfica puntos medios vs velocidades del tramo 02* 31
Figura 27 *Creación de la ciclovía dentro del software SUMO* 32
Figura 28 *Demandas parametrizadas dentro del software SUMO* 32
Figura 29 *Flujos dentro de la propuesta de solución dentro del software SUMO* 33

Figura 30 *Semaforización dentro de la propuesta de solución dentro del software SUMO* 33
Figura 31 *Elementos adicionales dentro de la propuesta de solución dentro del software SUMO* 34
Figura 32 *Simulación de la propuesta de solución dentro del software SUMO* 34
Figura 33 *Cuadro de datos obtenidos del tramo 01 gracias al software SUMO* 35
Figura 34 *Cuadro de datos obtenidos del tramo 02 gracias al software SUMO* 35
Figura 35 *Cuadro de datos obtenidos del tramo 01 con la implementación gracias al software SUMO* 36
Figura 36 *Cuadro de datos obtenidos del tramo 02 con la implementación gracias al software SUMO* 36
Figura 37 *Puntos de conflicto en la propuesta de rediseño en AUTOCAD* 37

1 CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes

De acuerdo con Dirección de Seguridad Vial (2023) evidenciaron un incremento en el uso de la bicicleta entre los años 2020 y 2022 de 58%, fenómeno asociado a las medidas de prevención adoptadas durante la pandemia por COVID-19. En esa misma línea, Camayo (2022) señala que este aumento ha venido acompañado de un mayor número de ciclovías en diversas zonas de Lima; sin embargo, dichas infraestructuras presentan deficiencias en su diseño, debido a la falta de aplicación de estándares técnicos. Estas limitaciones han derivado en una inadecuada planificación vial, incremento del tráfico vehicular y conflictos entre usuarios de la vía.

Asimismo, Hernández et al. (2021) proponen que una alternativa para mitigar la problemática de desconexión en las ciclovías es la implementación de infraestructura segregada, con el fin de mejorar hasta en un 24% la articulación del sistema ciclista urbano. En concordancia, Quispe et al. (2018) identifican como principales deficiencias de las ciclovías la discontinuidad y la baja funcionalidad, recomendando su interconexión mediante redes segregadas que integren equipamientos urbanos como instituciones educativas y centros comerciales.

Por otro lado, el diseño geométrico de las ciclovías debe regirse por normativas técnicas tanto nacionales como internacionales, tales como la Guía de Circulación del Ciclista de la Municipalidad Metropolitana de Lima, la Norma CE.030 de Obras Especiales y Complementarias el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo vial, estas herramientas permiten evaluar, además, las características de las vías involucradas y su potencial incorporación como parte de una red ciclista eficiente (Meza y Silvera, 2023).

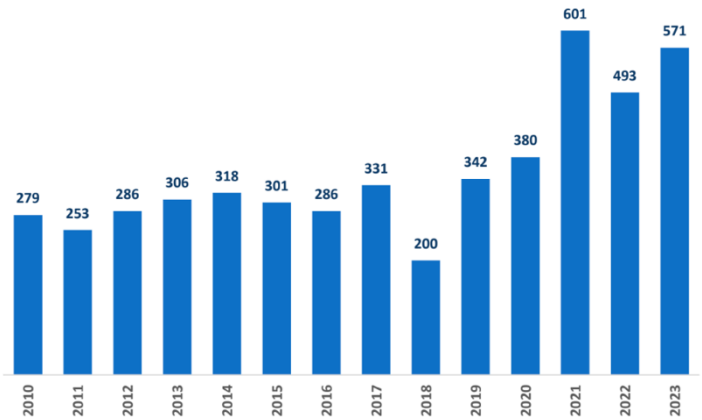
1.2 Análisis del Problema

Los principales factores que generan insatisfacción entre los habitantes de los centros urbanos a nivel mundial son los desafíos relacionados con la movilidad, entre los que destacan el tráfico saturado, el uso de trayectos extensos y poco optimizados, y los riesgos para la seguridad de los usuarios viales (Portafolio, 2019). A escala global, los usuarios han experimentado un aumento del 46% en la duración de sus desplazamientos cotidianos, y la mitad de ellos manifiesta insatisfacción con su experiencia al utilizar los sistemas de transporte colectivo. (Lozano, 2019). En este sentido, la demanda en usos de bicicletas va en aumento, puesto que para tramos cortos son la mejor opción (Palomino, 2020).

El incremento del uso de la bicicleta también representa un incremento de la siniestralidad vial con participación de este grupo de usuarios vulnerables. Además, como se muestra en la figura 1 en Lima metropolitana, se reflejó un incremento del 11% en accidentes de tránsito respecto al años 2020 y un 58% respecto al año 2021. Asimismo, para el año 2023 se registra un aumento de 15.8% respecto al año 2022 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, [MTC], 2024).

Figura 1

Participación de ciclistas en siniestros de tránsito, Lima Metropolitana, 2010 – 2023



Nota. Número de siniestros de los ciclistas en Lima por MTC, 2024 (https://www.onsv.gob.pe:5000/informe-de-siniestralidad-de-transito-fatal-de-ciclistas-2024/).

En ese sentido, en las zonas urbanas de Lima se hace necesaria la implementación de estrategias orientadas a optimizar la movilidad urbana a través de sistemas de transporte alternativo, como la bicicleta (Palomino, 2020). Esto responde a la limitada infraestructura

destinada al ciclismo como se muestra en la figura 2, lo que incrementa los tiempos de desplazamiento, los puntos de conflicto y los riesgos asociados a la seguridad vial. Entre los principales problemas que enfrentan los ciclistas se encuentran precisamente los largos tiempos de viaje y la inseguridad en las intersecciones, debido a la carencia de infraestructura adecuada en la zona de estudio, donde se identifican numerosos puntos de conflicto (Capacyachi y Ferro, 2024).

Figura 2

Red de Ciclovías en Lima



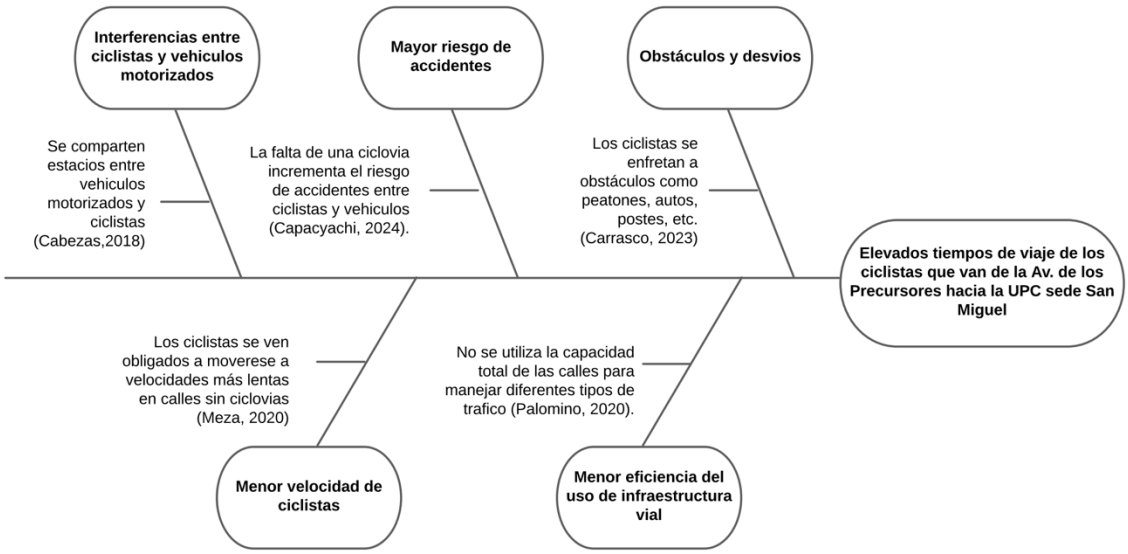
Nota. Red de ciclovías en Lima por la Municipalidad de Lima, 2020 (https://smia.munlima.gob.pe/documentos-publicacion/detalle/1362).

El lugar donde se realizó la investigación será en el tramo de intersección entre la Av. De los Precursores y Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) sede San Miguel. Por otra parte, el periodo de procedencia de datos se tomó en cuenta los días de conteo de vehicular que serán los miércoles y viernes del mes de abril de 2026 en las horas punta de tráfico, considerando en el tema conceptual el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación Ciclista, los aspectos de Transporte y la metodología Complete Street.

A continuación, en la figura 3, se representa el análisis del problema mediante un diagrama de Ishikawa.

Figura 3

Diagrama de Ishikawa



El diagrama de Ishikawa representa las siguientes causas para el problema que es mayores tiempos de viaje en los ciclistas que van de Av. De los Precursores con dirección a la UPC sede San Miguel los cuales son los siguientes: Interferencia entre ciclistas y vehículos motorizados, mayores riesgos de accidentes, obstáculos y desvíos, menos velocidad de los ciclistas y menor eficiencia del uso de infraestructura vial. Sin embargo, la principal causa del problema es la falta de una ciclovía entre la Av. De los Precursores y la UPC sede San Miguel.

Formulación del Problema

¿De qué manera se pueden reducir los tiempos de viaje de los ciclistas que transitan de la Av. De los Precursores hacia la UPC sede San Miguel?

1.3 Estado del Arte

En la actualidad, existen diversas estrategias orientadas a la evaluación integral de las vías urbanas y al mejoramiento de la conectividad de manera eficiente. Isaksson y Alm (2022) demuestran que, pese a los desafíos que implica la incorporación de la logística del transporte sostenible basado en bicicletas en entornos urbanos, resulta fundamental buscar soluciones en modelos que promuevan dichos conceptos desde una perspectiva de movilidad sostenible. Por su parte, Serrano y Rojas (2023) plantean el diseño de una ciclovía en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela, con el fin de atender la creciente demanda de infraestructura apropiada para los usuarios no motorizados. Mediante la aplicación de una observación de carácter participativo y exploratorio, se detectaron diversas falencias señaladas por ciclistas, peatones y conductores, quienes expresaron la necesidad de disponer de una ciclovía que represente una alternativa sostenible frente a los problemas de movilidad y los efectos negativos sobre el medio ambiente.

En este sentido, Bas et al. (2023) aplican la estrategia de Complete Street en el desarrollo de la infraestructura ciclista, logrando mejoras en su planificación. Dicho modelo se centra en los modos de transporte no motorizado y en el perfeccionamiento de su infraestructura y señalización, de manera similar a lo planteado por Berrio y Barrero (2023), quienes se enfocan en las principales deficiencias relacionadas con la señalización de las ciclovías en la ciudad de Bogotá, abordando aspectos como las dimensiones, ubicaciones, radios de giro y pendientes. Sus hallazgos revelaron que el 55% de la señalización preventiva no se encuentra en buen estado, el 18% resulta incompatible con el entorno ambiental y el 38% no cumple con las dimensiones reglamentarias. Esta situación generaba un total de 83 puntos de conflicto, cifra que, tras la aplicación de la estrategia del Complete Street, logró reducirse a 16 puntos de conflicto.

En otro sentido, la presente investigación se enfoca al rediseño geométrico de las ciclovías como estrategia para optimizar los tiempos de desplazamiento. En esa línea, Van Goeverden (2022) sostiene que la disminución en los tiempos de viaje genera un impacto positivo en los usuarios, al permitir una mejor gestión de sus desplazamientos. Posteriormente Barreto y González (2023) evidencian que la reducción de los tiempos de viaje se presenta con mayor claridad en trayectos cortos, particularmente en distancias menores a 5.00 km, como se observa en la implementación de 94.12 km de infraestructura ciclista en la ciudad de Cuenca, Ecuador, orientada a mejorar la eficiencia del sistema de transporte público y privado. En

estudios más recientes, Argota Sánchez-Vaquerizo y Helbing (2023) demuestran, mediante simulaciones basadas en condiciones reales en Barcelona, que la restricción del tránsito de vehículos motorizados en determinadas vías puede reducir los tiempos de viaje en aproximadamente un 14.00%.

Además, Carrasco (2023) se enfoca en adoptar políticas de Calles Completas el cual es un primer paso crucial para reducir la violencia en el tránsito, mejorar la equidad en la salud, responder a la crisis climática y rectificar una larga historia de prácticas de transporte inequitativas. Este informe de "las Mejores políticas de Calles Completas" destaca las comunidades que han dado ese primer paso y describe cómo lo hicieron posible.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Realizar un diseño geométrico de una ciclovía para la mejora en los tiempos de viaje de los ciclistas que transita en la Av. De los Precursores hacia la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas sede San Miguel basada en la estrategia de Complete Street.

1.4.2 Específicos

- Determinar los puntos de conflicto y tiempos de viaje promedio de los ciclistas en el estado actual dentro del tramo de la Av. De los Precursores con la UPC sede San Miguel.
- Realizar el modelado del estado actual del tramo de la Av. De los Precursores con la UPC sede San Miguel dentro del Software SUMO validándolo con los datos obtenidos de tiempos de viaje promedio.
- Proponer el diseño de ciclovía en base a la metodología complete Street con el fin de disminuir la cantidad de puntos de conflicto, reducir los tiempos de viaje dentro del tramos de la Av. De los Precursores con la UPC sede San Miguel.
- Comparar los tiempos de viaje promedio y los puntos de conflicto de los ciclistas obtenidos en base al modelo propuesto versus a los datos obtenidos del estado actual.

1.5 Indicadores de logro del Trabajo de Suficiencia Profesional

Tabla 1

Indicadores de medición del problema

Indicador	Unidad de Medida	Descripción
Tiempo promedio de viaje	Segundos	El tiempo promedio del recorrido de los ciclista en la Av. De los precursores con dirección a la UPC San Miguel vs el tiempo promedio del recorrido con la implementación de la ciclovía.
Puntos de Conflicto	Unidad	Puntos de conflicto entre ciclistas y peatones o vehículos motorizados, que pueden generar colisión.

1.6 Justificación

Tal como señala Bas en el estado del arte, la estrategia de *Complete Street* evidencia múltiples beneficios, entre los que destacan el incremento del flujo peatonal, el aumento en el uso del transporte público y efectos favorables en la salud de la población, según lo expuesto por Vasilev et al. (2023). En ese sentido, Lahoorpoor et al. (2022) plantean que dicha estrategia genera impactos positivos en todos los modos de transporte, puesto que, al considerar la configuración de la red de transporte como un elemento crítico, es posible optimizar el diseño de las vías con un enfoque orientado a la accesibilidad.

