

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA VIAL EN LA  
INTERSECCIÓN DE MANUEL CIPRIANO DULANTO Y  
CARLOS VIDAL**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autores:**

Barberena Maguiña, Juan Diego  
Fernández Vera, Javier Leonidas

**Asesor:**

Doctor. Cabrera Vega, Felix Israel


Lima, 2026

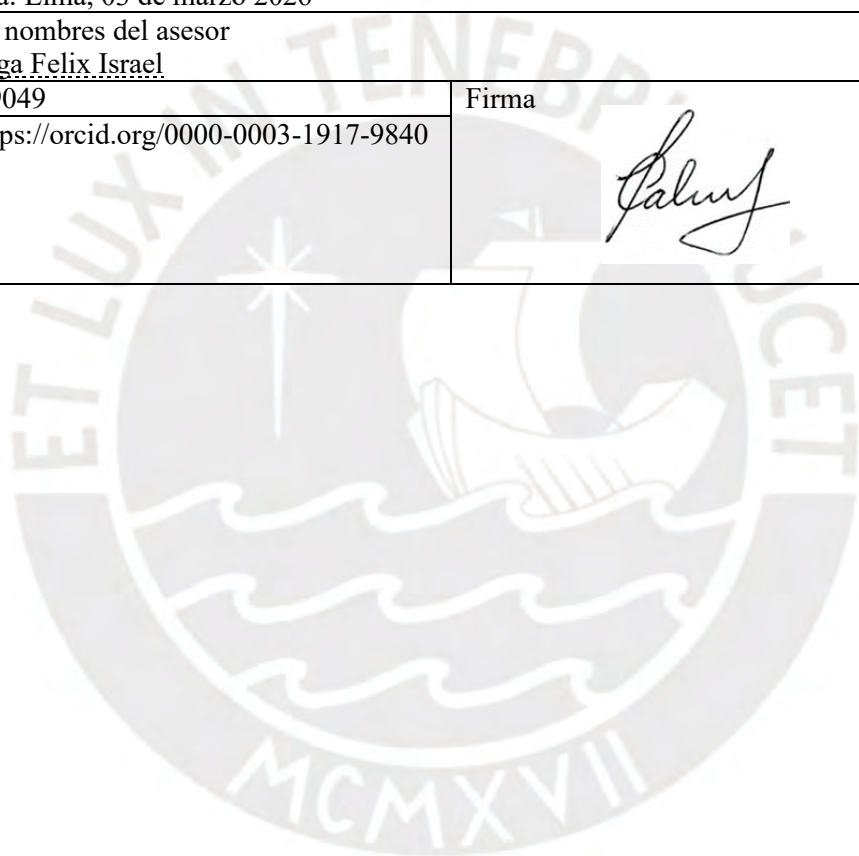
### Informe de Similitud

Yo, Felix Cabrera Vega docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada “PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE MANUEL CIPRIANO DULANTO Y CARLOS VIDAL”, de los autores Barberena Maguiña, Juan Diego y Fernández Vera, Javier Leonidas, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 03/03/2026.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 03 de marzo 2026

Apellidos y nombres del asesor <u>Cabrera Vega Felix Israel</u>	
DNI: 22309049	Firma 
ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0003-1917-9840">https://orcid.org/0000-0003-1917-9840</a>	



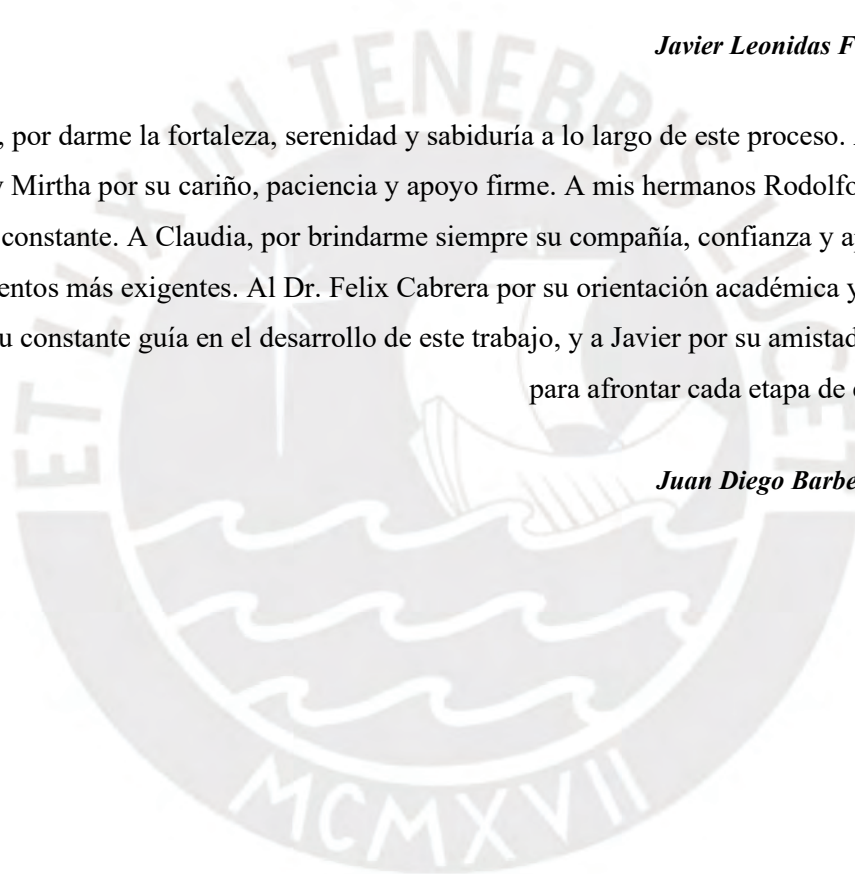
## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Giovanna y David, por su apoyo en todo mi proceso universitario, por ser mi mayor ejemplo en la rama de la ingeniería, por enseñarme a nunca rendirme y que todo lo que se realiza con amor y pasión siempre rinde frutos. A mis abuelos, por su aliento y cariño desde mi infancia. A mis amigos por su apoyo y paciencia, en especial a Juan Diego quién ha sido el mejor compañero que pude haber tenido en este bonito proceso. Al Dr. Felix Cabrera por su constante apoyo, consejos en el ámbito académico y para crecimiento personal.

*Javier Leonidas Fernández Vera*

A Dios, por darme la fortaleza, serenidad y sabiduría a lo largo de este proceso. A mis padres, Rodolfo y Mirtha por su cariño, paciencia y apoyo firme. A mis hermanos Rodolfo y Mirtha por su aliento constante. A Claudia, por brindarme siempre su compañía, confianza y apoyo hasta en los momentos más exigentes. Al Dr. Felix Cabrera por su orientación académica y personal, así como su constante guía en el desarrollo de este trabajo, y a Javier por su amistad y dedicación para afrontar cada etapa de este proyecto.

*Juan Diego Barberena Maguiña*



## RESUMEN

El diseño de la infraestructura vial en Lima ha estado tradicionalmente orientado a facilitar el desplazamiento de los vehículos motorizados, dejando en segundo plano a los peatones y a otros usuarios vulnerables. Esta situación se refleja en demoras, cruces inseguros, paraderos informales y una movilidad poco sostenible en diversos puntos de la ciudad.

Este trabajo describe el proceso seguido para analizar cómo funciona actualmente la intersección de la Avenida Manuel Cipriano Dulanto y la Calle Carlos Vidal en el distrito de Pueblo Libre, con el fin de realizar una propuesta que mejore su funcionamiento. Para ello, se realizaron aforos vehiculares y peatonales mediante registros con un dron para generar flujogramas, se evaluaron las condiciones del entorno a través de listas de chequeo de seguridad vial y accesibilidad, y se elaboró un modelo de microsimulación en PTV VISSIM que permitió representar de manera detallada la situación existente. Todo este análisis se complementó con la comparación entre el escenario actual, ya calibrado y validado, y un escenario de mejora que plantea ajustes en operativos y en el diseño geométrico de la intersección.

La metodología aplicada prioriza al usuario vulnerable mediante la reorganización del espacio vial y la mejora en los puntos de cruce. A su vez, se utilizaron los enfoques de movilidad sostenible para plantear un sistema semafórico, la ampliación de veredas, la formación de paraderos y el ordenamiento de los carriles. Asimismo, los tiempos de viaje vehiculares y peatonales fueron analizados y comparados mediante las pruebas de hipótesis para garantizar que las propuestas mejoraron significativamente los parámetros de eficiencia evaluados.

Los resultados evidenciaron una mejora en la movilidad y la seguridad del área de estudio. Se registraron reducciones y aumentos en nuestros parámetros estudiados, los cuales fueron los tiempos de viaje peatonal y vehicular. Esto demuestra que la propuesta planteada no solo mejora cuantitativamente el flujo vehicular y peatonal, sino que también mejora cualitativamente a crear un entorno más seguro, accesible y acorde con los principios actuales de movilidad urbana sostenible.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	<b>9</b>
1.1. Introducción.....	10
1.2. Objetivos .....	11
1.3. Justificación.....	11
1.4. Alcance .....	12
1.5. Limitaciones .....	12
<b>Capítulo 2. Revisión de literatura</b> .....	<b>13</b>
2.1. Desarrollo de la movilidad y contexto actual del transporte .....	14
2.1.1. Evolución a la movilidad sostenible.....	14
2.1.2. Problemática del transporte público y su interacción con el privado. ....	15
2.2. Elementos del tránsito y criterios de seguridad vial. ....	15
2.2.1. Fundamentos del tránsito y composición de un sistema vial.....	16
2.2.2. Categorías de seguridad vial.....	17
2.2.3. Definición y contexto de las auditorías de seguridad vial. ....	17
2.2.4. Utilidad de las inspecciones de seguridad vial. ....	17
2.2.5. Empleo de listas de chequeo.....	17
2.3. Accesibilidad e inclusión en la infraestructura vial.....	18
2.3.1. Concepto de espacio público. ....	18
2.3.2. Definición de accesibilidad universal.....	18
2.3.3. Impacto en la movilidad urbana. ....	19
2.3.4. Barreras físicas en el transporte y espacios públicos.....	19
2.4. Fundamentos y parámetros esenciales para la microsimulación de intersecciones.....	19
2.4.1. Número de semillas. ....	19
2.4.2. Periodo de estabilización (Warm-up).....	20
2.4.3. Cantidad de corridas .....	20
2.4.4. Asignación estática y dinámica. ....	20
2.4.5. Teoría de seguimiento vehicular. ....	20
2.4.6. Calibración y validación.....	20
2.4.7. Modelado con PTV VISSIM.....	21
2.5. Normativas para el diseño de intersecciones.....	21
2.5.1. Señalización vertical y horizontal en la intersección vial.....	21
2.5.2. Dimensionado de veredas.....	22
2.5.3. Diseño de rampas .....	22
2.5.4. Medidas para cruces peatonales .....	24
2.5.5. Dimensionado y ubicación de paraderos .....	24
2.5.6. Anchos de carril.....	24
2.5.7. Islas de refugio peatonal.....	25
<b>Capítulo 3. Metodología</b> .....	<b>26</b>
3.1. Selección de la intersección.....	28
3.2. Recolección de Datos .....	28
3.2.1. Equipos y Herramientas de Medición .....	29
3.2.2. Aforo vehicular y Peatonal.....	29
3.2.3. Registros y Control de Datos.....	30
3.3. Variable de Estudio y Fuentes de Información .....	33
3.3.1. Definición de Variables.....	33
3.3.2. Herramientas de Información .....	34

3.4. Análisis de Datos y Microsimulación.....	35
3.4.1. Construcción del Modelo en PTV VISSIM.....	35
3.4.2. Escenarios de Simulación.....	37
3.4.3. Análisis y comparación de Resultados.....	38
3.5. Flujo de Tratamiento de la Información.....	38
3.5.1. Procesamiento de Datos Inicial.....	38
3.5.2. Integración de Datos en el Modelo de Microsimulación.....	38
3.5.3. Generación de Escenarios de Simulación.....	39
3.5.4. Análisis de Resultados y Comparación de Escenarios.....	39
3.5.5. Generación de Informes y Visualización de Resultados.....	40
<b>Capítulo 4. Diagnóstico de la intersección.....</b>	<b>41</b>
4.1. Observación directa y caracterización del entorno.....	42
4.1.1. Caracterización del entorno mediante observación directa.....	42
4.1.2. Aplicación de listas de chequeo y evaluación de la intersección.....	43
4.2. Resultados del aforamiento vehicular y peatonal.....	50
4.2.1. Aforamiento vehicular.....	50
4.2.2. Aforamiento peatonal.....	52
4.3. Tiempo de viaje promedio.....	55
<b>Capítulo 5. Propuesta de mejora.....</b>	<b>58</b>
5.1. Propuestas de mejora y justificación de las intervenciones.....	59
5.2. Representación visual de la propuesta.....	65
<b>Capítulo 6: Evaluación cuantitativa mediante microsimulación.....</b>	<b>71</b>
6.1. Introducción al análisis cuantitativo.....	72
6.2. Configuración del modelo de microsimulación.....	73
6.3. Resultados obtenidos.....	75
6.4. Análisis estadístico.....	80
6.4.1. Hipótesis planteadas y realización de la prueba t de Student:.....	80
6.4.2. Conclusión del análisis estadístico.....	83
6.5. Discusión de resultados.....	84
<b>Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>85</b>
7.1. Conclusiones.....	86
7.2. Recomendaciones.....	89
<b>Bibliografía.....</b>	<b>91</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>94</b>