Además, este proyecto otorgara una ayuda a los investigadores interesados en realizar estudios y que quieran puntualizar en temas de movilidad sostenibles, van a tomar como referencia este proyecto para proponer lineamientos para el diseño geométrico de infraestructura ciclista en otras ciudades o provincias para ayudar a estas con un sistema alterno de transporte. En este sentido, al proponer los lineamientos adecuados se logrará realizar un diseño de ciclovías que no solo interfiere en mejorar el tráfico fluido, sino que también interviene en cuidado del medio ambiente al incentivar a la población a usar bicicletas, lo que conlleva al ahorro en un aspecto económico ya que no será necesario el uso de combustible.

1.7 Limitaciones

- Acceso a los planos actualizados de la Av. Rafael Escardo (intersección entre la Av. De los Precursores y UPC sede San Miguel) y a la información actualizada del Street View del software Google Earth.
- El rediseño de las aceras peatonales actuales de la Av. Rafael Escardó no fue objeto de evaluación, dado que dicho aspecto no interfiere con la propuesta de diseño fundamentada en el concepto de Complete Street..
- No se analizó ni se modificó los ciclos semafóricos de la Av. Rafael Escardo dado que el estudio se enfoca en el rediseño geométrico de la ciclovía.
- Limitaciones económicas y de precisión para la toma de datos de velocidades promedio y tiempos de viaje promedio.

2 CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Transporte Sostenible

Por movilidad se entiende que es el conjunto de desplazamientos, de personas y mercancías, que se producen dentro de un entorno físico (Reyes,2024). El transporte sostenible constituye una modalidad orientada a disminuir el uso de energía, promoviendo al mismo tiempo el empleo de fuentes energéticas renovables y libres de emisiones contaminantes (Illacanchi, 2020). La noción de transporte sostenible tiene como propósito brindar opciones de movilidad más respetuosas con el medio ambiente. En otras palabras, se orienta hacia vehículos con menores niveles de emisiones, que emplean fuentes de energía limpias y que, a su vez, contribuyen a optimizar los trayectos, tal como se ilustra en la figura 4 (Illacanchi, 2020).

Figura 4

Representación del Transporte Sostenible



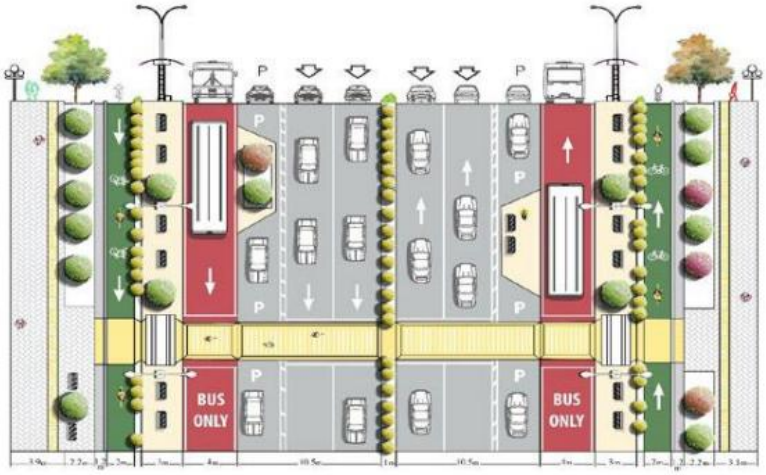
Nota. Se muestra una figura representativa del transporte sostenible obtenido de Google imágenes (https://www.zonadocs.mx/2020/06/24/la-movilidad-peatonal-puede-crear-ciudades-mas-resilientes-en-la-nueva-normalidad/).

2.2 Complete Street

La estrategia de *Complete Streets*, de acuerdo con SafeTREC (2018), constituye un enfoque relevante en el diseño del transporte urbano, cuyo principio fundamental radica en concebir las vías públicas como espacios inclusivos que garanticen la accesibilidad y seguridad para todos los modos de desplazamiento, favoreciendo así la convivencia entre peatones, ciclistas, y el transporte tanto público como privado como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Plano en planta del enfoque Complete Street



Nota. Representación de los conceptos del complete Street. De "Sustainable urban development through complete streets strategies", por A. Sadeghi; N. Panahi; A. Ravaee,, 2018 (https://www.researchgate.net/figure/Design-drawing-of-ancillary-facilities-of-a-vital-street-section_fig4_360966928).

2.3 Marco Normativo para el Diseño Geométrico de Ciclovías

Para el desarrollo del diseño geométrico de la ciclovía basado en el concepto de Complete Street, se tomarán como referencia los presentes manuales que establecen los parámetros técnicos para el diseño geométrico de infraestructuras ciclistas tales como el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista, la Guía de Composición y Diseño Operacional de Ciclovías en Chile ,el London complete street design manual – Work Sharing Program y el Hamilton complete street design guidelines – Work Sharing Program (WSP); 2022.

Los presentes manuales tienen en común un listado de parámetros que se mencionan a continuación:

Se establece un ancho común de ciclovía de uso compartido de 2.50 m con el fin de garantizar la seguridad de los ciclistas. La separación física se debe realizar mediante barreras que aumenten la protección de los ciclistas tale como bordillos o barandas, además indican que los ciclistas deben contar con una conexión directa a servicios tales como centros comerciales, establecimientos de alimentación y paraderos de transporte

público (Illacanchi,2020).

2.4 Microsimulación del Trafico

El uso de los modelos de micro simulación ha experimentado un notable incremento en los últimos años. Particularmente en el campo de la ingeniería de tránsito, su aplicación ha permitido estudiar y analizar el comportamiento del flujo vehicular, así como proponer alternativas de solución ante los distintos problemas identificados. Esta herramienta posibilita tratar a cada vehículo como una unidad independiente dentro del flujo de tráfico, lo que le permite interactuar con los demás elementos que conforman el sistema, tales como el resto de los vehículos (Briones, 2023).

El programa SUMO constituye una herramienta orientada a la investigación en áreas como el ahorro y la optimización energética, cuyo funcionamiento requiere únicamente de una red vial conformada por calles, intersecciones o carreteras, así como de los elementos que circulan por ella, como vehículos y peatones. Entre las variables que contempla para su cálculo se encuentran el número de carriles, la geometría vial, los límites de velocidad y la ruta, ya sea fija o variable, asignada a cada vehículo o persona. Este software, desarrollado en el año 2001 por el Institute of Transportation Systems (TS) con el objetivo de mejorar la movilidad urbana, presenta como principales ventajas la agilidad y sencillez con que permite identificar y analizar potenciales problemáticos de tránsito, tales como el cierre de vías, cambios en el sentido de circulación, la afluencia del transporte público y la generación de nuevas rutas (Valle, 2018).

3 CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Procedimiento

El desarrollo del proyecto comenzo con la delimitación del área de estudio que en este caso es el tramo de la Av. De los Precursores con la UPC sede San Miguel, luego se realizó la visita a la zona de estudio y mediante un conjunto de drones se podrán identificar los puntos de conflicto y los elementos de seguridad vial que serán evaluados mediante la metodología Complete Street, además se obtuvo la recopilación de datos que luego fueron ingresados al software SUMO tales como: Aforo Vehicular, velocidades promedio, tiempos de viaje de los modos de transporte y geometría actual.

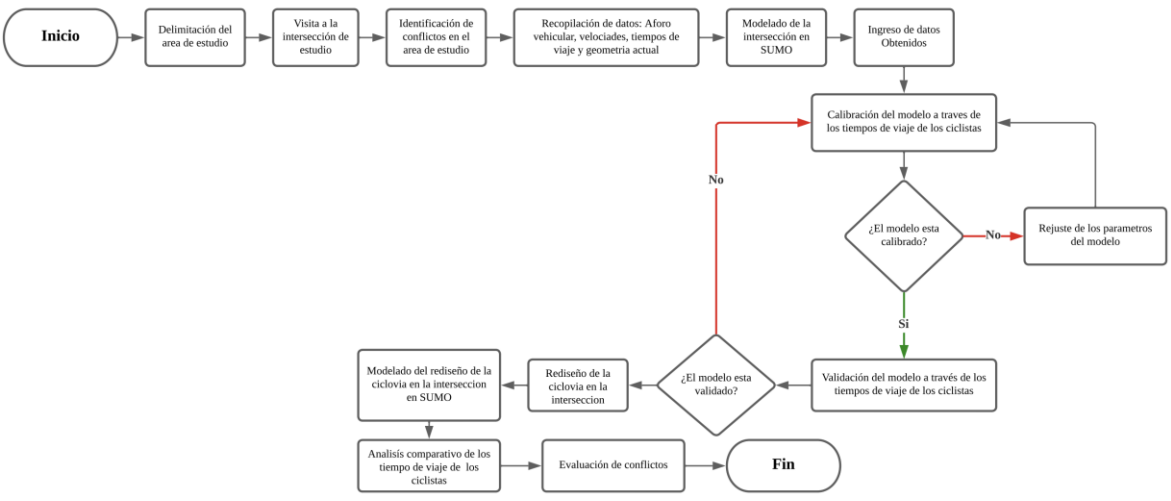
Luego se realizó el modelado de la situación actual dentro del software SUMO ingresando los datos obtenidos, se calibrará y validará el modelo a través de los tiempos de viaje. Luego se realizó la propuesta de diseño geométrico del tramo basado en la metodología de Complete Street en un plano en planta gracias al Software AutoCAD, además se realizó el modelado de la propuesta de ciclovía en SUMO induciendo los datos y parámetros anteriormente comentados.

Como último paso, se realizó el comparativo de los tiempos de viajes actuales de los ciclistas versus los tiempos de viaje de los ciclistas con la propuesta del rediseño extraídos del software SUMO.

A continuación se muestra el flujograma del proyecto en la figura 6.

Figura 6

Flujograma del proyecto



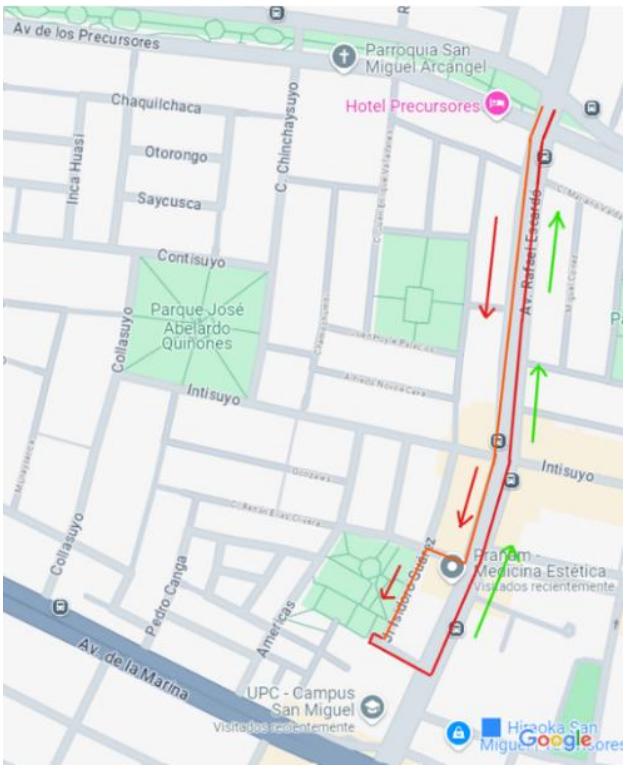
3.2 Análisis de la situación actual

3.2.1 Ubicación del Proyecto

Para garantizar la continuidad e interconexión de la ciclovía existente en el entorno de estudio, el punto de partida se sitúa en la intersección de la Av. De los Precursores con la Av. Rafael Escardó, en el distrito de San Miguel. El nuevo tramo de la ciclovía se extiende hasta conectar con la ciclovía existente de la Av. De los Precursores, articulando el segmento correspondiente a la Av. Rafael Escardó y culminando en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, también ubicada en el distrito de San Miguel, tal como se ilustra en la figura 7.

Figura 7

Ubicación del Proyecto



Nota. Se muestra la ubicación del Proyecto, adaptado de Google Maps.

3.2.2 Proximidad a la red Ciclista

Gracias a la herramienta de Google Maps se puede concluir que, si existe una red de ciclovías próxima a la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Sede San Miguel, esto es muy importante ya que la universidad se puede conectar a esta red de ciclo vial y de una forma más sencilla como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Proximidad a la red ciclista de San Miguel



Nota. Se muestra la proximidad a la red Ciclista de San Miguel, en concreto a la Ciclovía de la Av. Los precursores.

Esta proximidad es de aproximadamente 1.21 km medido gracias a la herramienta de Google Earth desde la Av. Los Precursores en donde el trazo de infraestructura ciclista actual recorre, hasta la universidad UPC sede San Miguel en donde se encuentra un parqueadero que existe dentro del estacionamiento.

3.2.3 Composición del Trafico

El flujo vehicular en esta zona está compuesto básicamente por autos particulares, motos lineales y microbuses. En el mismo sentido el flujo vehicular es muy bajo y se cuenta con carriles anchos que permiten permitir la realización de una ciclovía segregada.

El método para obtener la información de los aforos vehiculares de una forma más precisa fue el conteo de cada unidad de tipo de vehículo observado ayudado a través de grabaciones en tiempo real como se muestra en la figura 9 y de un conteo presencial: A partir de ello se obtuvo los porcentajes de cada tipo de vehículo, y, además, es posible cuantificar las unidades que van por izquierda, derecho o de frente. Los tipos de vehículos a considerar son: Moto lineal, Autos, Camioneta, Micro Bus, Camión 2E y Camión 3E como se muestra en la figura 10.

Figura 9

Imagen panorámica capturado con el uso del dron



Figura 10

Aforo Vehicular

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
INTERSERCCION						ACCESO									TURNO				
FECHA																			
HORA DE CONTROL		MOTO LINEAL			AUTOS			CAMIONETA			MICRO BUS			Camion 2E			Camion 3E		
		Defr	Der	Izq	Defr	Der	Izq	Defr	Der	Izq	Defr	Der	Izq	Defr	Der	Izq	Defr	Der	Izq
10:00	10:15																		
10:15	10:30																		
10:30	10:45																		
10:45	11:00																		
TOTAL																			

El conteo vehicular en toda el área de estudio se presenta en el anexo 1.

3.2.4 Infraestructura vial del tramo en estudio

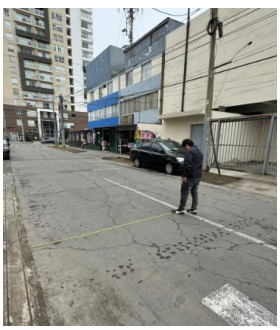
Las características de la infraestructura vial del tramo en cuestión abarcan todos los elementos presentes a lo largo de su recorrido. Con este fin, se ejecutaron mediciones tanto en las intersecciones comprendidas en el área como en los segmentos intermedios entre ellas, obteniendo registros a intervalos no superiores a 500 metros, con el objetivo de garantizar una mayor precisión en el diseño y, por ende, en los análisis que se deriven de este.

3.2.5 Medición de la infraestructura vial del tramo

Las mediciones de campo se realizaron en horarios específicos debido al alto tránsito que se genera en toda la zona. Estas medidas fueron marcadas en un Tablet que contenían las zonas del tramo, que fueron seleccionada anticipadamente. Hay que decir que, al haber tomado las medidas en diferentes partes del tramo, se pueden indicar con gran detalle ciertas diferencias entre ellas, relacionadas con sus dimensiones. A continuación, se muestran las imágenes en la figura 11 donde se puede ver el trabajo realizado en campo.

Figura 11

Toma de datos

<table>
<tr><td colspan="2">Cuadro de imágenes de toma de datos</td></tr>
<tr><td>1) Toma de medidas de la Av. Rafael Escardo
</td><td>2) Toma de medidas en la calle Renan Elias Olivera
</td></tr>
</table>

3) Toma de medidas en Jr. Isidoro Suarez	4) Toma de medidas de la Intersección de Jr. Isidoro con la Av. Rafael Escardo
	

A partir de la medición en campo de las calzadas de las avenidas y calles dentro del área de estudio, se realizó la tabla 2.

Tabla 2

Resumen de longitudes y anchos de carriles vehiculares de las avenidas en la zona de estudio

Descripción	Tramos	Longitud (m)	Ancho de carril(m)
Av. Rafael Escardo	1	505.00	6.60
Calle Renan Elías Olivera	2	52.00	6.10
Jr. Isidro Suarez	3	137.00	6.10
Jr. Isidro Suarez	4	80.50	6.10
Av. Rafael Escardo	5	135.00	6.60

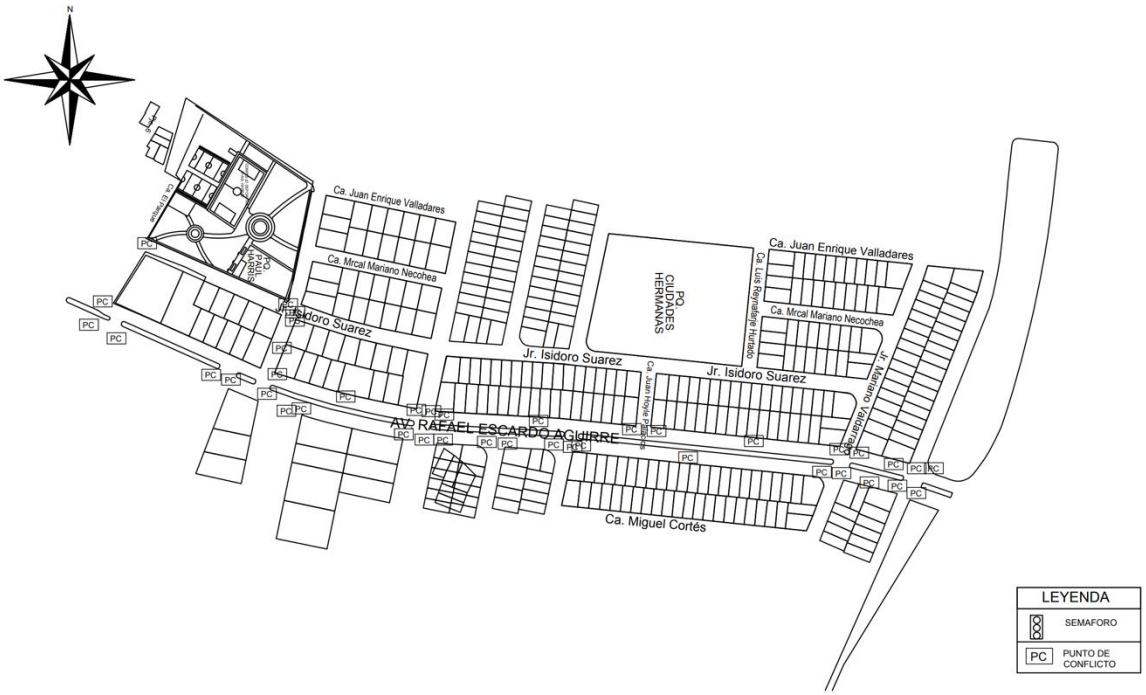
3.3 Identificación de puntos de conflicto

En el marco de la propuesta de diseño de ciclovías destinadas a conectar la infraestructura ciclista existente en la Av. De los Precursores con la sede San Miguel de la UPC, bajo el modelo del Complete Street, es importante recopilar la información sobre los puntos de conflicto (PC) que se presentan actualmente en el área de estudio. El presente objetivo identifica las dificultades que los ciclistas afrontan de forma diaria.

Durante las visitas in situ ejecutadas en el marco del trabajo de campo, se registraron un total de 41 puntos de conflicto para los ciclistas en la Av. Rafael Escardó, conforme se evidencia en la figura 12. Estos conflictos, generados en su mayoría por la interacción entre peatones y ciclistas en las diferentes intersecciones a lo largo del tramo de la vía, esto refleja la necesidad de una ciclovía.

Figura 12

Identificación de puntos de conflicto en AUTOCAD



3.4 Identificación de tiempos de viaje promedio

Desarrollando el avance de estudio, se identificó y registró el numero de ciclistas y tiempos de viaje que transitaban por el área de estudio.

$$M.A = \frac{SUMA\ DE\ DATOS}{NÚMERO\ DE\ DATOS} = \frac{a_1 + a_2 + a_{3\ +\ \ldots}\ a_n}{n}$$

$$Donde\ M.A = \ a_1 + a_2 + a_{3\ +\ \ldots}\ a_n\ \ son\ los\ datos$$

$$n = número\ de\ datos$$

Reemplazando:

Tabla 3

Conteo de tiempos de viaje de ciclistas tramo 01 – día 1

TIEMPOS DE VIAJE (seg.) TRAMO 1		
187.00	184.00	185.00
185.00	185.00	187.00
184.00	189.00	178.00
188.00	185.00	195.00
190.00	200.00	176.00
183.00	191.00	190.00
194.00	183.00	190.00
187.00	182.00	181.00
184.00	195.00	193.00
183.00	190.00	183.00

Tabla 4

Conteo de tiempos de viaje de ciclistas tramo 02 – día 1

TIEMPOS DE VIAJE (seg.) TRAMO 2		
188.00	187.00	185.00
187.00	180.00	190.00
186.00	196.00	181.00
185.00	184.00	185.00

186.00	187.00	188.00
190.00	186.00	187.00
188.00	183.00	187.00
185.00	187.00	187.00
184.00	188.00	188.00

Entonces:

$$M.A\ TRAMO\ 1\ = 186.90\ segundos$$

$$M.A\ TRAMO\ 2 = 187.00\ segundos$$

3.5 Modelación de la situación actual dentro del software SUMO

El primer paso para la creación del modelo de la situación actual es dibujar toda la red con la opción "net edit" como se muestra en la figura 13, esto incluye las calzadas y las aceras, precisando en las intersecciones los cuales se establecieron los cambios de carriles permitidos como se muestra en la figura 14.

Figura 13

Modelado del área de estudio actual en SUMO

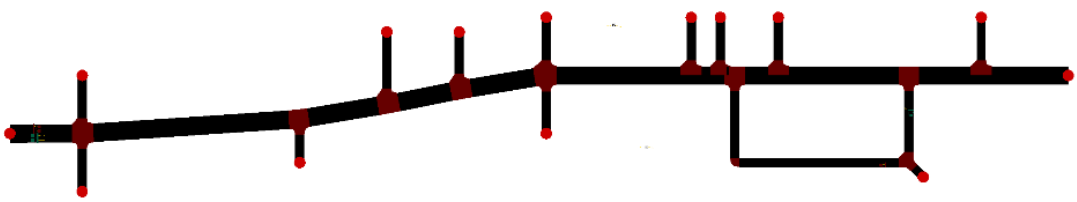
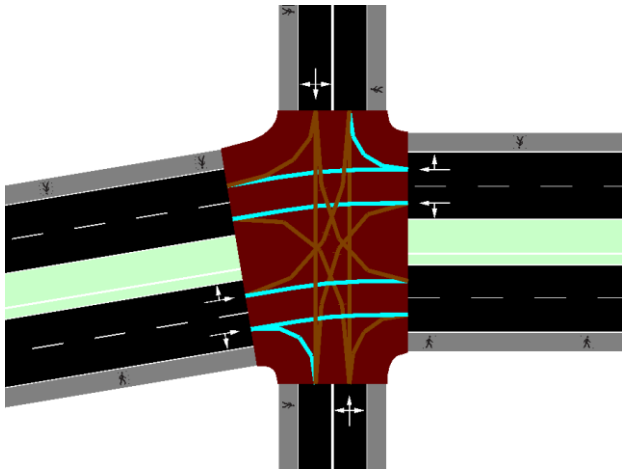


Figura 14

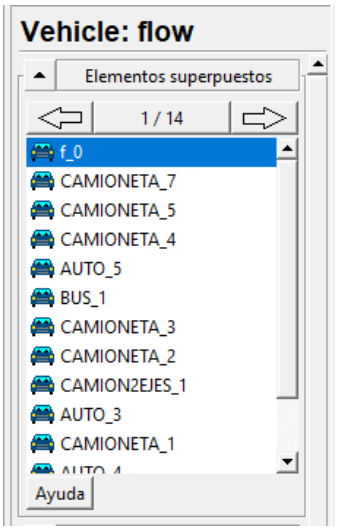
Intersección de la Av. Rafael Escardó con la Av. Intisuyo, del estado actual en el SUMO



Luego, dentro del área de estudio se introdujeron todas las demandas de vehículos anteriormente recopilados en campo, tales como la demanda de los vehículos, motos, camionetas, buses, camión 2 ejes y camión 3 ejes como se muestra en la figura 15.

Figura 15

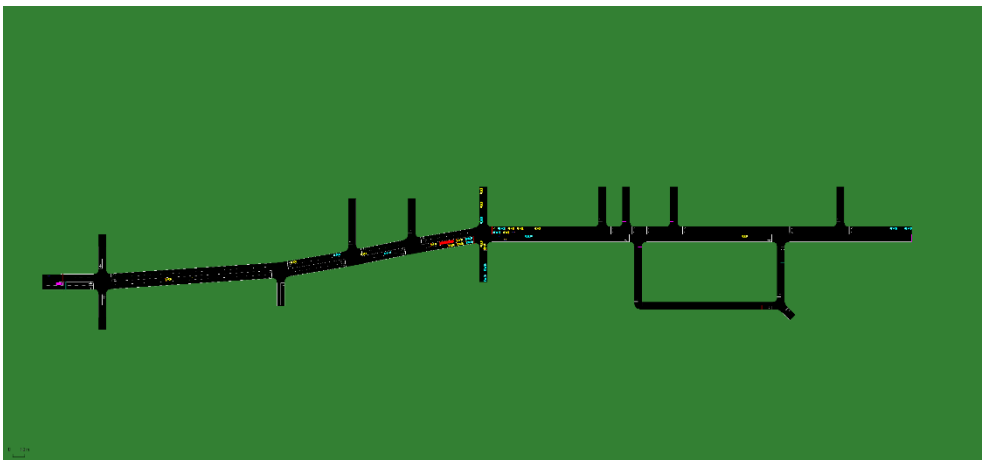
Flujos vehiculares introducidos en el Software SUMO



A partir de ello se realizó la primera micro simulación para reconocer que todos los flujos vehiculares estén debidamente representados dentro del software como se muestra en la figura 16.

Figura 16

Primera Microsimulación de la situación actual dentro del Software SUMO

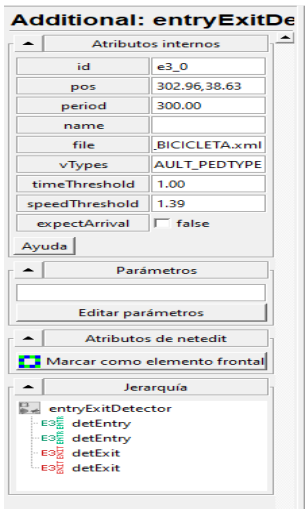


Luego de observar que los vehículos y demandas estén debidamente representados en el software, se realizó las inspecciones correspondientes para la obtención de los datos de tiempos de viaje extraídos del Software vs los obtenidos con la medición en campo.

Para la obtención de datos se utilizó la herramienta "Modo de elementos adicionales" creando una especie de Cámara de inspección, la cual debe esta fuera de las vías creadas, luego se colocaron entradas y salidas gracias a la opción "DetEntry" y "DetExit" correspondientemente con un periodo de conteo de 300 segundos como se muestra la figura 17.