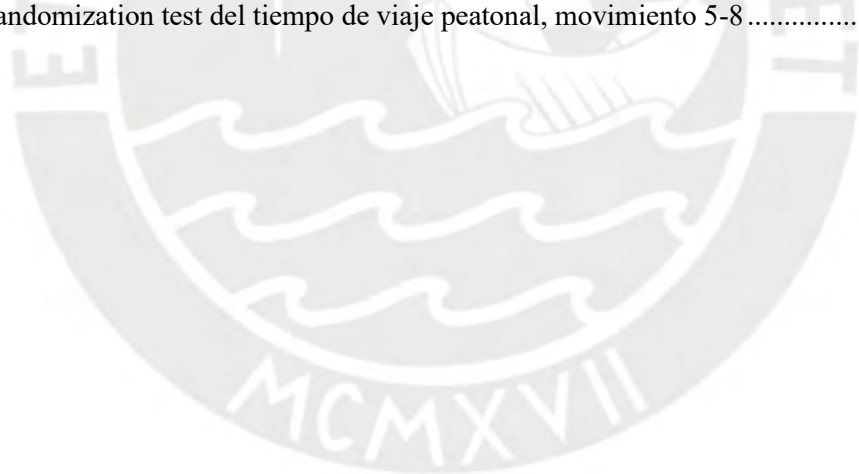
## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pendientes máximas recomendables según el desnivel a abordar en rampas.....	23
Tabla 2: Comparación de pendientes máximas recomendables según el ADA (2010) y Huerta (2007).....	23
Tabla 3: Dimensiones geométricas y velocidad recomendada según tipo de vía.....	25
Tabla 4: Pasos metodológicos a seguir.....	27
Tabla 5: Parámetros utilizados en el modelo de microsimulación.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Interacción Manuel Cipriano Dulanto con calle Carlos Vidal.....	28
Figura 2: Dron Dji mini 4 pro.....	29
Figura 3: Puntos de O-D vehicular en la intersección de Manuel Cipriano Dulanto con Calle Carlos Vidal.....	30
Figura 4: Puntos de O-D peatonal en la intersección de Manuel Cipriano Dulanto con Calle Carlos Vidal.....	30
Figura 5: Plantilla para aforamiento vehicular.....	31
Figura 6: Plantilla para aforamiento peatonal.....	32
Figura 7: Movimientos realizados en la intersección.....	32
Figura 8: Vehículos que transitan dentro de la intersección.....	32
Figura 9: Geometría de la intersección.....	34
Figura 10: Vista aérea de la intersección capturada por un dron.....	35
Figura 11: Tabla T de student.....	40
Figura 12: Señalización vertical encontrada durante inspección.....	43
Figura 13: Desgaste en la señalización horizontal de la avenida principal.....	44
Figura 14: Falta de señalización horizontal en la intersección.....	44
Figura 15: Falta de iluminación en mediana.....	45
Figura 16: Falta de iluminación en esquina.....	45
Figura 17: iluminación en esquina no homogénea.....	46
Figura 18: Deterioro encontrado en la calzada.....	46
Figura 19: Deterioro encontrado en la calzada con partículas desprendidas.....	47
Figura 20: Estacionamientos al frente de la tienda Oxxo.....	47
Figura 21: Espacios utilizados como estacionamientos en las esquinas de la intersección. O-E.....	48
Figura 22: Espacios utilizados como estacionamientos en las esquinas de la intersección. E-O.....	48
Figura 23: Espacios utilizados como paradero de transporte público.....	49
Figura 24: Espacios utilizados como paradero de transporte público.....	49
Figura 25: Aforamiento vehicular total del jueves para calibración.....	50
Figura 26: Flujograma vehicular total jueves para calibración.....	51
Figura 27: Aforamiento vehicular total sábado para validación.....	51
Figura 28: Flujograma vehicular total Sábado para validación.....	52
Figura 29: Puntos de O-D peatonal en la intersección de Manuel Cipriano Dulanto con Calle Carlos Vidal.....	53
Figura 30 Aforamiento peatonal total.....	54
Figura 31: Líneas de movimiento peatonal.....	55
Figura 32: Datos de tiempo de viaje vehicular Av. Manuel Cipriano Dulanto.....	56
Figura 33: Datos de tiempo de viaje vehicular Calle Carlos Vidal.....	57
Figura 34: Señal de zona 30.....	59
Figura 35: Señal zona escolar.....	59
Figura 36: Señal de prohibido voltear en U.....	59
Figura 37: Tipos de flechas direccionales.....	60
Figura 38: Demarcación de líneas de cruce peatonal.....	60
Figura 39: Alumbrado público LED.....	61
Figura 40: Diseño y dimensiones referenciales de parada de transporte público.....	62
Figura 41: Cruces peatonales.....	62
Figura 42: Banco público.....	63
Figura 43: Tachos de basura.....	63
Figura 44: Ciclo semafórico propuesto.....	64
Figura 45: 1era fase del semáforo.....	64
Figura 46: 2da fase del semáforo.....	65
Figura 47: Intersección con mejoras propuestas de semaforización.....	66
Figura 48: Intersección con mejoras propuestas de accesibilidad.....	67
Figura 49: Intersección con mejoras propuestas de accesibilidad y seguridad.....	67
Figura 50: Intersección con mejoras propuestas de señalización e iluminación.....	68

Figura 51: Intersección con mejoras propuestas de control de flujo vehicular .....	68
Figura 52: Intersección con mejoras propuestas de control de iluminación.....	69
Figura 53: Sección transversal propuesta de la calle Carlos Vidal.....	69
Figura 54: Sección transversal propuesta de la Av. Cipriano Dualanto .....	70
Figura 55: Modelado VISSIM situación actual.....	72
Figura 56: Modelado VISSIM situación mejorada .....	73
Figura 57: Resultados de los tiempos de viaje vehicular de la situación actual de Cipriano Dulanto en Vissim.....	75
Figura 58: Resultados de los tiempos de viaje vehicular de la situación actual de Carlos Vidal en Vissim.....	76
Figura 59: Resultados de los tiempos de viaje vehicular de la situación actual de Cipriano Dulanto en Vissim.....	76
Figura 60: Resultados de los tiempos de viaje vehicular de la situación mejorada de Carlos Vidal en Vissim.....	77
Figura 61: Resultados de los tiempos de viaje peatonal de la situación mejorada de Cipriano Dulanto en Vissim .....	78
Figura 62: Resultados de los tiempos de viaje peatonal de la situación mejorada de Cipriano Dulanto en Vissim .....	78
Figura 63: Resultados de los tiempos de viaje peatonal de la situación mejorada de Carlos Vidal en Vissim.....	79
Figura 64: Resultados de los tiempos de viaje peatonal de la situación mejorada de Carlos Vidal en Vissim.....	79
Figura 65: Randomization test del tiempo de viaje vehicular Av. Manuel Cipriano Dulanto .....	81
Figura 66: Randomization test del tiempo de viaje vehicular calle Carlos Vidal .....	81
Figura 67: Randomization test del tiempo de viaje peatonal, movimiento 2-7 .....	82
Figura 68: Randomization test del tiempo de viaje peatonal, movimiento 6-4 .....	82
Figura 69: Randomization test del tiempo de viaje peatonal, movimiento 1-3 .....	83
Figura 70: Randomization test del tiempo de viaje peatonal, movimiento 5-8 .....	83





## **Capítulo 1. Introducción**

## 1.1. Introducción

La congestión vehicular es uno de los problemas más graves que enfrentan las grandes ciudades a nivel mundial. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2024). Los costos de la congestión, en términos de productividad y tiempo perdido, alcanzan el 2% del PBI anualmente en los países industrializados.

Por otro lado, la Gerencia de Estudios Económicos y Estadística de la Asociación Automotriz del Perú (2024) señala que las principales ciudades de América Latina, como Bogotá, São Paulo y Ciudad de México, enfrentan desafíos similares debido a una expansión descontrolada y a la falta de una planificación urbana efectiva. En resumen, todas estas ciudades comparten la misma problemática que ya afecta a Lima: el crecimiento desmesurado del parque vehicular, sistemas de transporte público ineficaces y deficiencias en la infraestructura vial.

Según TomTom traffic (2024), Lima ocupa el séptimo lugar a nivel mundial en cuanto a congestión vehicular y es la segunda en América Latina. Esto implica que los conductores de la capital peruana tardan un promedio de 33 minutos y 12 segundos en recorrer cada 10 kilómetros. Para ponerlo en contexto, el tiempo promedio normal, según el índice, debería ser de 10 minutos o menos. Esto indica que el tráfico en Lima es más intenso que en otras ciudades con alta congestión, como Bogotá (29 min 23 seg), Buenos Aires (30 min 09 seg) y Montevideo (27 min 17 seg), entre otras. De igual manera, los conductores de Lima son los que más tiempo permanecen atrapados en el tráfico durante las horas pico, acumulando un total de 155 horas al año. En el contexto sudamericano, les siguen ciudades como Bogotá (119 horas), Buenos Aires (90 horas) y Montevideo (64 horas) (TomTom Traffic, 2024). Este panorama resalta la necesidad de propuestas integrales de mejora en la infraestructura vial, como la planteada en el presente trabajo, que buscan reducir los puntos de conflicto, ordenar el flujo vehicular y priorizar la movilidad peatonal sin comprometer la funcionalidad de la intersección.

El panorama se vuelve más alarmante en nuestra ciudad al considerar que la mayoría de la población utiliza el transporte público (bus y cóster) como su principal medio de desplazamiento (Lima Cómo Vamos, 2022). Por ejemplo, según el informe de Lima Cómo Vamos (2022), entre las personas que trabajan fuera de casa, un 31,1% se trasladó en bus, un 28,4% lo hizo en cósteres y un 11,1% en su propio automóvil.

Del mismo modo, los estudiantes se movilizaron en un 30,4% en bus, un 28,5% en cóster y un 6,8% en automóvil propio. Sin embargo, a pesar de esta alta dependencia del transporte público, la infraestructura urbana actual es deficiente para atender esta demanda,

especialmente lo que respecta a paraderos formales, señalización y espacios de espera seguros y accesibles. Por ello, la ciudad requiere enfoques integrales para mejorar el transporte público en su totalidad, disminuir la congestión vehicular y proporcionar opciones eficientes para la movilidad urbana (ComexPeru, 2023).

Con el objetivo de ayudar a disminuir la problemática presentada, en este trabajo se llevará a cabo el análisis y la propuesta de mejora de la circulación e infraestructura del sistema vial en la intersección de la avenida Manuel Cipriano Dulanto y la calle Carlos Vidal. Se planteará una propuesta de rediseño, y se analizará el tráfico a través de la herramienta PTV VISSIM. Es decir, se busca mejorar la seguridad vial y reducir los tiempos de viaje, contribuyendo a una movilidad más eficiente y sostenible.

## 1.2. Objetivos

### **Objetivo general**

Analizar el tráfico y la infraestructura del sistema vial en la intersección de Av. Manuel Cipriano Dulanto con la calle Carlos Vidal para optimizar la accesibilidad y movilidad de los usuarios.

### **Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual del flujo vehicular y peatonal actual de la intersección.
- Identificar las principales barreras de accesibilidad para peatones.
- Evaluar propuestas de mejora en infraestructura del sistema vial que optimicen el acceso y garanticen la seguridad para todos los usuarios.

## 1.3. Justificación

La intersección entre las avenidas Manuel Cipriano Dulanto y Carlos Vidal, ubicada en el distrito de Pueblo Libre, que forma parte de los distritos de Lima moderna, está experimentando un crecimiento demográfico significativo debido al aumento en la demanda de vivienda en la capital (Diario Gestión, 2024). Del mismo modo, se tuvo un incremento en el parque automotor de 6.5% en el flujo vehicular entre 2023 y 2024 (Diario Gestión, 2024). Este aumento en la actividad vehicular ha generado mayor presión sobre la infraestructura vial, y acelera su deterioro y crea una necesidad de mejora urgente en términos de accesibilidad, acceso y movilidad segura, especialmente para peatones y aquellos con discapacidad.

El valor social del proyecto se observa al crear un entorno seguro y accesible para todos los usuarios que transiten por la vía, teniendo especial consideración hacia las personas de movilidad reducida, para garantizar un desplazamiento seguro y sin obstáculos. Esto reducirá notablemente el riesgo de accidentes y fomentará la inclusión social a través de un rediseño de la intersección basado en la implementación de cruces peatonales señalizados, paraderos de buses, semáforos vehiculares y peatonales, y rampas de acceso, contribuyendo a un tránsito más eficiente y seguro.

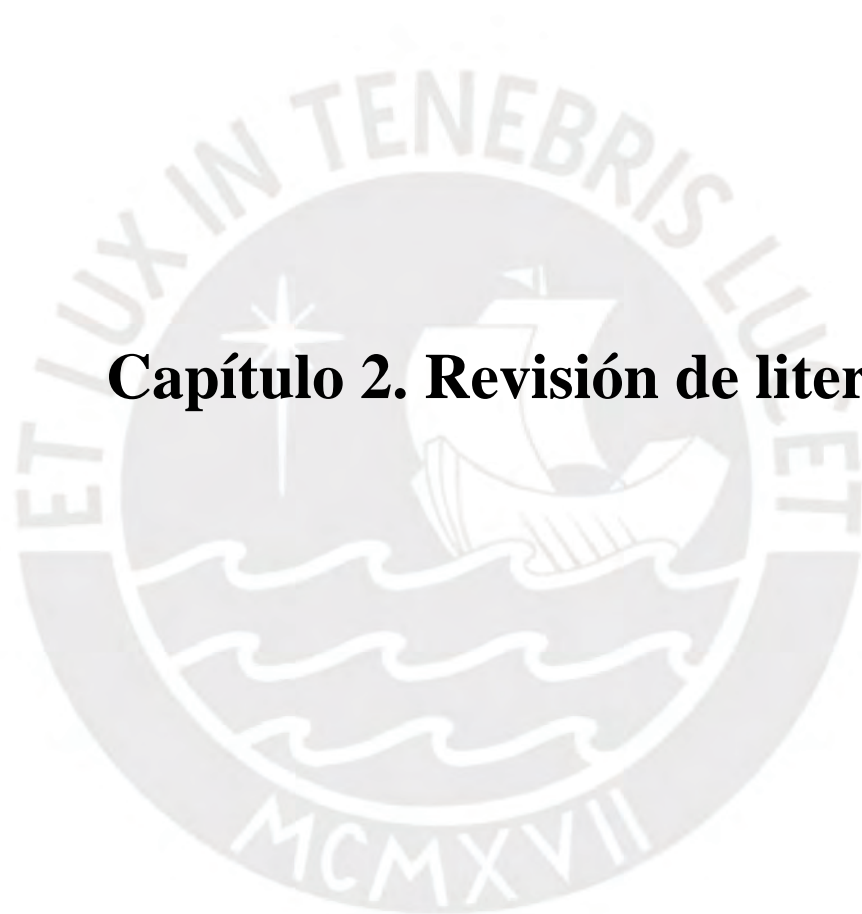
Para sustentar el rediseño de la intersección, se empleará el software PTV VISSIM, una herramienta reconocida por su alta precisión en la simulación de flujo vehicular en niveles macroscópicos (Yang, 2018). Esto permitirá obtener un modelo calibrado de la situación actual del tráfico en la zona y evaluar las intervenciones planteadas.

#### **1.4. Alcance**

El estudio consta de la recolección y análisis de datos de aforo vehicular y peatonal en horarios representativos, con el fin de generar un diagnóstico preciso de la situación actual. Con los datos recopilados, se desarrollarán modelos de microsimulación que reproduzcan las condiciones actuales, así como las condiciones propuestas de mejora. El alcance incluye el planteamiento de soluciones de rediseño de la intersección, la optimización de señalización y semaforización, y la implementación de infraestructura peatonal adecuada, siguiendo estrictamente los principios de accesibilidad universal para una exitosa optimización. La evaluación de las alternativas propuestas se llevará a cabo mediante la comparación de indicadores de rendimiento en términos de capacidad, tiempos de viaje y seguridad vial con el fin de seleccionar las soluciones más eficientes y sostenibles para la intersección estudiada.

#### **1.5. Limitaciones**

El uso de drones y cámaras pueden verse afectados por la calidad de grabación, así como la duración de estas. Para la realización del estudio, se utilizó un dron con una batería de duración máxima de 25 minutos. Por lo cual fue un impedimento para grabar una hora de manera continua el flujo vehicular y peatonal, como es recomendado. Por otro lado, la selección de la hora pico se basó en el conocimiento previo sobre la intersección. La hora pico seleccionada abarcó el periodo de 5:00pm a 6:00pm. Sin embargo, por limitaciones de tiempo y dinero, no fue posible realizar aforos a lo largo del día cómo se debe realizar en situaciones de trabajo real de 7:00am a 10:00pm.



## **Capítulo 2. Revisión de literatura**

## **2.1. Desarrollo de la movilidad y contexto actual del transporte**

Desde finales de la década de 1990, el concepto de la movilidad ha cobrado mayor importancia al empezar a entenderse como un derecho y necesidad del ser humano. Dicho concepto hace referencia a las posibilidades de acceso a los servicios básicos relevantes para el desarrollo social, económico y cultural, sin importar sus capacidades mentales o físicas (Blanco et al., 2014). En ese sentido, la movilidad va más allá del simple desplazamiento, puesto que la accesibilidad a dichos servicios se ven directamente influenciada por las decisiones personales y colectivas (Litman, 2006). Estas decisiones moldean y configuran el espacio urbano, en materia de movilidad, estructuran los patrones de urbanización y la accesibilidad lo cual termina por reflejar un desarrollo urbano planificado (Bautista et al., 2024).

Es importante diferenciar el concepto transporte de la movilidad, siendo el transporte un sistema a través del cual personas y bienes son trasladados de un lugar a otro facilitando la conexión entre áreas urbanas, suburbanas y rurales. Dicho sistema puede estar compuesto por distintas modalidades, como el transporte público (buses, trenes, metros) y privado (automóviles o bicicletas), los cuales interactúan entre sí en una misma red vial y se complementan entre sí para abarcar, en su gran mayoría, el traslado de las personas o bienes (Dextre y Avellaneda, 2014). Además, debido a su papel fundamental para el desarrollo socioeconómico de una población, influye directamente en el acceso a oportunidades educativas, recreativas, laborales y promueve la cohesión social y la integración territorial (Blanco et al., 2014). En pocas palabras, la movilidad se centra en el desplazamiento de las personas, priorizando a las más vulnerables, mientras que el transporte prioriza la cantidad de personas que se pueden trasladar por lo cual promueven el uso del transporte público

### **2.1.1. Evolución a la movilidad sostenible**

La creciente congestión vehicular, la degradación en la calidad del aire y las tasas de emisión de gases de efecto invernadero en aumento obligan a replantear la manera en la que nos desplazamos en la ciudad. Es por esta preocupación que surge el concepto de la movilidad sostenible, que busca un sistema de transporte económicamente eficiente, socialmente justo y ambientalmente responsable capaz de garantizar el derecho a la movilidad, pero sin comprometer el bienestar colectivo (Litman, 2006).

Dextre y Avellaneda (2014) describen la transición hacia dicho ideal a través de un modelo de cuatro etapas claramente diferenciadas. La primera, nombrada "Origen del tráfico", amplió la infraestructura para los automóviles y terminó por crear una ciudad hostil excluyendo al peatón. La segunda, denominada "Desarrollo del transporte público", se buscó aliviar la congestión con buses, trenes y metros donde se prioriza el traslado masivo de personas, pero aún sin atender al caminante.

La tercera, considerada como “Transición hacia la movilidad”, se prioriza a las personas y se incrementa la infraestructura peatonal como veredas, cruces seguros y accesibilidad universal. Finalmente, la cuarta etapa de “Integración de la sostenibilidad”, sumó la dimensión ambiental y se promovió la caminata, ciudades compactas y policéntricas. Esto revela que el éxito del transporte urbano dejó de medirse en kilómetros de asfalto y empezó a medirse por la calidad de vida que se brinda a sus habitantes.

### **2.1.2. Problemática del transporte público y su interacción con el privado.**

El transporte público se define como un servicio abierto a toda la población y operado directa o indirectamente bajo regulación estatal. Su objetivo es movilizar masivamente pasajeros de forma eficiente y económicamente asequible. En contraste, el transporte privado considera autos, motocicletas e incluso bicicletas de propiedad individual, donde privilegia la flexibilidad y comodidad pues permite desplazamientos exactos y con menor tiempo de viaje que los de transporte público (Dextre y Avellaneda, 2014).

El uso masivo de vehículos particulares genera constantemente congestión, alarga el tiempo de viaje y ocupa de manera ineficiente el espacio público. Además, participa significativamente en la contaminación del aire y propagación de gases de efecto invernadero, con consecuencias graves sobre la salud pública. (Guillermo, 2018).

Cuando el transporte privado domina la calzada, los buses pierden velocidad de traslado y por lo tanto también confiabilidad. Es por ello que, en ciudades como Londres, se introducen carriles exclusivos para el transporte público como estrategia para aislar a los buses de la congestión y reducir sus tiempos de viaje. De esta manera consiguen que este modo de desplazamiento se vuelva mucho más atractivo para las personas (Blanco et al.,2014).

### **2.2. Elementos del tránsito y criterios de seguridad vial.**

El tránsito es una disciplina fundamental que forma parte de la ingeniería de transporte, ya que permite analizar y gestionar el flujo de vehículos y peatones con la finalidad de reducir los tiempos de viaje y la congestión vehicular en las ciudades. En otras palabras, el tránsito hace referencia al movimiento de tanto vehículos como peatones a través de las vías públicas como las carreteras o las intersecciones. Así también, comprende el comportamiento de los usuarios de la vía, los sistemas de regulación como semáforos y las normas para la buena circulación con la finalidad de garantizar la seguridad y eficiencia del flujo (Cal y Mayor y Cardenas, 2018).

En ese sentido, la existencia de la seguridad vial es clave debido a que es la encargada de prevenir los accidentes de tránsito y mitigar sus consecuencias a través de un enfoque integral compuesto por tres tipos de seguridad a estudiar: la seguridad nominal, la seguridad sustantiva y la percepción de seguridad vial. De este modo es que se evalúa la eficacia de las medidas de seguridad basadas en el cumplimiento de normas, la estadística de accidentes y la percepción del riesgo de los ciudadanos que termina por influir en sus decisiones para desplazarse. (Dextre, 2010).

### **2.2.1. Fundamentos del tránsito y composición de un sistema vial.**

El funcionamiento de cualquier sistema vial se basa en la interacción de cinco componentes clave: usuarios, vehículos, vialidad, dispositivos de control y medio ambiente. Las combinaciones entre dichos componentes condicionan la capacidad de la vía para soportar un determinado flujo sin necesidad de sacrificar seguridad ni eficiencia y cada componente introduce condicionantes propios. Los usuarios presentan grupos con diferentes niveles de vulnerabilidad y necesidades como: peatones, ciclistas, conductores y pasajeros. Los vehículos aportan pesos, dimensiones y potencias que definen requisitos de maniobra y freno. La vialidad proporciona la geometría donde ocurre la circulación del tránsito. Finalmente, el medio ambiente, que compone el clima, la iluminación o la visibilidad, modula la adherencia, visibilidad y percepción de riesgo (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

Para poder ordenar correctamente dicha diversidad, el manual de carreteras del ministerio de transportes y comunicaciones (2018), distingue tres variedades de vehículos: ligeros, pesados y especiales. Además, los vincula cada uno a criterios de diseño importantes como el radio de giro, ancho de carril y restricciones de carga dependiendo de la jerarquía de infraestructura que se encuentren como calles urbanas para el acceso local o carreteras interurbanas para trayectos largos y velocidades altas.

Para la correcta operación cotidiana de esta infraestructura, el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (2016), regula el diseño, la implementación y el mantenimiento de dispositivos de control estandarizados tales como: marcas en el pavimento que canalizan y orientan el flujo, señales verticales (reglamentarias, preventivas e informativas) que comunican obligaciones y derechos a los usuarios de la vía; y los semáforos que asignan el derecho de paso en las intersecciones tanto a vehículos como peatones.

Finalmente, para evaluar el desempeño resultante, se utilizan variables operacionales como: capacidad, demanda, velocidad, tiempo de viaje, colas y demoras. La relación entre demanda y capacidad revela el grado de saturación, el tiempo de viaje y la demora sintetizan pérdidas de

eficiencia, la longitud de cola muestra los cuellos de botella y la velocidad promedio, comparada con la de flujo libre, demuestra el efecto de la congestión (Fernández y Dextre, 2011).