Figura 17

Elementos adicionales dentro del software SUMO



partir de la micro simulación se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 18

Cuadro de datos del tramo 01

begin	end	id	meanTravelTime	meanSpeed	meanTimeLoss	vehicleSum
300	600	e3_0	140.38	4.94	28	2
600	900	e3_0	135.79	4.82	8.06	1
900	1200	e3_0	143.74	4.56	22.82	2
1200	1500	e3_0	151.66	4.32	25.99	1
1500	1800	e3_0	134.8	4.95	10.53	2
1800	2100	e3_0	203.4	3.22	29.54	1
2100	2400	e3_0	153.32	4.34	31.78	2
2400	2700	e3_0	129.59	5.05	11.94	1
2700	3000	e3_0	133	5.03	16.22	2
3000	3300	e3_0	135.38	4.84	7.67	1
3300	3600	e3_0	157.77	4.4	44	2
			147.17			

Figura 19

Cuadro de datos del tramo 02

begin	end	id	meanTravelTime	meanSpeed	meanTimeLoss	vehicleSum
300	600	e3_1	114.18	4.99	17.94	3
600	900	e3_1	114.44	4.93	6.38	2
900	1200	e3_1	130.86	4.27	18.67	3
1200	1500	e3_1	113.19	5.03	18.15	3
1500	1800	e3_1	109.68	5.06	14.61	2
1800	2100	e3_1	128.58	4.38	19.16	3
2100	2400	e3_1	114.49	5	17.21	3
2400	2700	e3_1	113.06	4.92	12.09	2
2700	3000	e3_1	134	4.2	17.87	3
3000	3300	e3_1	120.89	4.62	19.83	3
			119.337			

Según los cuadros de datos de las figuras 18 y 19, para el tramo 01 el tiempo de viaje promedio de los ciclistas se encuentra 147.17 segundos y el tramo 2 en 119. 34 segundos.

Estos datos no corresponden con el promedio de tiempos de viaje de la situación actual, por lo que se procede a realizar la calibración correspondiente a la simulación.

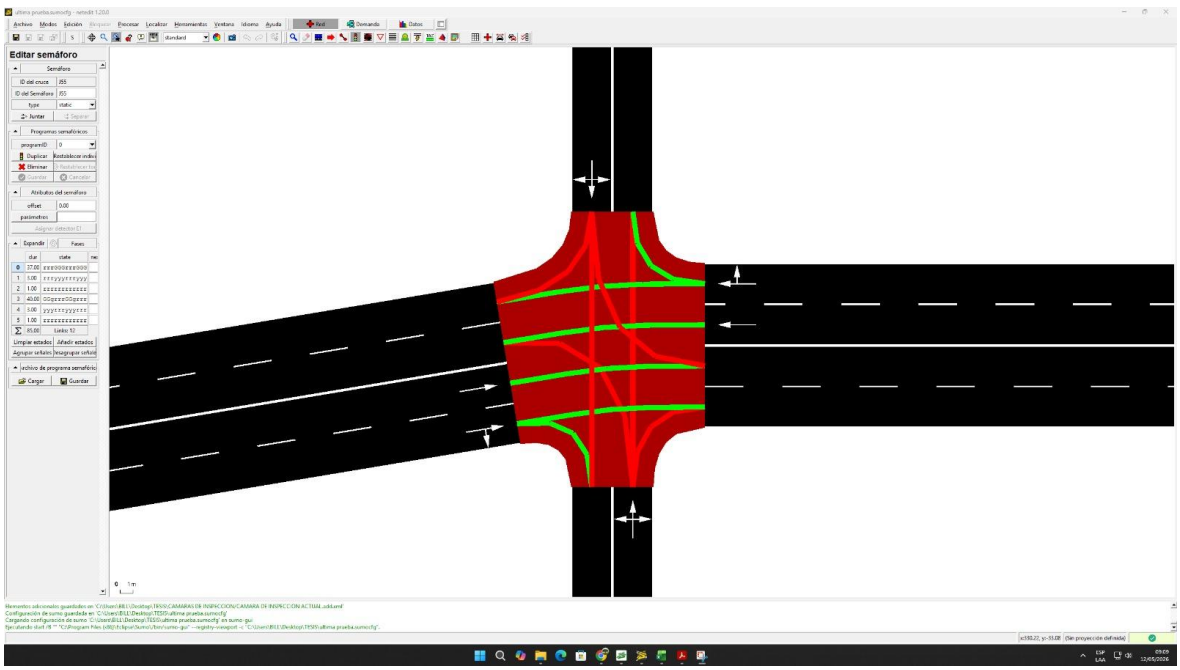
3.6 Calibración y validación del modelo

Con el objetivo de calibrar y validar el presente estudio, se realizó un total de 30 iteraciones. Siguiendo con el objetivo los parámetros para realizar la calibración fueron la semaforización presente en la Av. Intisuyo y los parámetros dentro de la demanda y flujo.

Para la semaforización se realizado dentro del entorno la inclusión de los tiempos semafóricos obtenidos en el campo, esto fue gracias a la opción de "modo de semáforos" dentro de la opción "red" en donde se introdujeron los tiempos en verde, rojo, todo rojo y ámbar como se muestra en la figura 20.

Figura 20

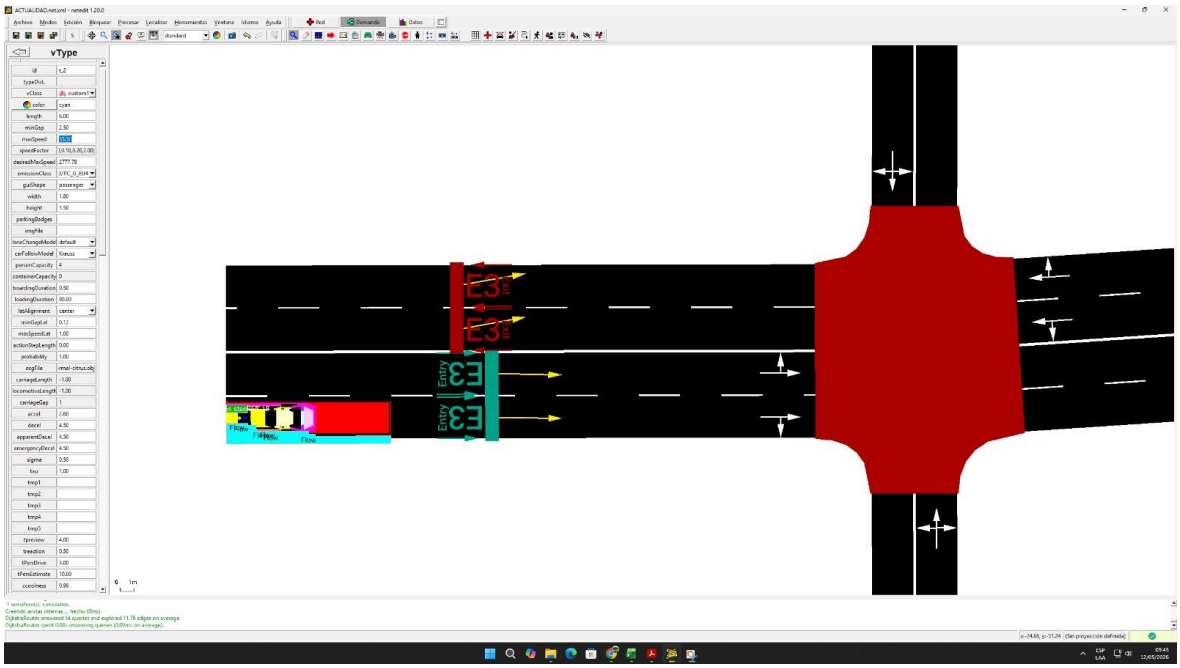
Implementación de la semaforización actual en SUMO



Dentro de los parámetros de la demanda y flujo, se realizaron los cambios correspondientes a la velocidad máxima, aceleraciones y desaceleraciones de los vehículos, esto fue gracias a la opción "demanda" y posteriormente a la opción "Vtype" en donde se realizaron las modificaciones de los atributos internos de todos los tipos de vehículos que se introdujeron al modelo como se muestra en la figura 21.

Figura 21

Parametrización de los vehículos en SUMO



Posteriormente, se realizaron las corridas correspondientes obteniendo como resultado para el estado actual los siguientes cuadros de datos:

Figura 22

Cuadro de datos tramo 01 del modelo calibrado

begin	end	id	meanTravelTime	meanOverlapTravelTime	meanSpeed	meanTimeLoss	vehicleSum
300	600	e3_0	153.1	153.39	4.2	43.39	2
600	900	e3_0	254.04	254.37	2.52	129.18	1
900	1200	e3_0	199.13	199.45	3.23	81.07	2
1200	1500	e3_0	142.55	142.9	4.5	19.74	1
1500	1800	e3_0	113.48	113.75	5.64	5.86	1
1800	2100	e3_0	218.39	218.8	2.94	65.89	2
2100	2400	e3_0	137.52	137.83	4.66	25.34	1
2400	2700	e3_0	233.03	233.34	2.78	112.88	2
2700	3000	e3_0	159.42	159.73	4.1	45.35	2
3000	3300	e3_0	254.59	254.93	2.52	129.9	1
3300	3600	e3_0	192.07	192.35	3.37	80.93	2
			187.03				

Figura 23

Cuadro de datos tramo 02 del modelo calibrado

begin	end	id	meanTravelTime	meanOverlapTravelTime	meanSpeed	meanTimeLoss	vehicleSum
300	600	e3_1	267.88	129.37	4.88	12.45	1
600	900	e3_1	175.12	204.91	3.08	65.59	1
900	1200	e3_1	190.68	163.55	3.86	55.73	1
1200	1500	e3_1	240.96	153.8	4.1	29.8	1
1500	1800	e3_1	136.06	122.55	5.2	7.31	2
2100	2400	e3_1	161.5	153.56	4.13	41.79	2
2400	2700	e3_1	160.21	119.42	5.28	13.71	1
2700	3000	e3_1	137.63	186.82	3.38	67.35	1
3000	3300	e3_1	181.64	159.08	3.96	49.13	1
3300	3600	e3_1	213.87	152.11	4.15	20.51	1
			186.56				

Para la validación del modelo de micro simulación, se tomaron nuevamente los tiempos de viaje de los ciclistas en el área de estudio, esto con el fin de comparar los datos obtenidos del modelo calibrado con los nuevos datos obtenidos para la validación.

Tabla 5

Conteo de tiempos de viaje de ciclistas tramo 01 – día 2

TIEMPOS DE VIAJE (seg.) TRAMO 1		
185.00	210.00	182.00
182.00	194.00	182.00
164.00	188.00	185.00
194.00	183.00	201.00
185.00	172.00	194.00
197.00	192.00	188.00
180.00	181.00	183.00
181.00	184.00	181.00
184.00	193.00	182.00
173.00	188.00	201.00

Tabla 6

Conteo de tiempos de viaje de ciclistas tramo 02 – día 2

TIEMPOS DE VIAJE (seg.) TRAMO 2		
192.00	182.00	183.00
187.00	184.00	195.00
186.00	199.00	188.00
181.00	204.00	189.00
184.00	199.00	188.00
199.00	187.00	185.00
192.00	183.00	180.00
181.00	182.00	181.00
189.00	181.00	183.00

Entonces:

$$M.A\ TRAMO\ 1\ = 187.21\ segundos$$

$$M.A\ TRAMO\ 2 = 187.26\ segundos$$

3.7 Desarrollo de la propuesta de ciclovía de conexión

Dentro de la propuesta de diseño de la ciclovía en la Av. Rafael Escardo, se concluyó que lo más factible en base a la metodología complete Street seria reducir el área verde que separa los carriles en sentidos contrarios que es de 4.00 m actualmente a 1.00 m, ya que eso permitirá crear dos ciclovías unidireccionales de 1.5 m cada una, lo que está dentro de los rangos permitidos para la creación de una ciclovía unidireccional según el Complete Street.

En las interacciones de las Av. Instituyo y Av. Rafael Escardo, generar un ciclo acera compartida con los peatones, para que así el ciclista presente menos riesgo de accidente en dichas intersecciones como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Propuesta de diseño de ciclovía en AUTOCAD



3.8 Implementación del diseño geométrico apoyado en el software SUMO.

Dado que el presente estudio tiene como objetivo principal la optimización del tiempo de viaje de los ciclistas, resulta necesario determinar su velocidad a partir de la distancia de los segmentos evaluados y los intervalos de tiempo que los usuarios emplean al desplazarse de un punto a otro. Para ello, se denominó Tramo 01 a la ciclovía con sentido Este – Oeste y Tramo 02 al carril de sentido contrario, es decir, de Oeste – Este . Con el propósito de fundamentar dicha determinación, las Tablas 7 y 8 presentan un registro de 30 tiempos de viaje correspondientes a cada tramo.

Tabla 7

Registro de tiempos de viaje de ciclistas durante el tramo 01

TABLA DE DATOS TRAMO 01					
Distancia (Km)	**Tiempo (h)**	**Velocidad (km/h)**	**Distancia (m)**	**Velocidad (m/s)**	**Tiempo (seg)**
0.66	0.051	12.70	660.00	3.53	187.00
0.66	0.052	12.50	660.00	3.47	190.00
0.66	0.052	12.63	660.00	3.51	188.00
0.66	0.051	12.84	660.00	3.57	185.00
0.66	0.053	12.31	660.00	3.42	193.00
0.66	0.054	12.18	660.00	3.38	195.00
0.66	0.050	12.98	660.00	3.61	183.00
0.66	0.051	12.84	660.00	3.57	185.00

Tabla 8

Registro de tiempos de viaje de ciclistas durante el tramo 02

TABLA DE DATOS TRAMO 02					
Distancia (Km)	**Tiempo (h)**	**Velocidad (km/h)**	**Distancia (m)**	**Velocidad (m/s)**	**Tiempo (Seg)**
0.66	0.051	12.70	660.00	3.53	187.00
0.66	0.051	12.84	660.00	3.57	185.00
0.66	0.052	12.50	660.00	3.47	190.00
0.66	0.052	12.63	660.00	3.51	188.00
0.66	0.051	12.77	660.00	3.55	186.00
0.66	0.051	12.91	660.00	3.59	184.00
0.66	0.051	12.84	660.00	3.57	185.00
0.66	0.052	12.57	660.00	3.49	189.00

A partir de la información contenida en las tablas presentadas, se procede al cálculo de los parámetros estadísticos correspondientes, con la finalidad de establecer el rango y el valor central de las velocidades registradas en la actualidad.