### **2.2.2. Categorías de seguridad vial**

La seguridad vial se puede analizar desde tres perspectivas diferentes. La seguridad nominal, que verifica el cumplimiento de las especificaciones geométricas y operativas especificadas en normas, y asume que su cumplimiento garantiza la protección total de los usuarios. En contraste, La seguridad sustantiva, hace énfasis en la recopilación de datos estadísticos de accidentes y propone ajustes en la infraestructura cuando la frecuencia o la gravedad supera lo previsto. Finalmente, la percepción de seguridad recoge la percepción subjetiva que experimentan los peatones y conductores, la cual cambia en función de la iluminación, el orden o experiencias pasadas. Esto puede inducir a las personas a evitar ciertos modos de transporte o incluso recorrer trayectos específicos (Dextre, 2010). El análisis conjunto de estas tres variables permite realizar un diagnóstico completo de los riesgos presentes en la red vial.

### **2.2.3. Definición y contexto de las auditorías de seguridad vial.**

Según Dextre et al. (2008), las auditorías de seguridad vial son revisiones sistemáticas realizadas por expertos con la finalidad de identificar a tiempo posibles riesgos y corregirlos antes de que puedan comprometer la seguridad de los usuarios. Dichas auditorías se pueden realizar desde la etapa de diseño hasta el inicio de su operación. Así también, según Aranda y Torres (2015), las auditorías de seguridad vial son poco conocidas en países subdesarrollados. En contraposición, los países desarrollados, las utilizan de manera efectiva y con resultados positivos en la reducción de accidentes.

### **2.2.4. Utilidad de las inspecciones de seguridad vial.**

Según Tello (2018), las inspecciones de seguridad son producto de una aplicación tecnológica de auditorías de seguridad vial en caminos ya existentes. Además, tiene como principal función detectar y corregir fallas de seguridad existentes, de manera que se consiga eliminar en su totalidad o mitigar la probabilidad y severidad de siniestros viales. Es por ello que una herramienta muy utilizada para la detección de fallas en la seguridad vial son las listas de chequeo.

### **2.2.5. Empleo de listas de chequeo.**

Según Aranda y Torres (2015), las listas de chequeo son importantes herramientas, utilizadas en las inspecciones de seguridad vial, para realizar una evaluación exhaustiva y consistente de la seguridad

en la infraestructura vial. Su importancia se debe a que garantizan la revisión total de aspectos críticos que puedan comprometer la seguridad peatonal o vehicular. Al final de dicho proceso, se realiza un reporte sobre elementos inseguros y se recomiendan medidas capaces de evitar la ocurrencia o, en su defecto, reducir la severidad del mismo.

En términos generales, las listas de chequeo tienen una estructura definida y está compuesta por categorías tales como: alineamientos, mobiliario vial, superficie de rodadura, intersecciones, objetos físicos, señalización vertical y horizontal (Tello, 2018).

### **2.3. Accesibilidad e inclusión en la infraestructura vial.**

Para que todas las personas puedan participar y desplazarse plenamente en los distintos espacios urbanos de una ciudad, independientemente de sus condiciones mentales o físicas, es necesario garantizar un diseño inclusivo de calles, plazas, edificios, vías y mobiliario urbano. Así también, se debe garantizar la accesibilidad debido a que es necesario una movilidad segura y sin obstáculos para las personas de movilidad reducida. De esta manera se pueden lograr diseñar ciudades más inclusivas y seguras para todo tipo de personas, sin importar su edad, sexo o condición (Huerta, 2007).

#### **2.3.1. Concepto de espacio público.**

El espacio público puede definirse como áreas de uso común que se deben de caracterizar por ser accesibles a toda la población, de manera que puedan ser utilizados sin restricciones o barreras físicas que dificulten la circulación o acceso de las personas. (Huerta, 2007). Una de las características para una ciudad saludable es que la ciudad debe estar “viva”. En ese sentido, el espacio público es un entorno muy importante, puesto que debe ser utilizado por todos los ciudadanos para interactuar entre sí, expresarse libremente y participar en actividades sociales recreativas independientemente de sus características físicas o mentales (Gehl, 2010).

#### **2.3.2. Definición de accesibilidad universal.**

En términos generales, la accesibilidad universal implica el desarrollo y uso de infraestructura urbana como calles, plazas o edificios teniendo en cuenta que las personas de movilidad reducida también necesitan usar dicha infraestructura. Es por ello que una accesibilidad integral asegura que todos los usuarios puedan ingresar, circular y utilizar todos los espacios y mobiliario urbanos de manera autónoma (Huerta, 2007). Además, Según Ortiz y Peña (2023), el concepto de derecho a la ciudad no se encuentra alejado en absoluto de la accesibilidad, ya que es un concepto basado en la justicia social y la accesibilidad a bienes o servicios. Así también, recalca que la falta de accesibilidad y

eficiencia del transporte público refuerza la segregación social y limita el ejercicio pleno del derecho a la ciudad.

### **2.3.3. Impacto en la movilidad urbana.**

Según Mattioli (2023), el concepto de accesibilidad complementa la movilidad urbana puesto que es un enfoque centrado en el potencial para acceder a un sitio específico por parte de las personas. Además, se considera que se remite a analizar los motivos subyacentes a la expansión de la ciudad desde una perspectiva enfocada en la estructura de las actividades realizadas en el espacio urbano. La accesibilidad universal contribuye favorablemente a la movilidad urbana al facilitar la autonomía y el tránsito libre de personas con discapacidad en espacios públicos. Lo cual fomenta la cohesión social e incrementa el acceso a mejores oportunidades para todos (Huerta, 2007).

### **2.3.4. Barreras físicas en el transporte y espacios públicos**

En muchas ciudades se pueden encontrar fácilmente barreras físicas en el transporte como en los espacios públicos. Estas barreras comprenden impedimentos como escalones, caminos estrechos o pendientes muy empinadas que impiden o dificultan el paso por parte de personas discapacitadas (Huerta, 2007). Según el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España (2002), afirma en el libro verde de la accesibilidad que no existe mejor manera para identificar barreras de accesibilidad que preguntarles a los usuarios que transitan constantemente por la vía pública, utilizan el mobiliario urbano o el transporte público. En general, el principal problema en los espacios públicos es el estrechamiento de acera a lo largo de una vía y, para el transporte público, es la relación acera/andén.

## **2.4. Fundamentos y parámetros esenciales para la microsimulación de intersecciones.**

El proceso de análisis y evaluación de intersecciones se considera fundamental para el correcto diseño de infraestructuras viales debido a que permite la mejora de tópicos relevantes como la accesibilidad, seguridad y eficiencia del flujo de tránsito. Es por ello que aparecen herramientas tecnológicas importantes como la microsimulación y el uso de softwares especializados, como el PTV VISSIM, que tienen como finalidad modelar todo tipo de escenarios posibles de manera que agiliza el planteamiento de mejoras y predice futuros problemas en la intersección. (Ceccarelli y Córdoba, 2021).

### **2.4.1. Número de semillas.**

El número de semilla es un valor genérico aleatorio que se utiliza para controlar los cambios de comportamiento del flujo de tránsito dentro del modelo de microsimulación. Este proceso tiene como finalidad representar la variabilidad del tráfico real de manera que se pueda asegurar la precisión de

los resultados y evaluar las mejoras propuestas para distintos casos de flujo vehicular o peatonal (Casas, 2023).

#### **2.4.2. Periodo de estabilización (Warm-up).**

Es importante aclarar que, al realizar la corrida del modelo simulado, para poder realizar mediciones, conteos o recolectar datos, se debe descartar los primeros minutos. Esto debido a que el modelo utilizará dicho tiempo para estabilizarse y reproducir las condiciones de flujo establecidas. Este periodo de estabilización garantiza que los resultados sean representativos del flujo asignado previamente (Ceccarelli y Córdova, 2021).

#### **2.4.3. Cantidad de corridas.**

Según Casas (2023), el número de corridas hace referencia a la cantidad de veces que la simulación es ejecutada de manera que se pueda obtener un resultado confiable. Esto resulta importante para el análisis de intersecciones puesto que, debido a la aleatoriedad de los comportamientos, cada corrida puede representar diferentes resultados. Dicha variabilidad permite tener un rango de resultados, los cuales deberán estar dentro del rango de confianza establecido. En general, se sugiere realizar al menos 15 corridas para asegurar una desviación estándar representativa y un adecuado rango de confianza.

#### **2.4.4. Asignación estática y dinámica.**

Según Ceccarelli y Córdova (2021), la asignación estática asume los patrones de comportamiento vehicular de manera fija y predeterminada. En comparación existe la asignación dinámica la cual permite la variación temporal del flujo vehicular de manera que busca adaptarse a las condiciones de la vía. Para el modelado de intersecciones complejas, la asignación dinámica resulta más eficaz debido a que proporciona un comportamiento más realista permitiendo que los usuarios de la vía tomen y adapten sus decisiones en base a las condiciones del entorno presentadas.

#### **2.4.5. Teoría de seguimiento vehicular.**

Según Ceccarelli y Córdova (2021), la teoría de seguimiento vehicular afirma que los conductores ajustan su velocidad y distancias respecto al comportamiento del auto que tienen enfrente. Este concepto resulta crucial para simular con alta precisión las dinámicas de flujo vehicular reales y resulta ventajoso para representar entornos de muy alta densidad de vehículos, así como en entornos de densidad variable.

#### **2.4.6. Calibración y validación.**

Existen dos etapas importantes dentro de la microsimulación, estas son calibración y validación. La primera es la etapa de calibración, se utiliza con la finalidad de ajustar los parámetros del modelo de manera que represente correctamente las condiciones observadas en el aforo durante la hora de flujo pico. Finalmente, una vez calibrado el modelo, se procede con la validación de manera que se pueda comprobar que dicho modelo calibrado funcione correctamente para otras condiciones de flujo recolectadas (Casas, 2023).

#### **2.4.7. Modelado con PTV VISSIM**

El programa de simulación PTV VISSIM es un software utilizado para modelar la composición y comportamiento del tránsito en intersecciones completas. Así también, permite incorporar el diseño geométrico de la intersección de manera que se pueda evaluar la interacción de los usuarios con el diseño geométrico y generar diversas propuestas de mejora. Este software permite realizar un profundo análisis sobre el comportamiento de los usuarios ante cambios de infraestructura en la intersección vial (Dowling et al.,2004).

#### **2.5. Normativas para el diseño de intersecciones**

En el aspecto normativo, el ministerio de transportes y comunicaciones establece algunos criterios necesarios para asegurar un flujo de tránsito seguro y eficiente para distintas las distintas zonas urbanas y rurales del Perú. Para ello, se redactaron manuales como el de diseño geométrico de carreteras, el de dispositivos de control de tránsito y el de seguridad vial. Dentro de los manuales se puede encontrar normativas para el correcto diseño y mantenimiento de calles, carreteras e intersecciones, de manera que sea garantizada la seguridad de todos los usuarios y el orden de las vías. (MTC, 2018).

##### **2.5.1. Señalización vertical y horizontal en la intersección vial**

Según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), la señalización vertical es importante para la organización del tráfico y la seguridad vial en la intersección, estas señales tienen como finalidad advertir, regular e informar a los usuarios de la vía sobre las normas y condiciones del tránsito. La efectividad de dichas señales depende de su visibilidad y ubicación, independientemente de las condiciones ambientales, y deben cumplir con las especificaciones de forma, color y material como se establece en el manual del MTC.

Por otro lado, la señalización horizontal hace referencia a las marcas en el pavimento, como las líneas de carril, flechas de dirección, líneas de detención y cruces peatonales. Dichas señalizaciones

tienen como finalidad orientar tanto a los vehículos como a los peatones, asegurando que el tráfico se desarrolle de forma segura y ordenada. Las marcas en el pavimento deben ser visibles y duraderas bajo diversas condiciones ambientales tales como noches lluviosas o con niebla. Además, deben de realizarse mantenimientos continuos para asegurar que las marcas se mantengan legibles y funcionales, lo que aportaría correctamente a la eficiencia y seguridad del flujo vehicular y peatonal (MTC, 2018)

### **2.5.2. Dimensionado de veredas**

Las aceras o veredas están destinadas para garantizar el desplazamiento de todas las personas, priorizando a las de movilidad reducida. En consecuencia, la pendiente transversal máxima deberá ser de 2% y, para garantizar su correcto dimensionamiento, debemos tomar en cuenta la colocación de mobiliario urbano, árboles y señalizaciones. Es por ello que, se estima que el ancho libre mínimo adecuado para estos casos sea de 1.20 m y debe de considerar una altura libre de obstáculos de 2.10 metros. Además, se deben delimitar claramente las zonas estipuladas para el tránsito vehicular del peatonal, a través de la generación de un desnivel y cambio de textura entre ambas superficies (Huerta, 2007).

### **2.5.3. Diseño de rampas**

Las dimensiones y características de las rampas varían respecto al tamaño de desnivel que desean abarcar. En ese sentido, los desniveles menores a 6 milímetros, se podrán hacer rectos y no necesitarán de una rampa. Aquellos desniveles que se encuentren entre 6 y 13 milímetros deberán solucionarse mediante el biselado de sus bordes a través de una pendiente no mayor de 1:2. Sin embargo, para desniveles mayores a 13 milímetros, se deberá solucionar mediante una rampa, la cual tendrá como mínimo un ancho de 90 centímetros entre sus muros limitantes. En caso la rampa tenga una longitud mayor a 15 metros, deberá dejar un ancho libre mínimo de 1.50 metros. Así también, dependiendo el desnivel encontrado, se exigen ciertas pendientes máximas presentadas a continuación (Huerta, 2007).

**Tabla 1:** Pendientes máximas recomendables según el desnivel a abordar en rampas

Desniveles	Pendiente máxima
25 cm	12 %
26 cm -75 cm	10 %
76 cm -1.20 m	8%
1.21 m a 1.80 m	6%
1.81 m a 2.00 m	4%
Mayores a 2.00 m	2%

Fuente: Huerta (2007)  
Elaboración propia

Estos criterios al ser comparados con estándares internacionales como el ADA Standard for Accessible Design (2010), queda en evidencia que las recomendaciones de Huerta (2007) permiten pendientes de hasta 12% para rampas cortas, mientras que el ADA restringe el límite máximo de pendiente para cualquier ruta accesible a 1:12 o 8.33%. En situaciones excepcionales y en edificaciones existentes, el ADA permite pendientes hasta de 1:10 pero nunca mayores a 1:8 y exclusivamente para desniveles pequeños 150 mm máximo. Esta diferencia encontrada refleja un enfoque mucho más exigente y orientado a garantizar la accesibilidad universal.

**Tabla 2:** Comparación de pendientes máximas recomendables según el ADA (2010) y Huerta (2007)

Desnivel Abordado	Huerta (2007)	ADA Standards (EEUU, 2010)	Comparativa
Hasta 0.25 m	12%	$\leq 8.33\%$ (1:12)	ADA es más exigente
0.26 m - 0.75 m	10%	$\leq 8.33\%$ (1:12)	ADA es más exigente
0.76 m - 1.20 m	8%	$\leq 8.33\%$ (1:12)	Valores similares
1.21 m - 1.80 m	6%	$\leq 8.33\%$ (1:12)	Huerta es más exigente
1.81 m - 2.00 m	4%	$\leq 8.33\%$ (1:12)	Huerta es más exigente
Más de 2.00 m	2%	$\leq 8.33\%$ (1:12)	Huerta es más exigente
Excepciones	No aplica	De 1:10 - 1:8 solo para $\leq 150$ mm (en edificios existentes)	ADA define claramente cuando se permiten mayores pendientes.

Fuente: Huerta (2007) y ADA (2010)

#### **2.5.4. Medidas para cruces peatonales**

Los cruces peatonales, el trayecto existente entre aceras, debe estar libre de obstáculos. Además, los desniveles existentes entre la calzada y la vereda deberán ser bien servidos por rampas que coincidan con el cruce peatonal. En caso de la existencia de bermas centrales o medianas, estas deberán tener cortes de un ancho mínimo de 90 cm y deberán rebajarse al nivel de la calzada para permitir el cruce de personas en silla de ruedas (Huerta, 2007). Así también, según el manual de diseño urbano de la municipalidad de Lima (2022), las líneas paralelas deberán ser de color blanco y su espesor será de 0.50 metros al igual que su separación entre sí. Del mismo modo, el ancho mínimo del cruce peatonal será de 3.00 metros, deberá ser perpendicular al flujo peatonal y precedido por la línea de pare la cual se ubicará a una distancia mínima de 1 metro.

#### **2.5.5. Dimensionado y ubicación de paraderos**

Los paraderos de bus deberán ubicarse de manera que no obstaculicen la circulación peatonal. Para garantizar dicha circulación se deberá dejar un ancho mínimo de 1.20 metros libres de obstáculos. En caso consideren techos o elementos de altura deberán encontrarse por encima de los 2.10 metros de altura. Así también, deberá dejarse un espacio libre que permita la estancia cómoda de una persona en silla de ruedas (Huerta, 2007).

#### **2.5.6. Anchos de carril**

Según el manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005), el ancho recomendable de carril se encuentra entre 3 a 3.60 metros. Sin embargo, este ancho dependerá de la clasificación a la cual pertenezca la red vial tal cual se muestra a continuación.

**Tabla 3:** Dimensiones geométricas y velocidad recomendada según tipo de vía

Clasificación de vías	Velocidad (Km/h)	Ancho recomendado (m)	Ancho mínimo (m)	Ancho de dos carriles juntos (m)
Local	30-40	3.00	2.75	6.50
	40-50	3.30	3.00	6.50
Colectora	50-60	3.30	3.25	6.75
	60-70	3.50	3.25	6.75
Arterial	70-80	3.50	3.50	7.00
	80-90	3.60	3.50	7.25
Expresas	90-100	3.60	3.50	-

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005)  
Elaboración propia

### 2.5.7. Islas de refugio peatonal

Según el manual de diseño urbano de la municipalidad de Lima (2022), se definen como áreas situadas entre los carriles y tienen como finalidad actuar de refugio para los peatones al crear un cruce de dos etapas de manera que se pueda asegurar un cruce más fácil y seguro. Es recomendable utilizarlo cuando los peatones tengan que cruzar más de 3 carriles. Estos refugios deben ser suficientemente amplios, se recomienda una profundidad de al menos 1.80 metros. Sin embargo, es preferible una distancia de 2.40 metros. Así también, deben estar a nivel de la calle, iluminados, señalizados y protegidos a través de bolardos a una distancia no menor de 1 metro. Estos refugios deberán tener una punta que se extienda más allá del cruce peatonal de manera que sirva como protección y reduzca la velocidad de giro de los vehículos que transiten por la zona.



## **Capítulo 3. Metodología**

Para abordar los objetivos de este estudio, se empleó una metodología de enfoque mixto, combinando herramientas cualitativas y cuantitativas. Además, se siguió un enfoque estructurado en pasos secuenciales, comenzando por la delimitación del área de influencia para recolectar los datos de tráfico vehicular y peatonal. Se definieron las rutas principales de acceso y salida, así como la ubicación de los puntos de cruces peatonales circundantes. Luego, se programó el trabajo de campo, incluyendo el uso de drones, y por medio de observaciones manuales se realizó el registro de aforo vehicular y peatonal. Así también, se utilizó una lista de chequeo para poder reconocer correctamente las deficiencias en términos de accesibilidad para los peatones. Posteriormente, los datos recolectados fueron procesados y organizados, lo que permitió construir el modelo de microsimulación en PTV VISSIM. Este modelo se calibró utilizando los datos registrados y acto seguido se validó con información adicional que se rescató en un día distinto, pero bajo otras condiciones de flujo. Luego, con el modelo calibrado y validado, se modelaron y simularon escenarios de mejora, que fueron evaluados según indicadores anteriormente revisados en la lista de chequeo. Esto se realizó para finalmente obtener y analizar los resultados de nuestro parámetro de eficiencia evaluado, en este caso, el tiempo de viaje vehicular y peatonal.

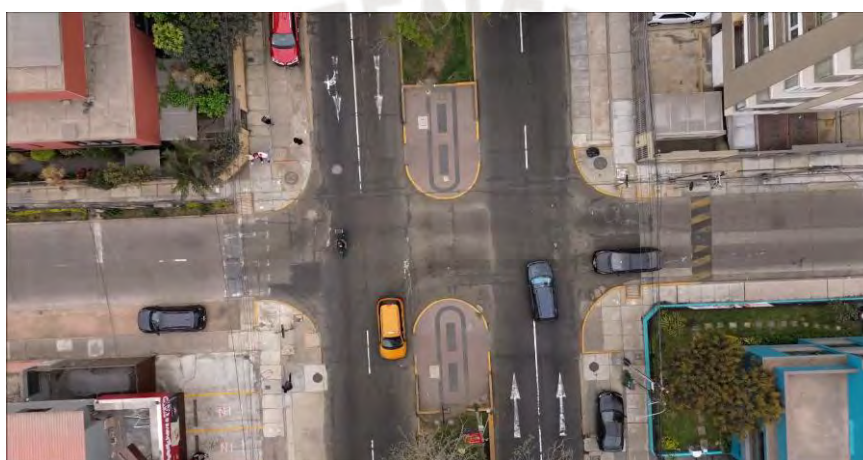
**Tabla 4:** Pasos metodológicos a seguir

Pasos Metodológicos
1. Definición del alcance
2. Recolección de data
3. Procesamiento Inicial
4. Modelado base
5. Calibración y validación
6. Propuesta y modelado de mejora
7. Análisis de resultados

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1. Selección de la intersección

La elección de la intersección entre la Avenida Manuel Cipriano Dulanto y la calle Carlos Vidal se basa en varios factores clave relacionados a la seguridad vial y a problemas de congestión vehicular. En primer lugar, esta intersección se encuentra en una de las principales avenidas del distrito de Pueblo Libre, lo que resulta en un alto flujo vehicular. Durante las horas punta, es común que esta zona esté congestionada, lo que puede dificultar la movilidad tanto de los vehículos como de peatones. Además, la infraestructura vial actual presenta deficiencias, como cruces peatonales inseguros. Estas condiciones pueden afectar la seguridad y comodidad de los usuarios, especialmente de los peatones. Por último, la selección de esta intersección busca abordar la necesidad de mejorar la accesibilidad y la seguridad vial, proporcionando un entorno más eficiente y seguro para todos los usuarios.



**Figura 1:** Interacción Manuel Cipriano Dulanto con calle Carlos Vidal

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2. Recolección de Datos

Para realizar la recolección de datos de campo en la intersección analizada, se utilizó un dron. Esta herramienta permitió obtener grabaciones continuas de toda la intersección y del área de influencia seleccionada por un rango de aproximadamente 25 minutos. Las grabaciones se llevaron a cabo el sábado 26 de octubre de 3:00 pm a 3:23 pm y el jueves 31 de octubre de 5:00 pm a 5:27 pm, días en los cuales se recolectó valores necesarios para el presente estudio como: el tiempo de viaje y el volumen vehicular y peatonal. Los datos recolectados en ambos días fueron necesarios para llevar a cabo la calibración y validación del modelo de microsimulación que se generó en el software PTV VISSIM 25. El control de datos se llevó a cabo mediante observaciones que se realizaron en el video, este registro se consolidó en hojas de cálculo para su posterior análisis en un modelo de microsimulación.

### 3.2.1. Equipos y Herramientas de Medición

Para la recolección de datos en el análisis de la intersección de las Avenidas Manuel Cipriano Dulanto y la Calle Carlos Vidal, se utilizó un dron como principal herramienta. Este dispositivo permite capturar imágenes aéreas y videos en tiempo real de alta resolución para realizar el aforamiento. Gracias a este instrumento, se facilitó el registro completo del flujo vehicular y peatonal desde una perspectiva elevada, asegurando precisión en el conteo y la clasificación de vehículos, así como en la identificación de patrones de tráfico.



**Figura 2:** Dron Dji mini 4 pro

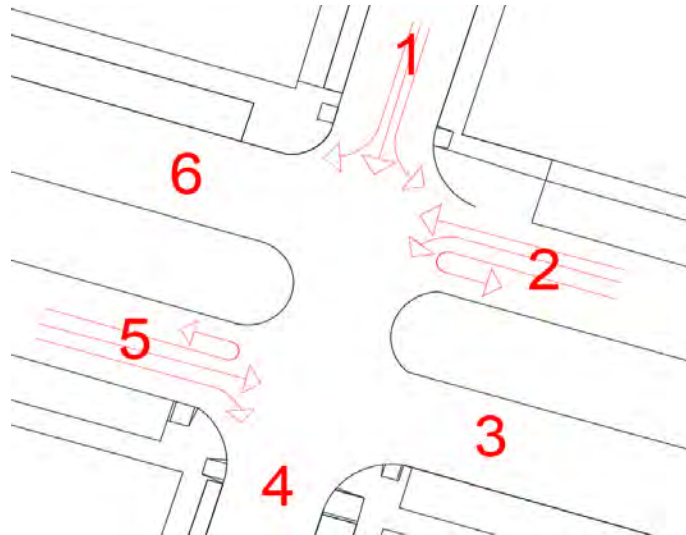
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2. Aforo vehicular y Peatonal

Las imágenes insertadas ilustran los patrones de movimiento vehicular y peatonal identificados en la intersección de estudio. Para los vehículos, se trazaron líneas que representan los movimientos permitidos: rectos, giros a la izquierda, giros a la derecha y giros en U en cada acceso de la intersección. Estas líneas, que se presentan en la figura 3, reflejan los flujos de entrada y salida según las características de la intersección. El objetivo de estos trazos fue delimitar con precisión los movimientos y rutas, para realizar los conteos vehiculares de manera más ordenada y precisa.