- RANGO (R) = X max – X min
- INTERVALOS (K) = 1 + 3.322 log (n)
- AMPLITUD (A) = R / K

Tabla 9

Parámetros estadísticos para las velocidades de viaje de los ciclistas

Parámetros Estadísticos	**Tramo 01**	**Tramo 02**
X máx.	12.98	12.91
X min.	12.18	12.51
R (rango)	0.80	0.41
n (total de datos)	30.00	30.00
log (30)	1.48	1.48
K	5.91	5.91
Kred	6.00	6.00
A	0.13	0.07

Nota: Se muestra los datos para los tramos 1 y 2 con el objetivo de continuar con el objetivo de la creacion de la tabla de frecuencia.

Gracias a la información de la tabla 9, se elaboraron las tablas 10 y 11 con el fin de construir de la de nombre “punto medio vs velocidad”.

Tabla 10

Tabla de datos de puntos medios y frecuencias acumuladas del tramo 01

Intervalo de Clase (Km/h)		Pto Medio	Frec Abs	Frec. Rel (%)	Frec. Acum(%)
12.18	12.32	12.25	5.00	0.17	0.17
12.32	12.46	12.39	6.00	0.2	0.37
12.46	12.59	12.52	6.00	0.2	0.57
12.59	12.73	12.66	7.00	0.23	0.8
12.73	12.86	12.79	4.00	0.13	0.93
12.86	13.00	12.93	2.00	0.07	1.00
TOTAL			**30.00**	**1.00**	

Tabla 11

Tabla de datos de puntos medios y frecuencias acumuladas del tramo 02.

Intervalo de Clase (Km/h)		Pto Medio	Frec Abs	Frec. Rel (%)	Frec. Acum(%)
12.51	12.57	12.54	7.00	0.23	0.23
12.57	12.64	12.61	5.00	0.17	0.4
12.64	12.71	12.68	5.00	0.17	0.57
12.71	12.78	12.75	9.00	0.3	0.87
12.78	12.85	12.82	2.00	0.07	0.93
12.85	12.91	12.88	2.00	0.06	1.00
TOTAL			**30.00**	**1.00**	

A partir de las tablas 11 y 12 se pueden represntar en una grafica los puntos medios vs las velocidades de los tramos 01 y 02 como se muestran en la figura 25 y 26 correspondientemente.

Figura 25

Gráfica puntos medios vs velocidades del tramo 01

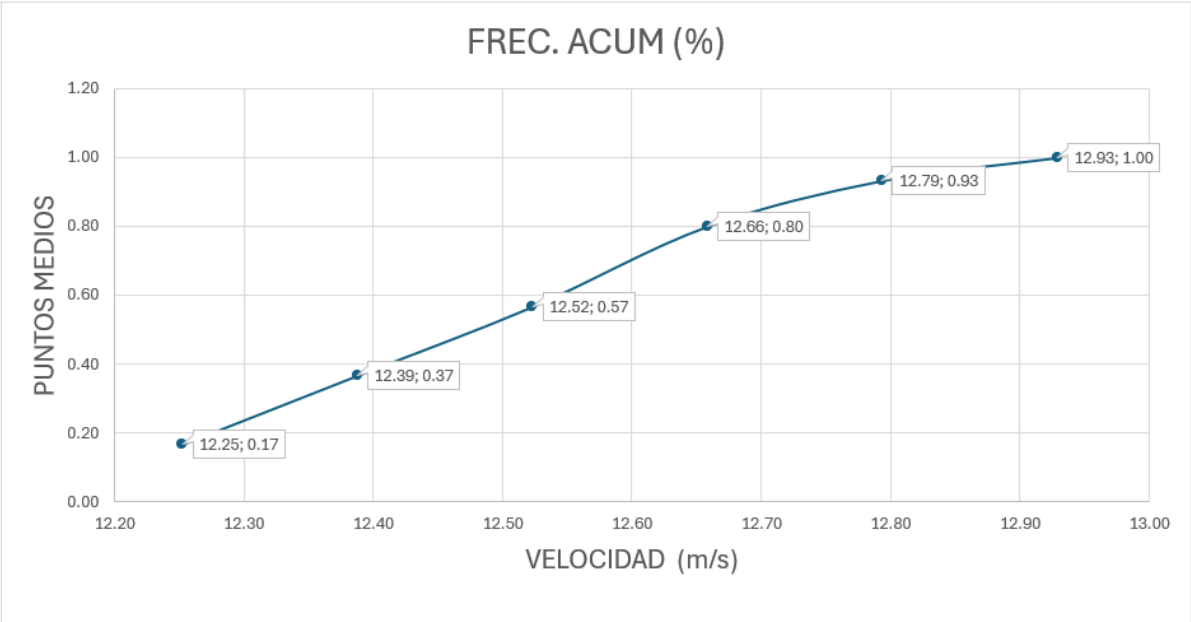
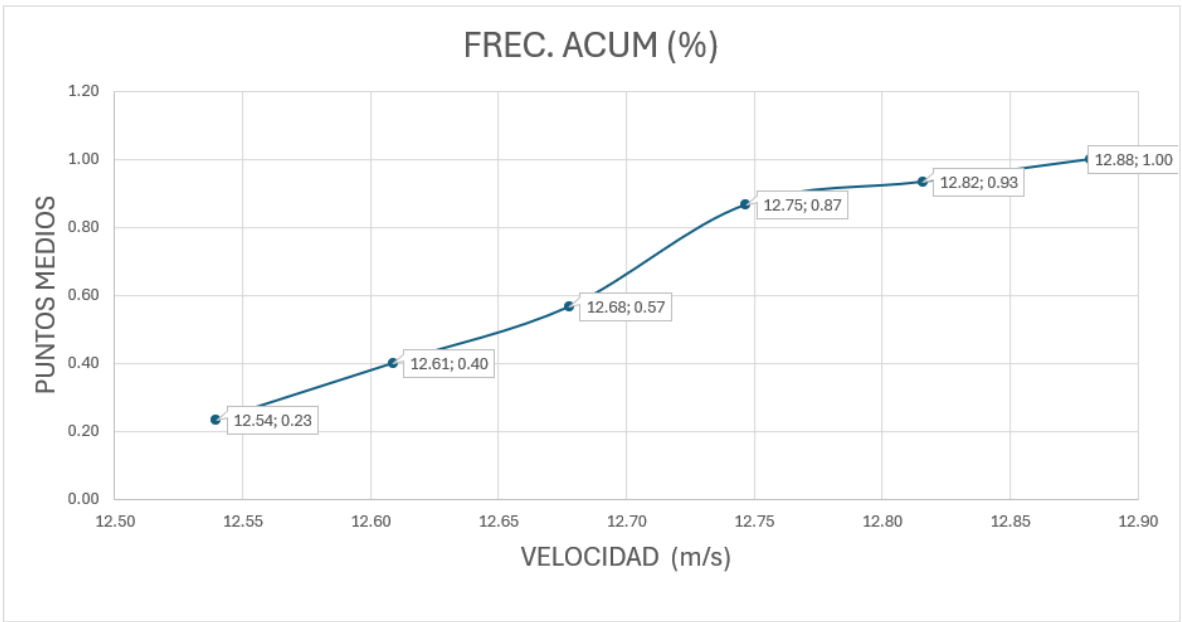


Figura 26

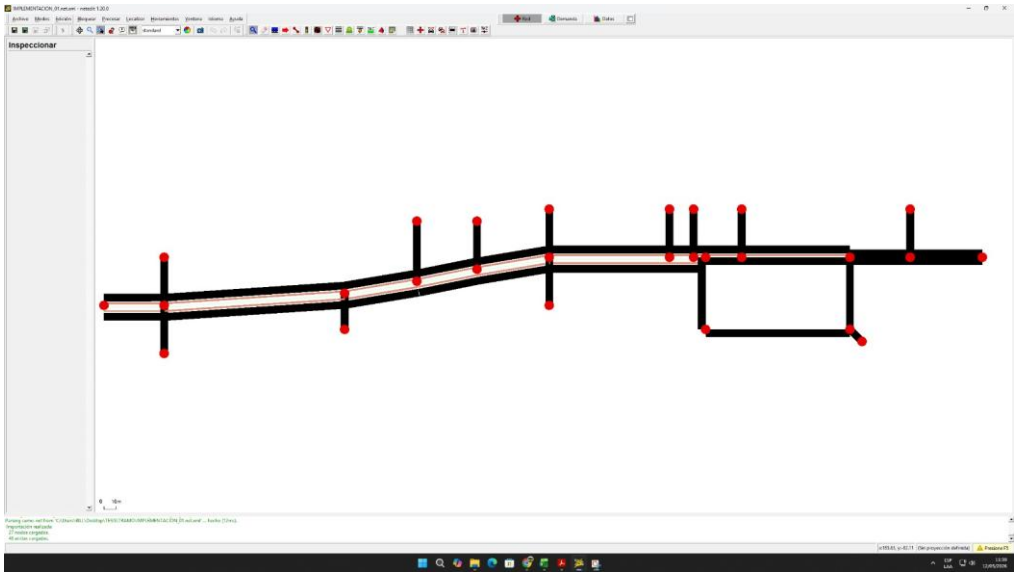
Gráfica puntos medios vs velocidades del tramo 02



En tal sentido, se realizó la modelación de la situación la solución dentro del software SUMO, para el cual se desarrolló sobre el entorno creando anteriormente dentro del estado actual como se muestra en la figura 27.

Figura 27

Creación de la ciclovía dentro del software SUMO



Luego se introdujeron los flujos con los vehiculos debidamente parametrizados gracias a la herramienta “demanda” y la herramienta “flow” como se muestra en la figura 28 y 29.

Figura 28

Demandas parametrizadas dentro del software SUMO

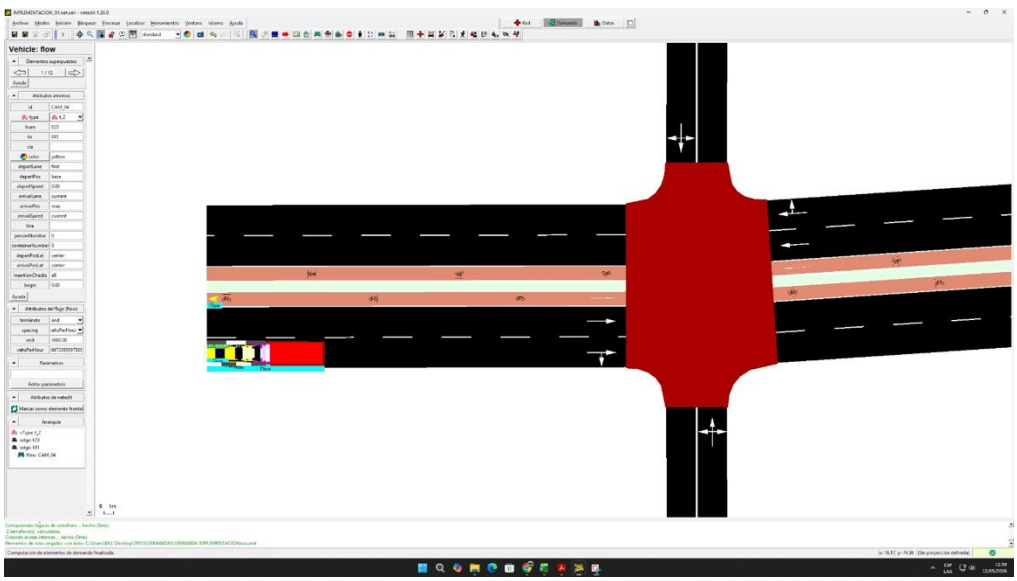
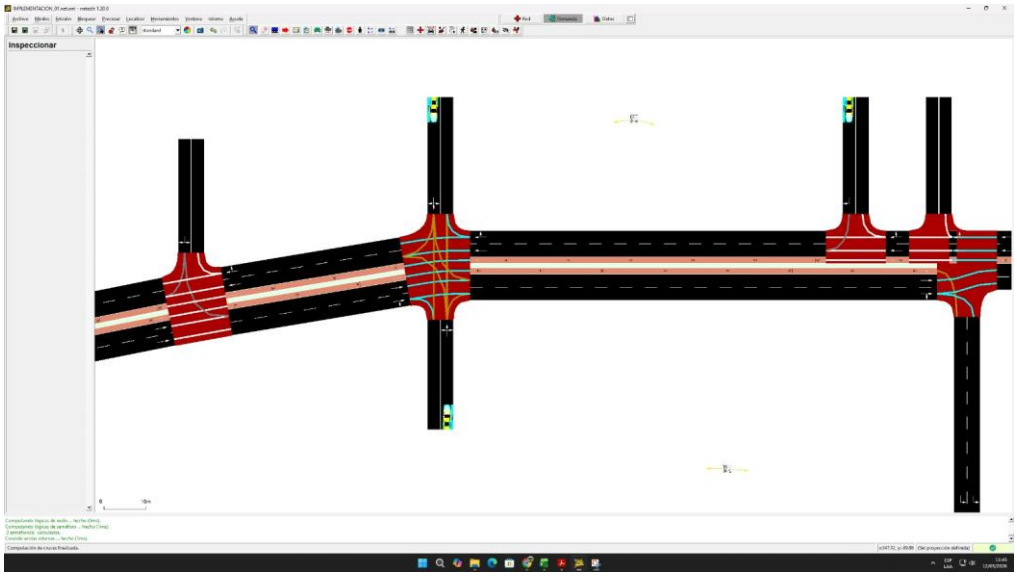


Figura 29

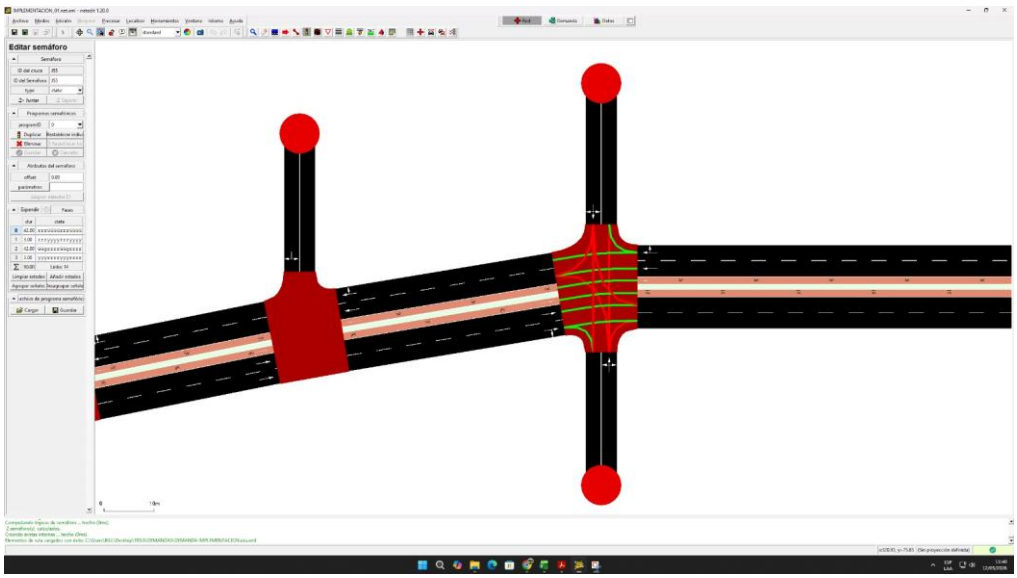
Flujos dentro de la propuesta de solución dentro del software SUMO



Posteriormente, se realizó la semaforización actual gracias a la herramienta “semáforos” dentro de la opción de “red” como se muestra en la figura 30, cabe mencionar que la semaforización sigue siendo igual a la de la situación actual ya que el alcance del proyecto no corresponde con dicha modificación.

Figura 30

Semaforización dentro de la propuesta de solución dentro del software SUMO

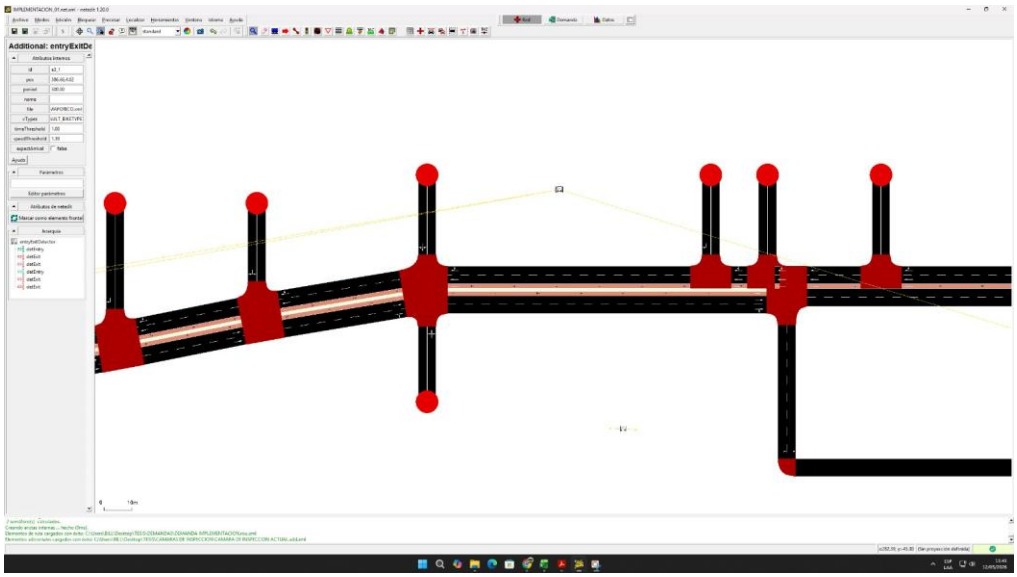


Para la obtención de los resultados en la propuesta de solución, se añadieron una especie de Cámara de inspección gracias a la heramienta “Elementos adicionales”, la cual debe

estar fuera de las vías creadas, luego se colocaron entradas y salidas gracias a la opción “DetEntry” y “DetExit” correspondientemente con un periodo de conteo de 300 segundos como se muestra la figura 31.

Figura 31

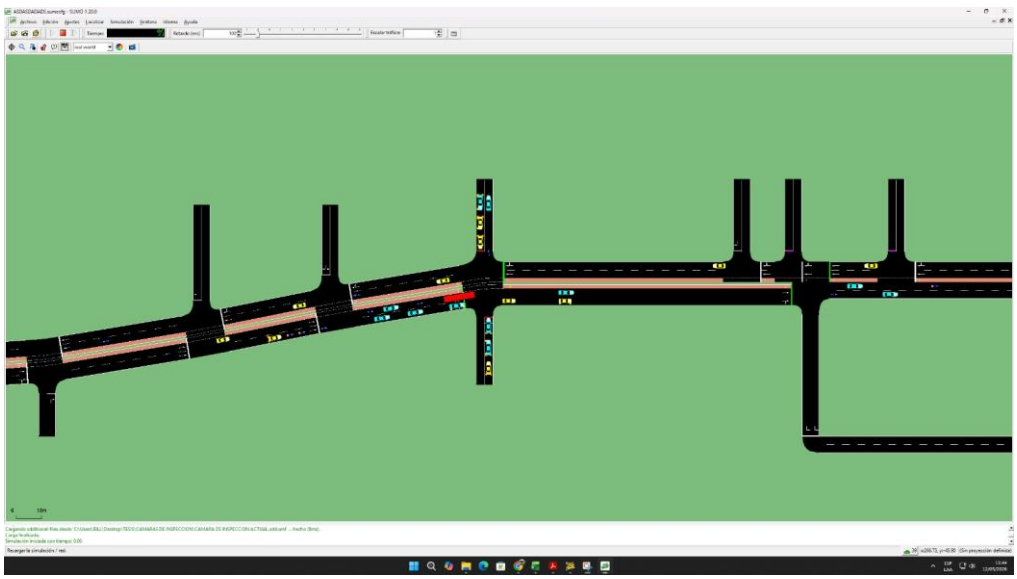
Elementos adicionales dentro de la propuesta de solución dentro del software SUMO



Por último, se realizó la simulación como se muestra en la figura 32 para obtener los datos de los tiempos de viaje de los ciclistas dentro de la propuesta de solución.

Figura 32

Simulación de la propuesta de solución dentro del software SUMO



3.9 Validación del Proyecto

3.9.1 Resultados

A partir de la micro simulación del estado actual del área de estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 33

Cuadro de datos obtenidos del tramo 01 gracias al software SUMO

begin	end	id	meanTravelTime	meanOverlapTravelTime	meanSpeed	meanTimeLoss	vehicleSum
300	600	e3_0	153.1	153.39	4.2	43.39	2
600	900	e3_0	254.04	254.37	2.52	129.18	1
900	1200	e3_0	199.13	199.45	3.23	81.07	2
1200	1500	e3_0	142.55	142.9	4.5	19.74	1
1500	1800	e3_0	113.48	113.75	5.64	5.86	1
1800	2100	e3_0	218.39	218.8	2.94	65.89	2
2100	2400	e3_0	137.52	137.83	4.66	25.34	1
2400	2700	e3_0	233.03	233.34	2.78	112.88	2
2700	3000	e3_0	159.42	159.73	4.1	45.35	2
3000	3300	e3_0	254.59	254.93	2.52	129.9	1
3300	3600	e3_0	192.07	192.35	3.37	80.93	2

Nota: Se muestra los resultados de la tabla de resultados obtenidos gracias a la micro simulación del tramo 01 de la situación actual gracias al software SUMO.

A partir de la figura 33, se tiene como resultado que el tiempo promedio de viaje de los ciclistas para el tramo 01 es 187.03 segundos, y a la velocidad promedio es de 13.24 Km/h.

Figura 34

Cuadro de datos obtenidos del tramo 02 gracias al software SUMO

begin	end	id	meanTravelTime	meanOverlapTravelTime	meanSpeed	meanTimeLoss	vehicleSum
300	600	e3_1	267.88	268.21	2.35	151.28	1
600	900	e3_1	175.12	175.52	3.59	36.16	1
900	1200	e3_1	190.68	190.97	3.3	83.08	1
1200	1500	e3_1	240.96	241.31	2.61	117.3	1
1500	1800	e3_1	136.06	136.42	4.63	9.95	1
1800	2100	e3_1	161.5	161.78	3.9	57.73	1
2100	2400	e3_1	160.21	160.51	4.3	48.72	2
2400	2700	e3_1	137.63	137.92	4.58	32.21	1
2700	3000	e3_1	181.64	181.97	3.47	62.49	1
3000	3300	e3_1	213.87	214.15	2.94	104.24	1

Nota: Se muestra los resultados de la tabla de resultados obtenidos gracias a la micro simulación del tramo 02 de la situación actual gracias al software SUMO.

A partir de la figura 34, se tiene como resultado que el tiempo promedio de viaje de los ciclistas para el tramo 02 es 186.55 segundos, y a la velocidad promedio es de 12.84 Km/h.

Por consiguiente, a partir de la micro simulación con la implementación de la solución se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 35

Cuadro de datos obtenidos del tramo 01 con la implementación gracias al software SUMO

begin	end	id	meanTravelTime	meanOverlapTravelTime	meanSpeed	meanTimeLoss	vehicleSum
300	600	e3_0	131.56	131.85	5.03	17.74	2
600	900	e3_0	182	182.35	3.65	52.51	1
900	1200	e3_0	150.12	150.44	4.42	27.61	2
1200	1500	e3_0	135.74	136.06	4.88	8.41	1
1500	1800	e3_0	147.59	147.91	4.67	21.58	2
1800	2100	e3_0	192.7	193.15	3.44	16.56	1
2100	2400	e3_0	135.96	136.27	4.88	12.68	2
2400	2700	e3_0	132.46	132.76	5	13.25	1
2700	3000	e3_0	146.95	147.25	4.55	28.55	2
3000	3300	e3_0	137.66	137.99	4.81	8.37	1
3300	3600	e3_0	145.46	145.75	4.61	30.14	2

A partir de la figura 35, se tiene como resultado que el tiempo promedio de viaje de los ciclistas para el tramo 01 es 148.93 segundos, y a la velocidad promedio es de 16.34 Km/h.

Figura 36

Cuadro de datos obtenidos del tramo 02 con la implementación gracias al software SUMO

begin	end	id	meanTravelTime	meanOverlapTravelTime	meanSpeed	meanTimeLoss	vehicleSum
300	600	e3_0	154.33	154.63	4.29	30.96	1
600	900	e3_0	165.69	166.08	4.01	18.97	1
900	1200	e3_0	134.53	134.82	4.93	20.76	1
1200	1500	e3_0	139.17	139.51	4.76	8.56	1
1500	1800	e3_0	128.98	129.29	5.19	7.49	2
1800	2100	e3_0	137.17	137.49	4.83	15.51	1
2100	2400	e3_0	121.12	121.4	5.46	7.18	1
2400	2700	e3_0	124.74	125.03	5.31	13.35	1
2700	3000	e3_0	183.56	183.86	3.61	57.5	1
3000	3300	e3_0	170.37	170.66	3.89	54.49	1
3300	3600	e3_0	177.22	177.57	3.75	38.58	1

A partir de la figura 36 se tiene como resultado que el tiempo promedio de viaje de los cilistas para el tramo 02 es 148.81 segundos, y a la velocidad promedio es de 16.37Km/h.

También se puede observar que, al momento de diseñar la ciclovía de conexión, los puntos de conflicto varían a 16, a continuación, se presenta el nuevo plano en planta de los puntos de conflicto en la figura 37.

Figura 37

Puntos de conflicto en la propuesta de rediseño en AUTOCAD



3.10 Interpretación de los Resultados

Con el fin de comparar la situación actual frente al modelo propuesto basado en los principios de Complete Street, se emplearon los programas AutoCAD y SUMO como herramientas de análisis. El propósito principal fue establecer si existe una disminución tanto en los viajes promedio de los ciclistas como también de los puntos de conflicto.

3.11 Comparación de los tiempos de viaje promedio de los ciclistas

El programa SUMO fue utilizado para realizar una comparación de los tiempos de desplazamiento de los ciclistas, considerando tanto el escenario existente como el diseño planteado. Los datos obtenidos de dicho análisis se muestran de manera detallada en la tabla 12.

Tabla 12

Diferencia del tiempo de viaje de los ciclistas entre la situación actual y el propuesto

Tramo	Tiempo de viaje promedio – situación actual validada	Tiempo de viaje promedio – Propuesta de diseño bajo criterios del Complete Street	Diferencia de tiempos promedio de viaje (Seg)	Diferencia de tiempos promedio de viaje (%)
1	187.03	148.93	38.10	20.37
2	186.55	148.81	37.74	20.23

Nota. Comparativo en los tiempos de viaje promedio de los ciclistas de los tramos 01 y 02.

La tabla 12 revela que la implementación de las ciclovías dentro del área de estudio genera una disminución significativa en los tiempos de viaje de los ciclistas del tramo 01, con una reducción de 38.10 segundos, equivalente al 20.37%; asimismo, para el tramo 02 se observó una reducción de 37.74 segundos, representando un 20.23%.

3.11.1 Comparación de los puntos de conflicto de lo ciclistas

Durante la fase de modelado en AutoCAD, se realizó una cuidadosa definición y análisis de los parámetros fundamentales de diseño del Complete Street. Este procedimiento permitió evidenciar de forma clara y minuciosa la considerable disminución de los puntos de conflicto que enfrentan los ciclistas.

Tabla 13

Diferencia de puntos de conflicto de los ciclistas entre la situación actual y el propuesto

	Situación actual validada	**Propuesta de diseño bajo criterios del Complete Street**
# Puntos de conflicto	41.00	16.00
Diferencia	25.00	

Los datos de la tabla 13 muestran que la implementación de las ciclovías produjo una diferencia de 25 puntos de conflicto, registrándose 41 en el escenario actual y disminuyendo a 16 en el escenario propuesto. Esto representa una reducción del 60.97%, lo que se traduce en una mejora considerable de las condiciones de seguridad vial para los ciclistas.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Respecto al Objetivo general. Se comprueba que el diseño y la inclusión de una ciclovía basada en la metodología complete Street mejora los tiempos de viajes de los ciclistas que transitan de la Av. De los Precursores hacia la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Sede San Miguel.