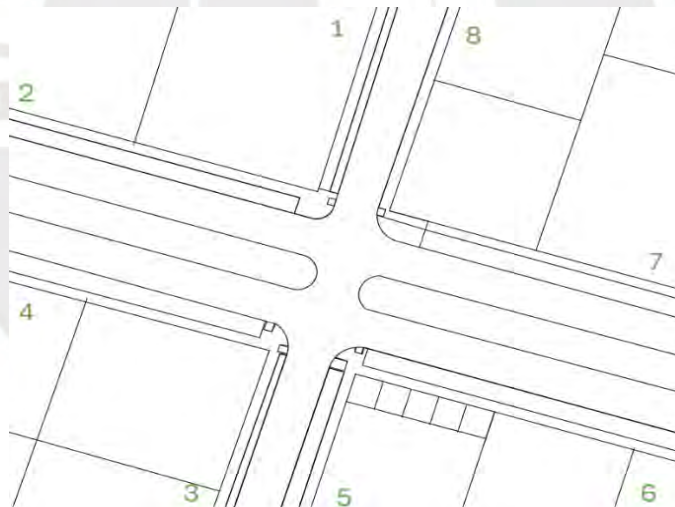
Por otro lado, las líneas de movimiento peatonal muestran las trayectorias más comunes de los peatones que cruzan en cada esquina o acceden a las veredas, tal como se puede observar en la figura 4, la cual se definió a partir de la observación directa de los movimientos que realizan los peatones dentro de la intersección. Con esta delimitación, es que se procedió a realizar el aforamiento de peatones, el cuál fue de ayuda para la realización de las líneas de tendencia, así como los puntos de conflictos entre ellos, así como cruces no señalizados. Este análisis fue de suma importancia para la evaluación de seguridad del peatón y puntos de interés que fueron usados para la propuesta de mejora

dentro de la intersección.



**Figura 3:** Puntos de O-D vehicular en la intersección de Manuel Cipriano Dulanto con Calle Carlos Vidal.

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4:** Puntos de O-D peatonal en la intersección de Manuel Cipriano Dulanto con Calle Carlos Vidal.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.3. Registros y Control de Datos

El registro y control de datos fueron fundamentales para garantizar la precisión de la información recolectada. La data fue recolectada por medio de dos plantillas, la primera, la cuál es la figura 5, representa la plantilla para la recopilación de datos del flujo vehicular de la intersección, en la cual

se muestra la figura de los movimientos realizados desde los puntos de origen hasta su respectivo destino, teniendo en cuenta la enumeración de la figura 3. Asimismo, para la recopilación de datos del aforo peatonal, se usó la plantilla presentada en la figura 6, en la que se realizó el conteo considerando la enumeración de origen destino de la figura 7. Los conteos peatonales se realizaron por medio del video que grabó el dron de los movimientos dentro de la intersección, en este caso 27 minutos para el día jueves y 23 minutos para el día sábado, del mismo modo, los conteos vehiculares se realizaron durante este intervalo de tiempo, segmentando los datos por tipos de vehículos, tal como se puede apreciar en la figura 8. Este método, permitió observar patrones específicos en los horarios de mayor demanda.

El registro y control de datos se realizó mediante el conteo del video que se realizó por medio del dron, estos datos fueron consolidados en tablas de Excel. El conteo se realizó observando el video para cada uno de los orígenes principales de donde parten las líneas de flujo, es decir, punto 1, 2 y 5, este procedimiento asegura la confiabilidad de los registros de los datos. De igual manera, para el aforamiento de los peatones, se observó el video de manera única para este registro, para asegurar la confiabilidad

PERIODO	5:45-6:00						TOTAL	UND
SENTIDO	TIPO DE VEHÍCULO							
	AUTOS	MOTOS	BICICLETAS	BUSES	CAMIONES	COASTERS		
1-4.								
1-3.								Veh/h
1-6.								
2-6.								
2-4.								Veh/h
2-3.								
5-4.								
5-3.								Veh/h
5-6.								

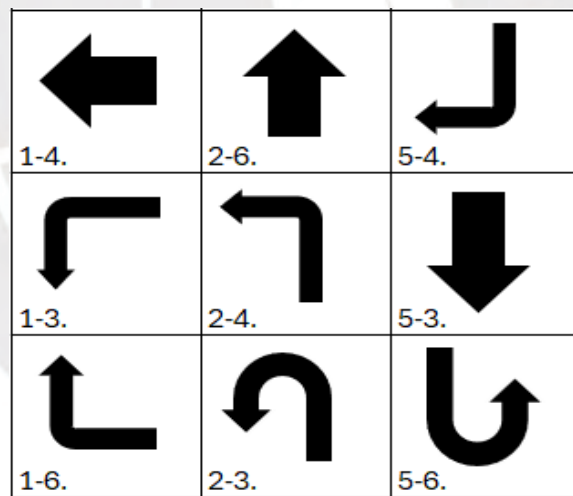
**Figura 5:** Plantilla para aforamiento vehicular

Fuente: Elaboración Propia

PERIODO	12-1PM
SENTIDO	LÍNEA DE TRAZADO PEATONAL
1-2.	
2-1.	
1-3.	
3-1.	
3-4.	
4-3.	
3-5.	
5-3.	
5-6.	
6-5.	
6-7.	
7-6.	
7-8.	
8-7.	
8-1.	
1-8.	

**Figura 6:** Plantilla para aforamiento peatonal

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 7:** Movimientos realizados en la intersección

Fuente: Elaboración Propia

TIPO DE VEHÍCULO					
AUTOS	MOTOS	BICICLETAS	BUSES	CAMIONES	COASTERS

**Figura 8:** Vehículos que transitan dentro de la intersección

Fuente: Elaboración Propia

### **3.3. Variable de Estudio y Fuentes de Información**

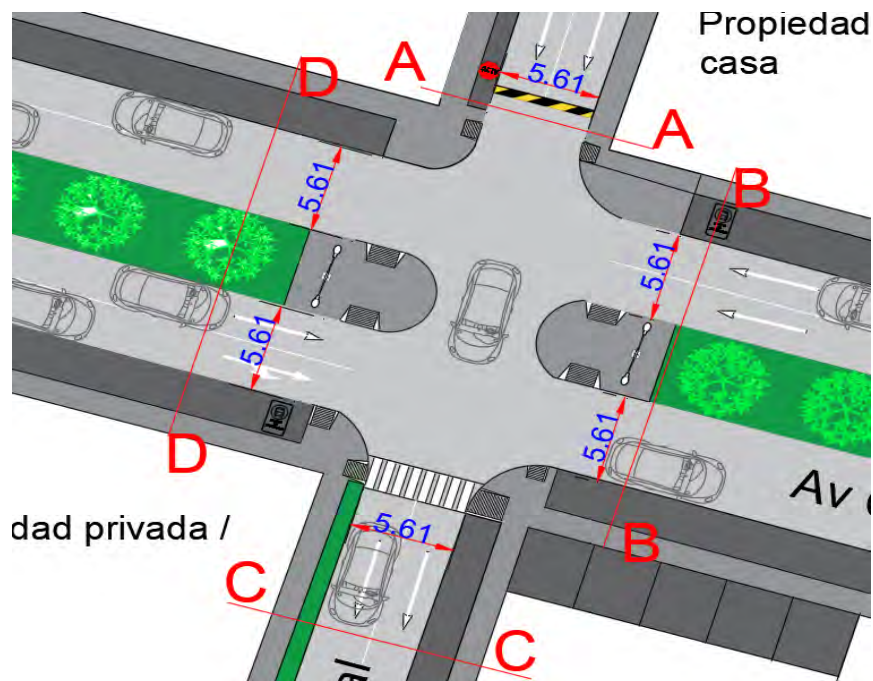
Las variables de estudio y las fuentes de información fueron seleccionadas para evaluar las condiciones actuales de tráfico vehicular y peatonal en la intersección, así como para fundamentar las propuestas de mejora basadas en los criterios normativos.

#### **3.3.1. Definición de Variables**

Las variables fueron definidas para evaluar el comportamiento de los flujos vehiculares y peatonales, así como la funcionalidad de la infraestructura actual. Respecto al flujo vehicular, se consideró el volumen vehicular, que clasifica la cantidad de vehículos por tipos, tal y como se pudo apreciar en la figura 8, que ingresan o salen en cada dirección dentro de la intersección. Además, se analizaron los movimientos permitidos, tales como los desplazamientos rectos y giros, estos se encuentran a detalle en la figura 7, con el objetivo de entender el uso de cada carril. También, se calcularon los tiempos de viaje, ya que estos factores fueron esenciales para determinar la saturación actual en la intersección.

Respecto al flujo peatonal, se estudió el volumen peatonal, registrando el número de personas que cruzan en cada esquina, así como sus movimientos más utilizados para trasladarse dentro de la intersección. Además, la realización de la lista de chequeo permitió evaluar el nivel de accesibilidad en la que se encuentra la intersección, considerando aspectos como la presencia de rampas y pasos peatonales seguros.

Finalmente, las variables de infraestructura incluyeron la geometría vial, como el número de los carriles y las dimensiones de estos, también las dimensiones de las veredas, la señalización y semaforización, evaluando la ubicación y el estado de estos. Además, se evaluó las condiciones de accesibilidad universal, ya que es esencial para garantizar un diseño inclusivo y seguro para todos los usuarios.



**Figura 9:** Geometría de la intersección

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.2. Herramientas de Información

Los datos fueron recolectados utilizando un dron que grabó la intersección desde un punto elevado tal y como se puede apreciar en la figura 10, que capturó, de manera clara y precisa, los flujos vehiculares y peatonales. Este enfoque aéreo proporcionó una vista integral de la intersección, lo que permitió el análisis entre la interacción entre vehículos y peatones. Como se comentó anteriormente, estas grabaciones fueron realizadas bajo diferentes condiciones de flujo y en horarios distintos, la primera fue en un horario donde se puede apreciar un flujo normal, mientras que la otra se realizó en un horario de alta demanda en la intersección.

Los datos obtenidos incluyeron el conteo por vehículos clasificados según su dirección de movimiento y el tipo de vehículos, tal y como se aprecia en la figura 5, así como el conteo de peatones que cruzaban cada esquina. Además, se registraron las trayectorias predominantes de los usuarios, es decir, las líneas de tendencias, que es por donde los usuarios más transitan. Además de los datos obtenidos en campo, el análisis se complementó con información normativa y técnica relevante, como el Manual de Diseño de diseño urbano inclusivo del MTC.



**Figura 10:** Vista aérea de la intersección capturada por un dron

Fuente: Elaboración Propia

### **3.4. Análisis de Datos y Microsimulación**

En este apartado se detalló el proceso de análisis y simulación del tráfico vehicular y peatonal en la intersección de la Av. Manuel Cipriano Dulanto con la calle Carlos Vidal. El objetivo principal fue evaluar las condiciones actuales de operación, así como identificar los problemas existentes y proponer soluciones mediante el uso de microsimulación por medio del software PTV VISSIM. Este software permitió modelar el comportamiento actual de tráfico en la intersección, bajo diferentes configuraciones y analizar los tiempos de viaje.

El análisis incluyó la construcción de un modelo base que representó las condiciones actuales de la intersección. A partir de este modelo, se simularon diversos escenarios para evaluar el impacto de las propuestas de mejora en términos de movilidad y seguridad vial. Finalmente, se compararon los resultados de tiempo de viaje vehicular y peatonal de los escenarios base y mejorado, para determinar la viabilidad del escenario de mejora y así elegir si la opción propuesta es la óptima para la intersección.

#### **3.4.1. Construcción del Modelo en PTV VISSIM**

La construcción del modelo en PTV VISSIM permitió replicar las condiciones reales de la intersección de estudio. Este proceso incluyó desde la creación de la geometría vial hasta la configuración de parámetros específicos de tráfico vehicular y peatonal. Este proceso consistió en varias fases interrelacionadas que incluyeron la definición de la geometría vial, la configuración de flujos vehiculares y peatonales, y el establecimiento de reglas de tráfico y semaforización. Cada etapa se diseñó de manera meticulosa para garantizar que se represente de manera precisa lo

observado en campo y así, posteriormente, presentar un buen análisis sobre lo observado en la intersección.

#### **3.4.1.1. Importación y definición de geometría actual**

Inicialmente, se importó la planimetría de la intersección desde Google Earth a través de la página de internet “Cadmapper” y se procesó en AutoCAD para realizar los ajustes necesarios. Aunque se utilizó esta herramienta como base para delimitar el área de estudio, las medidas de la intersección se verificaron manualmente. Para ello, se realizó una visita de campo en la que se empleó la aplicación “Medición” disponible en los dispositivos de Apple, lo que permitió obtener dimensiones precisas de los carriles mientras que, para las veredas, estas fueron medidas con cinta métrica. La geometría de la intersección se trazó considerando las vías principales (Avenida Manuel Cipriano Dulanto) y las vías secundarias (Calle Carlos Vidal), definiendo el número de carriles y dimensiones de las veredas. Además, en este análisis, se incorporaron elementos peatonales como cruces peatonales, reductores de velocidad, y áreas de espera que se encuentran en la Avenida Manuel Cipriano Dulanto.

#### **3.4.1.2. Rutas vehiculares y peatonales**

Posteriormente, se configuraron las rutas vehiculares y peatonales. En el caso de los vehículos, se ingresaron los movimientos permitidos como desplazamientos rectos, giros a la derecha, giros a la izquierda y vuelta en U, estos movimientos se pueden apreciar en la figura 5. Las rutas peatonales se trazaron a partir de las áreas de origen y destino más comunes, estas fueron identificadas a partir de los datos que se registraron en el aforo.

#### **3.4.1.3. Volúmenes de tráfico**

En cuanto a los volúmenes de tráfico, se incorporaron los datos de los aforos vehiculares y peatonales realizados. Los volúmenes vehiculares, como se explicó previamente en el apartado de registro de datos, se clasificaron según el tipo de vehículos (autos, motos, bicicletas, camiones, buses y cúster) y la dirección de movimiento. Por otro lado, la configuración peatonal incluyó la definición de áreas de origen y destino, junto con la asignación de demandas específicas para cada trayectoria. Esta información permitió evaluar la interacción y los posibles conflictos en los cruces peatonales.

#### **3.4.1.4. Semáforos y reglas de prioridad**

Aunque la intersección actualmente no cuenta con semáforos, en el modelo de microsimulación para la situación mejorada, se implementó un ciclo semaforico de 60 segundos diseñado en función de los volúmenes vehiculares registrados durante el aforo. Este modelo permitió simular cómo un sistema semaforico podría mejorar el flujo vehicular. Se priorizaron los movimientos con mayor demanda y se configuraron reglas de prioridad en accesos con giros conflictivos, como giros en U, para evitar colisiones. Además, se consideró retirar el reductor de velocidad que existe en la calle

Carlos Vidal cerca al cruce peatonal, porque resultaría incongruente la existencia de un reductor de velocidad en una intersección que ya se encuentra semaforizada.

#### **3.4.1.5. Validación inicial del modelo**

Esta etapa consistió en realizar simulaciones preliminares para verificar que los volúmenes, rutas y comportamientos configurados coincidieran con las condiciones reales registradas en la intersección. Durante este proceso se prestó especial atención a los conectores entre vías, garantizando que los giros registrados se desarrollaran sin interrupciones ni colisiones. Además, también se verificaron las reglas de prioridad en los giros libres, para reflejar el comportamiento real de los conductores. Por último, se corroboró que las interacciones entre usuarios (vehículos y peatones) se desarrollara de manera adecuada, ajustando las velocidades y tiempos de reacción en caso se detecten anomalías.

#### **3.4.2. Escenarios de Simulación**

Los escenarios de simulación representaron diferentes configuraciones de la intersección con el fin de analizar el impacto de las mejoras propuestas en la movilidad y seguridad vial. Este apartado incluye el modelo base, el cuál replicó las condiciones actuales, y los escenarios propuestos, que incorporaron cambios en la infraestructura y en la distribución del flujo de tráfico.

##### **3.4.2.1. Escenario Base**

El escenario base se construyó a partir de los datos recolectados en campo y representó las condiciones actuales de la intersección. Este modelo, como se explicó en el apartado de construcción del modelo en VISSIM 25, incluyó la geometría vial existente y los volúmenes vehiculares y peatonales observados durante el aforo. En este modelo, se configuraron los movimientos permitidos, que fueron observados durante el registro de datos. Además, se incluyeron las rutas peatonales más transitadas, estas fueron definidas a partir de los registros del aforamiento de peatones. En este escenario se evaluó el tiempo de viaje vehicular y peatonal. Esto permitió identificar los puntos críticos de la intersección, como zonas de conflicto.

##### **3.4.2.2. Escenarios Propuestos**

Esta etapa es fundamental en el desarrollo del proyecto, ya que consistió en plantear y configurar modificaciones en la infraestructura y los sistemas de control de tráfico de la intersección de previo estudio. Estas propuestas tuvieron como principal objetivo optimizar los resultados observados en el modelo base, resolviendo los problemas de congestión, tiempos de viaje y dificultades de accesibilidad identificadas en las condiciones actuales. Las propuestas se simularon utilizando el software PTV VISSIM 25 para evaluar su impacto en los indicadores clave de movilidad y

determinar las configuraciones más efectivas para la intersección.

### **3.4.3. Análisis y comparación de Resultados**

En esta etapa, se simuló el desempeño del escenario base y de las configuraciones propuestas en PTV VISSIM 25 con el objetivo de evaluar el impacto de las modificaciones planteadas en los indicadores clave de la intersección. Cada simulación permitió replicar las condiciones de operación bajo diferentes configuraciones y proporcionó los datos necesarios para realizar un análisis comparativo.

Para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados, se realizaron múltiples corridas para cada escenario. Estas corridas incluyeron variaciones aleatorias en los volúmenes vehiculares y peatonales, representando diferentes condiciones de tráfico posibles. Los datos obtenidos en estas simulaciones se analizaron y organizaron para identificar cambios en el tiempo de viaje, longitudes de cola, velocidades promedio y niveles de servicio.

### **3.5. Flujo de Tratamiento de la Información**

El flujo de tratamiento de la información en este estudio se estructuró para garantizar que los datos obtenidos durante las simulaciones en PTV VISSIM fueran procesados de manera eficiente, organizados adecuadamente para su análisis y posteriormente utilizados para generar los escenarios propuestos. A continuación, se detallan las etapas específicas del flujo de tratamiento, desde el procesamiento inicial de los datos hasta la generación de informes finales.

#### **3.5.1. Procesamiento de Datos Inicial**

En esta etapa, los datos obtenidos durante el aforo con el dron fueron organizados y verificados para ser utilizados en el modelo de microsimulación. Los tiempos de viaje vehicular, que ya se habían calculado a partir de las grabaciones del video, fueron consolidados en tablas para cada acceso y tipo de usuario. Además, se organizaron por tipo de vehículo y categoría de usuario (peatones y vehículos). También, en esta etapa se incluyó la revisión de los volúmenes de tráfico y las rutas peatonales definidas a partir de los registros de video, con el fin de garantizar que la información fuera coherente y lista para ser integrada en el modelo de simulación en PTV VISSIM.

#### **3.5.2. Integración de Datos en el Modelo de Microsimulación**

En esta etapa, los datos procesados durante el aforo y el procesamiento inicial fueron integrados al modelo de microsimulación en PTV VISSIM. El objetivo principal de esta integración fue asegurar que el modelo representara con precisión las condiciones reales de tráfico y el comportamiento peatonal en la intersección de estudio, utilizando los datos obtenidos del aforo realizado con el dron. Para comenzar con la integración, los volúmenes vehiculares y peatonales, junto con las rutas

definidas, fueron ingresados en el software. Esta información fue utilizada para ajustar las tasas de llegada de los vehículos en cada acceso de la intersección, asegurando que el modelo reflejara de manera precisa los patrones de tráfico observados. Para garantizar que el modelo de simulación fuera coherente con las condiciones reales, se revisó cuidadosamente la distribución de los volúmenes de tráfico a través de los accesos principales y secundarios. Finalmente, se realizaron simulaciones preliminares para validar que la integración de los datos fuera la adecuada, observando el comportamiento del tráfico en tiempo real y ajustando el modelo en función de los resultados obtenidos.

### **3.5.3. Generación de Escenarios de Simulación**

Primero, se configuró el escenario base, que replicaba las condiciones actuales de la intersección con los datos recolectados durante el aforo, incluidos los volúmenes vehiculares y peatonales, así como los tiempos de semáforos observados. Este escenario sirvió como referencia para comparar los efectos de las modificaciones propuestas.

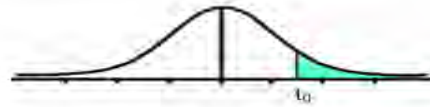
A continuación, se crearon los escenarios propuestos, los cuales incluyeron diversas modificaciones en la intersección con el objetivo de la mejora del flujo vehicular y la seguridad peatonal. Cada uno de los escenarios fue configurado en PTV VISSIM, incorporando las modificaciones específicas y ajustando los parámetros de semáforo con los volúmenes de tráfico observados. Finalmente, las simulaciones fueron realizadas para evaluar el impacto de las modificaciones en los indicadores clave, como los tiempos de viaje y las longitudes de cola.

### **3.5.4. Análisis de Resultados y Comparación de Escenarios**

En esta etapa, se analizaron y compararon los resultados obtenidos de las simulaciones del escenario base y los escenarios propuestos. El objetivo fue evaluar el impacto de las modificaciones en indicadores clave como los tiempos de viaje vehicular y peatonal. Los resultados se organizaron en tablas y gráficos para facilitar la comparación de escenarios. Se evaluó la mejora de tiempos de viaje vehiculares y peatonales.

Con la finalidad de verificar si se logró obtener una diferencia estadísticamente significativa entre los escenarios, se aplicó una prueba tipo T de Student para muestras independientes. Para la cual se consideró un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ) como se observa en la figura 11. Previamente se realizó el cálculo del valor P, el cual actuó como un indicador de probabilidad para rechazar la hipótesis nula si es menor al valor 0.05.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500

Figura 11: Tabla T de student

Fuente: Pontificia Universidad Católica del Perú

En este caso, se planteó la hipótesis nula ( $H_0$ ): No existe diferencia significativa entre los tiempos de viaje del escenario base y el propuesto. Se planteó para la hipótesis alternativa ( $H_1$ ): Existe una diferencia significativa entre los tiempos de viaje, siendo el escenario propuesto el mejor.

### 3.5.5. Generación de Informes y Visualización de Resultados

En esta etapa, se generaron los informes finales que resumieron los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas en diferentes escenarios. El objetivo fue presentar de manera clara los hallazgos más relevantes, facilitando la interpretación de los datos para las siguientes fases del proyecto.

## **Capítulo 4. Diagnóstico de la intersección**



Este capítulo presenta los resultados obtenidos durante las jornadas de aforamiento a través del dron realizadas en la intersección de la avenida Manuel Cipriano Dulanto con la calle Carlos Vidal. A través del aforamiento vehicular y peatonal, se buscó caracterizar el funcionamiento actual de la intersección, en condiciones reales de operación. La recolección de datos se llevó a cabo en dos fechas distintas: un día jueves, durante hora punta de 5:00 pm a 5:27 pm, como fecha de calibración y un día sábado en la tarde, como fecha de validación, de 3:00 pm a 3:23 pm, permitiendo así contrastar el comportamiento del flujo según el tipo de día. Los datos obtenidos permiten no solo describir la situación actual de la intersección, sino que también identificar los puntos con mayor interacción entre peatones y vehículos, y las zonas donde se evidencian condiciones operativas críticas. Adicionalmente, durante la visita a campo se identificó deficiencias mediante una lista de chequeo detallada, como la falta de señalización, rampas obstruidas, paraderos informales, veredas y pistas desgastadas, entre otros. Estos aspectos complementan el análisis técnico y refuerzan la necesidad de una mejora en la infraestructura vial.

#### **4.1. Observación directa y caracterización del entorno**

Durante la inspección por observación directa realizada en la intersección de las avenidas Cipriano Dulanto y Carlos Vidal, se aplicó una lista de chequeo específica adjunta en anexos. Esta fue inspirada en la del manual de seguridad vial 2017 del ministerio de transportes y comunicaciones MTC y fue realizada con la finalidad de evaluar aspectos relacionados a la señalización, geometría vial, infraestructura peatonal, mobiliario urbano y seguridad vial de la intersección para su correcta caracterización y evaluación de actividades de estancia.