Respecto al primer objetivo específico. Dentro del estado actual se verificaron los indicadores tales como tiempos de viaje promedio de los ciclistas y sus respectivos puntos de conflicto, para ello realizaron las mediciones correspondientes dentro del área de estudio y se obtuvieron los siguientes resultados: Los tiempos de viaje en promedio de los ciclistas que comprende el tramo 1 entre la Avenida De los Precursores y la UPC sede San Miguel es de 186.09 segundos y en el tramo 2 es de 187.00 segundos,además se encontraron 41 puntos de conflicto totales dentro de toda el área de estudio.

Respecto al segundo objetivo específico. La recopilación de información en campo tales como composición del tráfico, aforos vehiculares, aforo de ciclistas, ciclos semafóricos, medición de diseño geométrico de las vías y giros permitidos permitió realizar el modelado del estado actual dentro de la herramienta SUMO, el cual fue calibrado y validado con los parámetros de tiempos de viaje promedio de ciclistas y velocidad promedio de los ciclistas, los datos obtenidos gracias a la herramienta SUMO, fueron los siguientes: Los tiempos de viaje en promedio de los ciclistas que comprende el tramo 1 fueron de 187.03 segundos y en el tramo 2 es de 186.55 segundos.

Respecto al tercer objetivo específico. Se realizo la propuesta de diseño de la ciclovía de conexión basada en la metodología Complete Street entre la Avenida De los Precursores hacia la UPC sede San Miguel el cual fue modelada dentro la herramienta SUMO obteniendo los siguientes resultados: Los tiempos de viaje promedio de los ciclistas dentro del tramo 1 fueron 148.93 segundos y para el tramo 2 fue de 148.81 segundos, así mismo la cantidad de los puntos de conflicto de los ciclistas encontrados fue de 16 puntos de conflicto.

Respecto al cuarto objetivo específico. Los resultados obtenidos a partir de la comparación entre el escenario actual y el escenario propuesto, fundamentado en los principios de la estrategia Complete Streets, evidencian mejoras significativas en las

condiciones de movilidad ciclista. En particular, se identificó una reducción de los tiempos de viaje del 20.37 % en el Tramo 1 y del 20.23 % en el Tramo 2. Asimismo, los puntos de conflicto para los ciclistas en la avenida Rafael Escardo disminuyeron en un 60.97 %, pasando de 41 a 16 puntos de conflicto a lo largo del corredor analizado. Estos hallazgos demuestran el potencial de la estrategia para mejorar la eficiencia y seguridad de la infraestructura ciclista, constituyéndose como una alternativa viable para el diseño y la planificación de ciclovías en contextos urbanos con características similares.

4.2 Recomendaciones

Respecto al objetivo general. Se recomienda implementar la ciclovía basada en la metodología complete Street dentro de los tramos de estudio ya que esto mejora los tiempos de viaje y reduce los puntos de conflicto significativamente.

Respecto al primer objetivo específico. Para determinar los puntos de conflictos se recomienda utilizar una check list el cual debe ser llenado para los diferentes tramos de la ciclovía en proyección, además para determinar los tiempos de viaje se recomienda utilizar drones durante la hora pico del tramo, ya que es el momento más desfavorable en función a los tiempos de viaje.

Respecto al segundo objetivo específico. Se recomienda para realizar el modelado de la situación actual establecer todos los giros de los diferentes modos de transporte, así como también tener en cuenta la semaforización en los cruces con dicha característica.

Respecto al tercer objetivo específico. Se recomienda establecer los lineamientos del método Complete Street y verificar los aplicables para el tramo que se desea realizar, ya que puede ocurrir una interferencia entre la normativa del Complete Street y la nacional.

Respecto al cuarto objetivo específico. Se recomienda realizar las iteraciones correspondientes para tener una amplia base de datos para la comparación con el estado actual, ademas enfatizar en la salida y llegada de los ciclistas en dentro del modelo propuesto ya que esos son los puntos más importantes para la comparación.

5 REFERENCIAS

Argota Sánchez-Vaquerizo, J., & Helbing, D. (2023). Less can be more: Pruning street networks for sustainable city-making. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 21,* 100878. https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100878

Barreto, M., & González, A. (2023). *Propuesta del trazado de rutas para ciclovías en la zona urbana de la ciudad de Cuenca* [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14332

Bas, J., Al-Khasawneh, M. B., Erdoğan, S., & Cirillo, C. (2023). How the design of Complete Streets affects mode choice: Understanding the behavioral responses to the level of traffic stress. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice, 173,1 - 23*. https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103698

Berrio, S., & Barrero, L. H. (2023). Characterization of the state of the traffic signs focused on cyclists in Bogotá. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 20, 1- 12. https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100837

Briones, A. (2023). *Propuesta de Diseño de una Ciclovía Empleando Pavimento Ecológico para el Acceso al Centro Turístico Tioyacu Distrito Elías Soplín Vargas, Rioja, San Martín 2023.* https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1988

Capacyachi Ayala, A. D. C., & Pillaca Ferro, S. N. (2024). *Propuesta de mejora del diseño de la ciclovía en la avenida Mariano Pastor Sevilla y avenida El Sol en Villa el Salvador para optimizar el nivel de servicio de los ciclistas en los Juegos Panamericanos 2027*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/674243

Carrasco, L. (2023). Diagnóstico de la infraestructura para el uso de la bicicleta en la planeación urbanística para la movilidad sostenible: *Caso de estudio de los tramos de ciclovías en la ciudad de Pasto (2000-2021).* Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/items/8add0ac3-2c10-459a-8c5b-7a44d4c43f6a

Illacanchi, G. (2023). *Análisis de la circulación y propuestas de mejora del óvalo Pedro Ruiz Gallo en el límite de Breña y Pueblo Libre.* Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14464

Isaksson, K., & Alm, J. (2022). Establishing bicycle logistics in urban areas—Experiences from entrepreneurs and local policy actors. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, *13*(100556), 100556. https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100556

Lahoorpoor, B., Rayaprolu, H., Wu, H., & Levinson, D. M. (2022). Access-oriented design Disentangling the effect of land use and transport network on accessibility. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 13, 1-13*. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100536

Meza, A., & Silvera, M. (2023). *Rediseño de las ciclovías de la plaza alameda a través de la estrategia del complete street para mejorar la accesibilidad y reducir los tiempos de viaje*. http://hdl.handle.net/10757/669962

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2024). *Informe de siniestralidad fatal de ciclistas.* https://www.onsv.gob.pe/post/informe-de-siniestralidad-fatal-de-ciclistas/

Palomino, L. (2020). *Diseño de una red de ciclovías urbanas y rurales como alternativa de mejoramiento de la transitabilidad en una ciudad del sur del Perú – Andahuaylas - Apurímac*. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USIL_dbe021e967e616022d2ef506b8080f25/Details

Portafolio. (2019). *La movilidad es un desafío permanente en las ciudades.* Recuperado el 26 de Octubre de 2020, de https://bit.ly/3jpckGM

Reyes, K. (2024). *Infraestructura ciclovial y su influencia en la percepción de seguridad : un análisis en una comuna periférica de Santiago*. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/209293

SafeTREC, U. B. (2018). *Complete Streets and their effect on increasing safety for all roadusers.* https://safetrec.berkeley.edu/sites/default/files/complete_streets_research_brief.pdf

Serrano, R. E., & Rojas, D. J. (2023). *Development of bikeway as a strategy for the achievement of sustainable mobility in Barquisimeto*. Gaceta Técnica, 24(2), 57-76. https://doi.org/10.51372/gacetatecnica242.5

Valle, M. (2018). Uso De Datos Pasivos Obtenidos Mediante Dispositivos Inerciales Para Inferir La Condición Del Pavimento En Ciclovías. Pontificia Universidad Católica de Chile. https://repositorio.uc.cl/handle/11534/21893

Van Goeverden, C. D. (2022). The value of travel speed. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 13, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100530

Vasilev, M., Pritchard, R., Jonsson, T., & Panek, J. (2023). An exploration of multiuser perceptions of a Norwegian Complete Streets modification using interim design strategies. *Case Studies on Transport Policy, 13, 1-12*. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101058

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1:

Conteo Vehicular

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

ACCESO		Av. De los Precursores "Oeste"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	60	390	120	30	180	75	15	15	30	0	7	9	0	1	1	0	0	0
10:15	10:30	50	378	110	25	173	67	12	18	25	0	11	10	0	1	1	0	0	0
10:30	10:45	45	382	118	20	178	78	10	16	27	0	9	7	0	1	1	0	0	0
10:45	11:00	53	375	109	27	172	70	7	20	22	0	12	8	0	1	1	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

ACCESO		Av. De los Precursores "Este"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	45	120	30	45	105	30	15	30	15	0	13	0	0	1	1	0	0	0
10:15	10:30	39	125	35	42	110	20	7	20	8	0	9	0	0	1	1	0	0	0
10:30	10:45	43	115	32	40	115	15	9	22	10	0	7	0	0	1	1	0	0	0
10:45	11:00	40	110	40	48	105	32	10	25	12	0	12	0	0	1	1	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

ACCESO		Av. Rafael Escardo "Sur"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	0	225	90	0	75	45	0	30	10	0	14	15	0	1	0	0	0	0
10:15	10:30	0	192	80	0	67	40	0	18	11	0	10	7	0	0	1	0	1	0
10:30	10:45	0	205	75	0	78	42	0	13	8	0	8	5	0	1	0	0	0	0
10:45	11:00	0	215	87	0	60	35	0	20	12	0	9	9	0	0	1	0	0	1

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

ACCESO		Av. Rafael Escardo "Norte"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	0	150	105	0	60	45	0	30	10	0	12	0	0	1	0	0	0	0
10:15	10:30	0	192	80	0	67	40	0	18	11	0	9	0	0	0	1	0	0	0
10:30	10:45	0	205	75	0	78	42	0	13	8	0	15	0	0	1	0	0	0	0
10:45	11:00	0	215	87	0	60	35	0	20	12	0	5	0	0	0	1	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

ACCESO		Av. Intisuyo "Oeste"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	60	120	45	45	60	30	15	30	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	40	107	30	35	49	21	12	20	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	47	115	28	33	40	25	11	17	14	0	9	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	52	103	38	40	57	28	13	25	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

ACCESO		Av. Intisuyo "Este"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	75	135	45	30	75	60	30	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	60	122	40	22	70	54	15	8	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	65	128	38	27	65	50	18	12	17	0	9	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	72	131	35	20	68	49	22	10	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
ACCESO		Av. Rafael Escardo "Sur"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	105	315	45	30	120	45	15	60	15	0	20	0	0	1	0	0	0	0
10:15	10:30	89	295	33	21	112	39	8	55	7	0	17	0	0	0	1	0	0	0
10:30	10:45	93	286	38	19	105	35	10	48	9	0	13	0	0	1	0	0	0	0
10:45	11:00	97	301	43	25	117	43	12	45	13	0	15	0	0	0	1	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
ACCESO		Av. Rafael Escardo "Norte"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	45	90	30	15	60	30	15	30	15	0	30	0	0	1	0	0	0	0
10:15	10:30	41	82	22	7	52	27	8	21	9	0	15	0	0	0	1	0	0	0
10:30	10:45	34	77	17	11	47	21	7	18	13	0	20	0	0	1	0	0	0	0
10:45	11:00	38	80	28	9	58	29	12	27	7	0	25	0	0	0	1	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
ACCESO		Av. Carlos Antonio												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	0	0	150	0	0	45	0	0	15	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10:15	10:30	0	0	130	0	0	37	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	0	0	141	0	0	32	0	0	11	0	9	0	0	0	1	0	0	0
10:45	11:00	0	0	125	0	0	41	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
ACCESO		Av. Rafael Escardo con la Av. Carlos Antonio												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	25	420	21	27	195	15	13	105	15	0	14	0	0	1	0	0	0	0
10:15	10:30	22	405	25	22	175	7	8	85	9	0	11	0	0	0	1	0	0	0
10:30	10:45	19	385	18	17	162	12	7	89	11	0	8	0	0	1	0	0	0	0
10:45	11:00	13	391	15	13	181	11	12	75	13	0	6	0	0	0	1	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
ACCESO		Av. Rafael Escardo "Sur"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	45	330	45	15	150	15	12	75	13	0	14	0	0	1	0	0	0	0
10:15	10:30	30	301	27	7	138	13	7	65	9	0	9	0	0	0	1	0	0	0
10:30	10:45	29	295	41	9	142	7	5	61	11	0	7	0	0	1	0	0	0	0
10:45	11:00	33	315	24	12	129	8	9	57	6	0	11	0	0	0	1	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
ACCESO		Av. Rafael Escardo con la Av. Renan Elias "Norte"												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	0	90	15	0	75	165	0	21	13	0	14	0	0	1	0	0	0	0
10:15	10:30	0	75	7	0	68	155	0	15	9	0	7	0	0	0	1	0	0	0
10:30	10:45	0	68	9	0	60	125	0	10	7	0	9	0	0	1	0	0	0	0
10:45	11:00	0	81	14	0	54	141	0	7	10	0	12	0	0	0	1	0	0	0

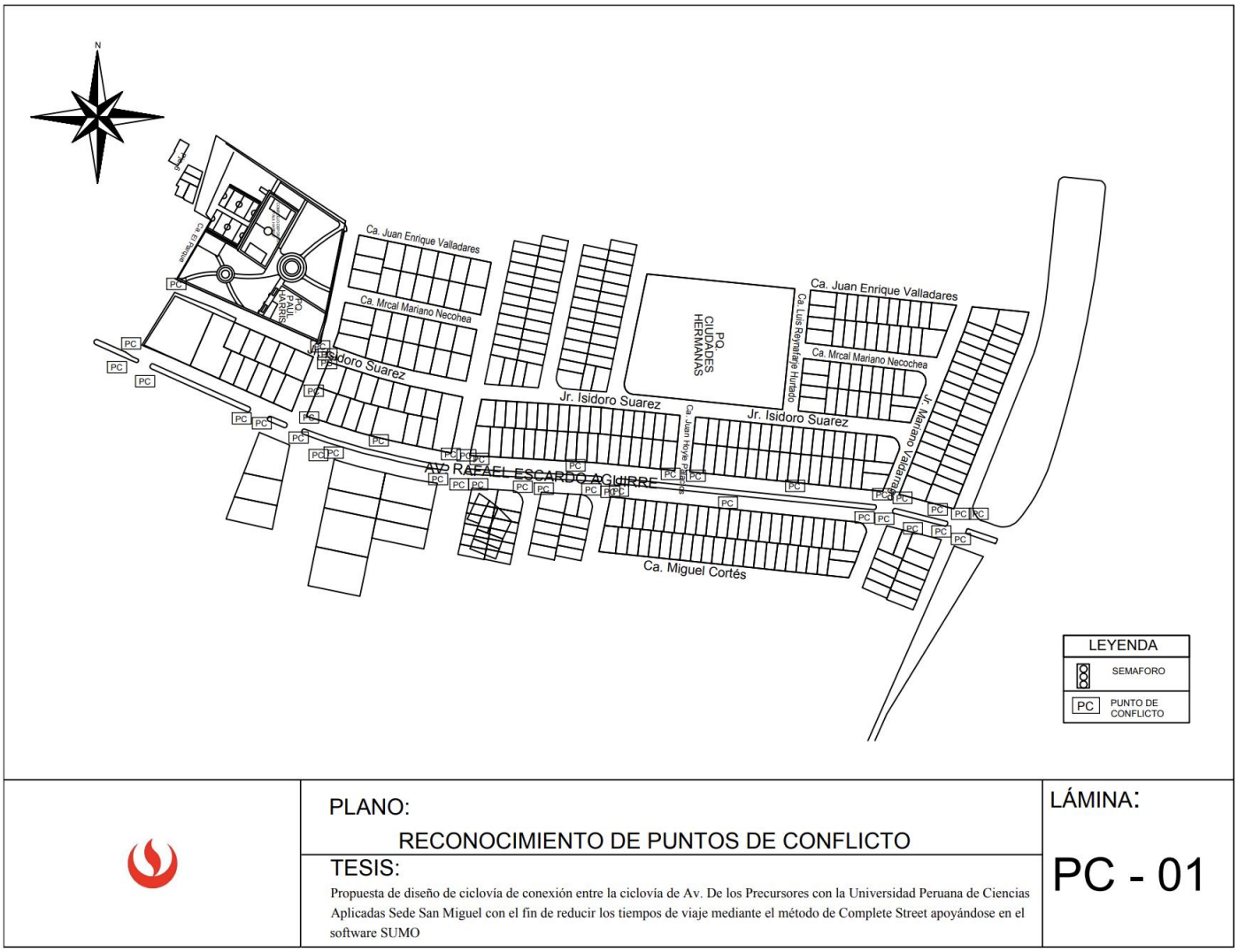
CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
ACCESO		Calle Renan Elias con Jr Isidoro Suarez												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	8	13	0	12	9	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	7	15	0	8	5	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	5	14	0	9	4	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	6	10	0	10	6	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONTEO DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																			
ACCESO		Jr Isidoro Suarez												TURNO			M		
FECHA		13/09/2024																	
HORA DE CONTROL		AUTOS			CAMIONETA			MOTO LINEAL			MICRO BUS			CAMION 2E			CAMION 3E		
		IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER	IZQ	DEFR	DER
10:00	10:15	0	51	22	0	45	10	0	17	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	0	42	17	0	31	8	0	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	0	37	13	0	35	9	0	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	0	32	11	0	28	5	0	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

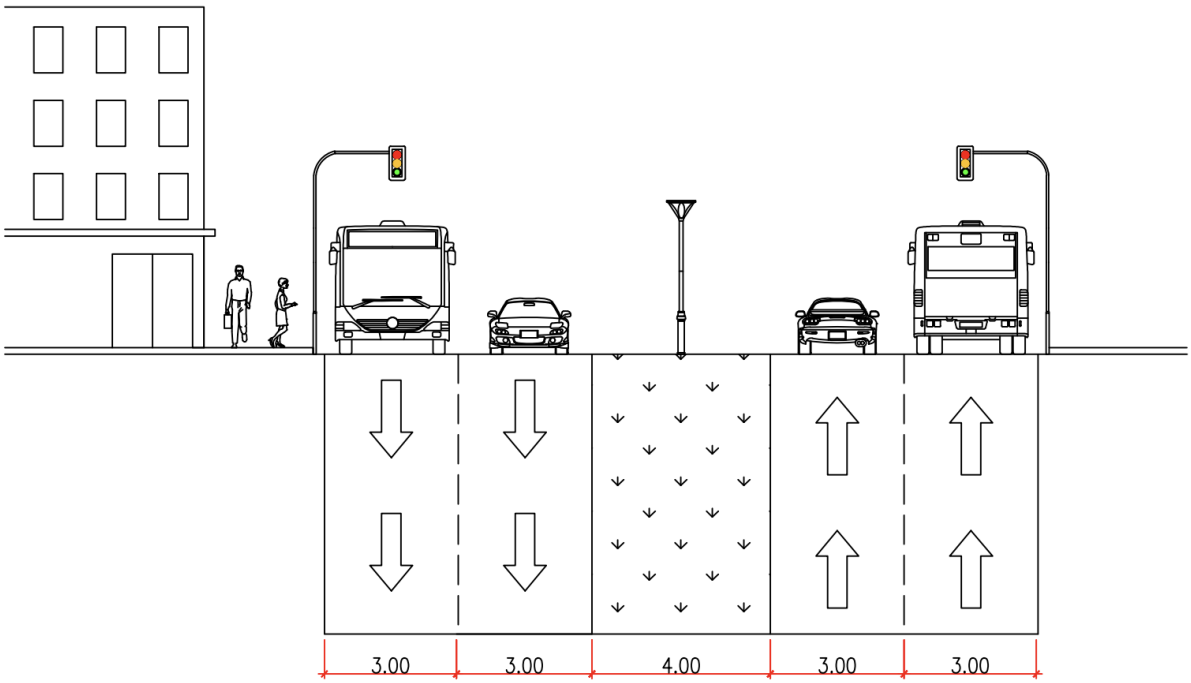
6.2 ANEXO 2:

Planos

PLANO 01: Reconocimiento de puntos de conflicto



PLANO 02: Plano de elevación de situación actual



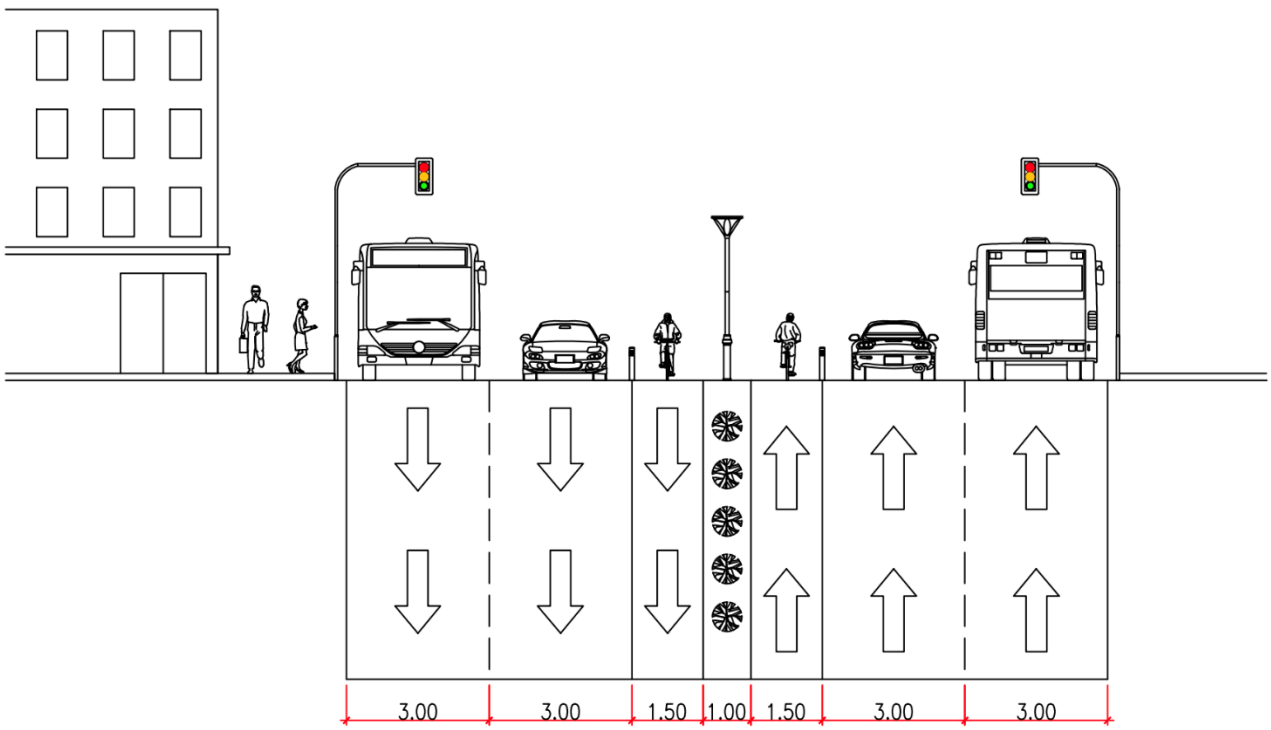
	PLANO: CORTE A - A - SITUACIÓN ACTUAL	LÁMINA: PD -02
	TESIS: Propuesta de diseño de ciclovía de conexión entre la ciclovía de Av. De los Precursores con la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Sede San Miguel con el fin de reducir los tiempos de viaje mediante el método de Complete Street apoyándose en el software SUMO	

PLANO 03: Propuesta de diseño



	PLANO: PROPUESTA DE DISEÑO	LÁMINA: PD -01
	TESIS: Propuesta de diseño de ciclovía de conexión entre la ciclovía de Av. De los Precursores con la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Sede San Miguel con el fin de reducir los tiempos de viaje mediante el método de Complete Street apoyándose en el software SUMO	

PLANO 04: Elevaciones de propuesta de diseño



PLANO:

CORTE A - A - SITUACIÓN CON PROPUESTA

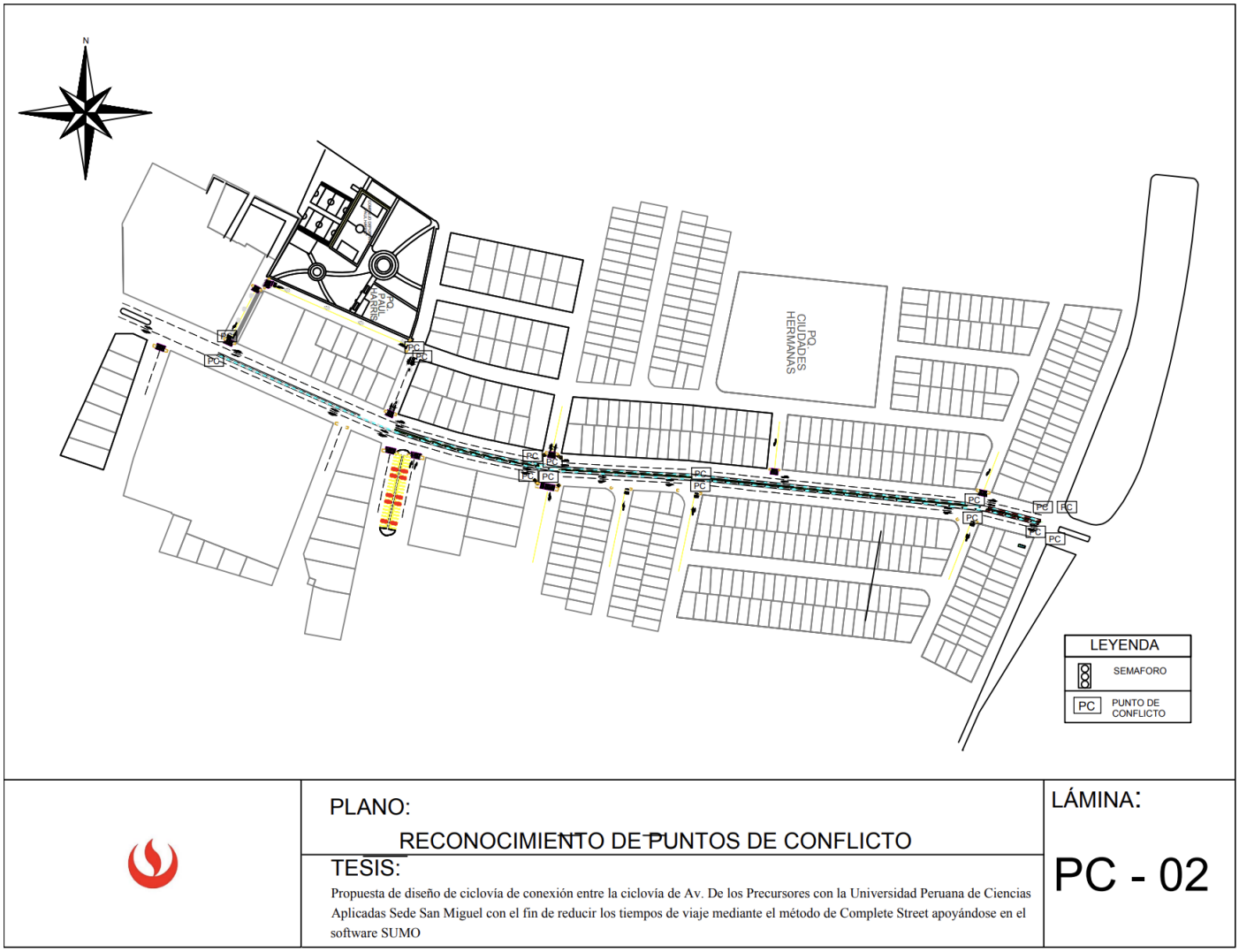
LÁMINA:

PD -02

TESIS:

Propuesta de diseño de ciclovía de conexión entre la ciclovía de Av. De los Precursores con la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Sede San Miguel con el fin de reducir los tiempos de viaje mediante el método de Complete Street apoyándose en el software SUMO

PLANO 05: Reconocimiento de puntos de conflicto en propuesta de diseño



PLANO:

RECONOCIMIENTO DE PUNTOS DE CONFLICTO

LÁMINA:

PC - 02

TESIS:

Propuesta de diseño de ciclovía de conexión entre la ciclovía de Av. De los Precursores con la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Sede San Miguel con el fin de reducir los tiempos de viaje mediante el método de Complete Street apoyándose en el software SUMO