##### **4.1.1. Caracterización del entorno mediante observación directa**

Durante la inspección en campo se observó el entorno vial, donde los peatones enfrentan dificultades que comprometen su seguridad. Estas dificultades son la ausencia total o desgaste de pasos peatonales demarcados, vallas o rampas alineadas, veredas estrechas, y ausencia de podotáctiles, lo que les obliga a realizar cruces informales y los expone al riesgo, especialmente por la pésima visibilidad nocturna y la ausencia de bolardos en la mediana. Por su parte, los vehículos particulares generaban desorden en la intersección al realizar giros en U que provocan entrecruzamiento. Además, los conductores no reducían la velocidad pese a encontrarse en cercanías a un colegio. Esta situación se vio agravada por la ausencia de señalización, reductores de velocidad o semáforos. Así también, el transporte público estaba compuesto aproximadamente por 7 líneas diferentes de buses los cuales, si bien no obstaculizan la visibilidad al resto de usuarios de la intersección, carecen de señalización y regulación en su operación lo cual afecta la correcta organización del flujo vehicular. El tráfico de carga era muy ligero, relegado únicamente a los procesos de carga y descarga de productos para la tienda Oxxo sin algún horario regulado. Las motociclistas circulaban

constantemente utilizando casco y, aunque no existían facilidades específicas para este tipo de transporte privado, no se detectaron graves conflictos asociados.

#### 4.1.2. Aplicación de listas de chequeo y evaluación de la intersección

Respecto a la señalización vertical, se identificó que la intersección cuenta apenas con una señal de “PARE” como se muestra en la figura 12, sin mensajes de restricción de giros o velocidad, a pesar de encontrar un colegio en las cercanías de la misma. Los postes metálicos se encuentran oxidados y doblados, no cuentan con barreras de protección alguna y la capacidad reflectante de las láminas no se llega a percibir debido a la suciedad impregnada a la señal. En términos generales, las señalizaciones verticales encontradas presentaban un estado físico deficiente y una dotación escasa que dificultaba la comprensión por parte de los conductores y peatones.



**Figura 12:** Señalización vertical encontrada durante inspección

Fuente: Propia

Respecto a la señalización horizontal, las líneas de parada no se encuentran visibles en la intersección, tampoco existen demarcación de carriles ni flechas que indiquen la dirección del flujo vehicular o se encuentra en pésimo estado como se muestra en la figura 13. La pintura presentaba un alto grado de desgaste por lo cual su visibilidad diurna y nocturna son bajas y apenas se distinguía. No se observaron tachas reflectivas y el pavimento no contaba con marcas de guiado como se muestra en la figura 14. Esto generó un descontrol y desconcierto a la hora de abordar la intersección de manera que los peatones y vehículos circulaban sin referencias claras sobre las prioridades de paso y su posición.



**Figura 13:** Desgaste en la señalización horizontal de la avenida principal

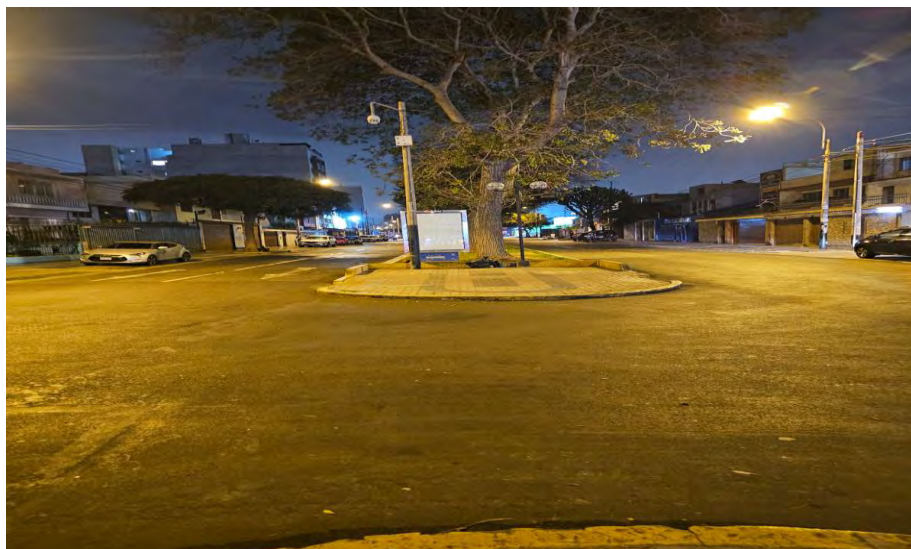
Fuente: Propia



**Figura 14:** Falta de señalización horizontal en la intersección

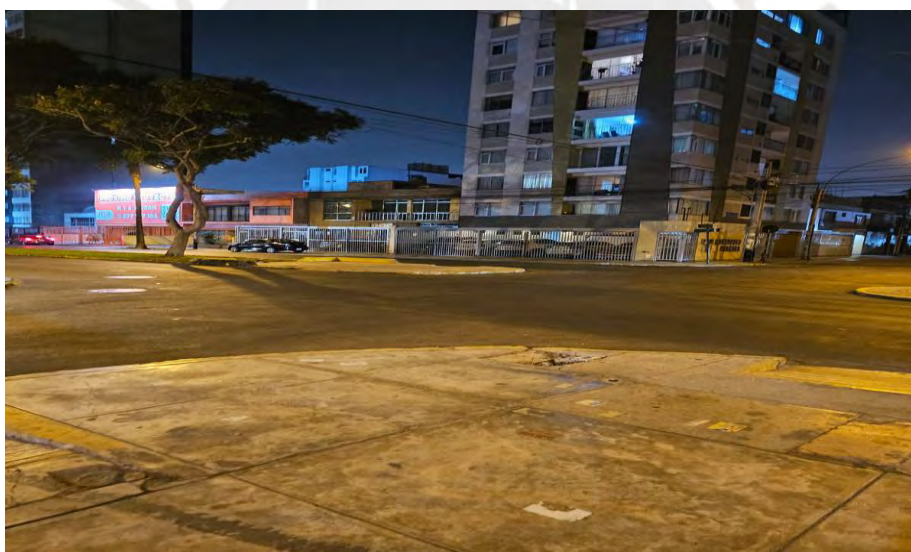
Fuente: Propia

Respecto a la iluminación encontrada en la intersección, los postes de alumbrado no abarcaban homogéneamente toda la calzada como se muestra en las figuras 15, 16 y 17. Además, la falta de luminarias puntuales en medianas, esquinas y paraderos generaba puntos ciegos tanto para los conductores como peatones. A pesar de ello, las luminarias existentes no interferían con la lectura de la señalización vertical ni producían deslumbramiento. En general, el principal problema fue la insuficiente intensidad y cobertura de la intersección.



**Figura 15:** Falta de iluminación en mediana

Fuente: Propia



**Figura 16:** Falta de iluminación en esquina

Fuente: Propia



**Figura 17:** iluminación en esquina no homogénea

Fuente: Propia

En cuanto a la superficie de rodadura, la pista encontrada fue repavimentada hace unos dos meses y ofrece buena fricción. Sin embargo, se observó que se han generado pequeños agrietamientos, baches y algunas partículas desprendidas como se muestra en las figuras 18 y 19. No se identificó charcos empozados de manera permanente. Pese a todas estas imperfecciones, los vehículos pueden circular sin grandes dificultades.



**Figura 18:** Deterioro encontrado en la calzada

Fuente: Propia



**Figura 19:** Deterioro encontrado en la calzada con partículas desprendidas

Fuente: Propia

En cuanto a los estacionamientos vehiculares, se observó que se concentran principalmente en las esquinas de la intersección y frente a la tienda de conveniencia Oxxo como se muestra en las figuras 20, 21 y 22. Así mismo, las maniobras de ingreso y salida no interferían significativamente con la visibilidad de los peatones y conductores. Además, se tienen las dimensiones adecuadas ya que pueden entrar dos vehículos particulares en las esquinas y hasta 4 vehículos en el Oxxo. Estos estacionamientos cuentan con rampas de pendientes suaves. Sin embargo, carecían de todo tipo de señalización que ordenara correctamente su uso y la rotación de espacios.



**Figura 20:** Estacionamientos al frente de la tienda Oxxo.

Fuente: Propia



**Figura 21:** Espacios utilizados como estacionamientos en las esquinas de la intersección. O-E

Fuente: Propia



**Figura 22:** Espacios utilizados como estacionamientos en las esquinas de la intersección. E-O

Fuente: Propia

Respecto a los paraderos de transporte público, los ascensos y descensos se hacen directamente desde la calzada, no contaban con bahías ni refugios como se muestra en la figura 23. Aunque la acera presenta una solera de altura considerable y está conectada mediante una rampa a la calzada, debido a la falta de infraestructura, la accesibilidad se ve notoriamente limitada y expone a los usuarios a la intemperie y a los vehículos. Además, se observó la carencia de señalización y mobiliario urbano que indica un nivel de servicio deficiente e informal que se debe reconsiderar a pesar de la poca demanda concentrada en los paraderos.



**Figura 23:** Espacios utilizados como paradero de transporte público

Fuente: Propia

Finalmente, respecto al mobiliario urbano, se observó que se encuentra deteriorado con postes inclinados y muy cercanos al borde de la calzada. También, se observó la ausencia de tachos de basura y veredas fracturadas o hundidas. No se encontró vallas peatonales, ni ciclovías por lo cual casi no transitan ciclistas por lo que es un ambiente hostil tanto para ellos como para los peatones como se muestra en la figura 24. El espacio resulta muy poco amigable y ofrece muy pocas actividades de estancia y nulo resguardo del clima o vehículos para los peatones.












**Figura 24:** Espacios utilizados como paradero de transporte público

Fuente: Propia

## 4.2. Resultados del aforamiento vehicular y peatonal

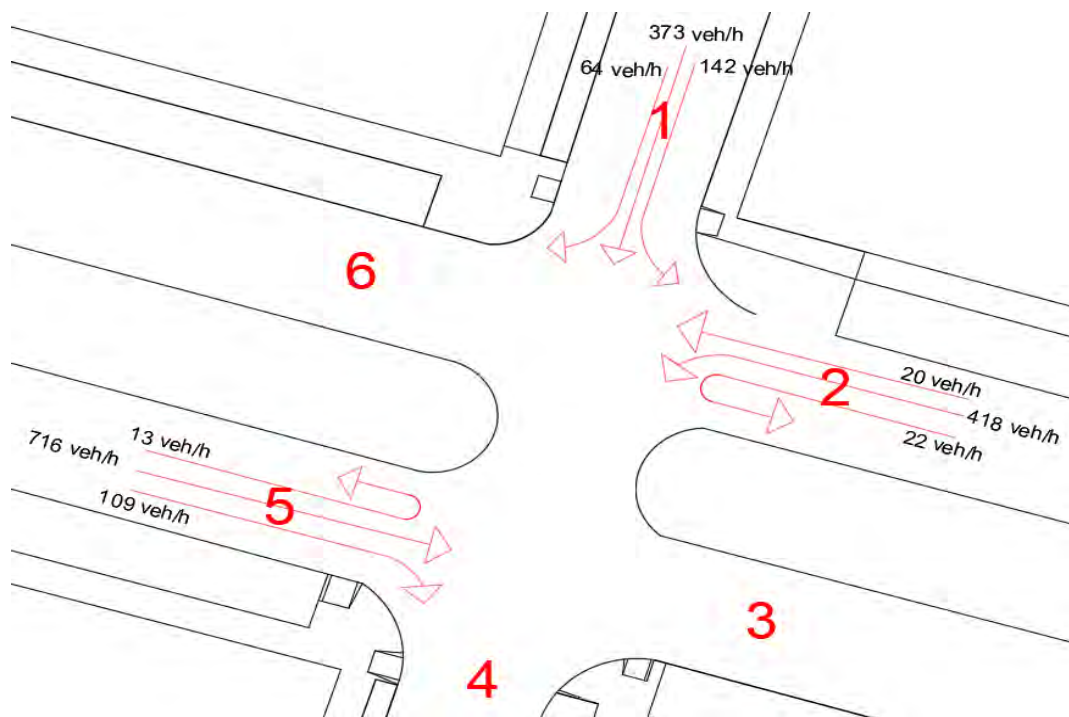
### 4.2.1. Aforamiento vehicular

La información recolectada ha sido clasificada por el tipo de vehículo y sentido de desplazamiento, esta clasificación se observa en la figura 5, que muestra la tabla que se desarrolló para la recolección de datos. En los siguientes subapartados se detalla el comportamiento observado en cada jornada, diferenciado entre el día jueves, que se utilizará como base para la calibración del modelo de simulación, y el sábado, empleado como referencia para su validación.

PERIODO	3:00 - 3:23 pm								
SENTIDO	TIPO DE VEHÍCULO						CANT	VEH/H	
	AUTOS	MOTOS	BICICLETAS	BUSES	CAMIONES	COASTERS			
 1-4.	56	7	2	0	0	1	66	172	
 1-3.	37	1	0	0	0	0	38	131	
 1-6.	22	3	0	0	1	1	27	70	
 2-6.	107	26	0	25	2	0	160	417	
 2-4.	2	1	0	0	0	0	3	166	
 2-3.	3	0	0	0	0	0	3	8	
 5-4.	23	9	0	0	1	0	33	85	
 5-3.	224	31	0	19	1	0	276	313	
 5-6.	3	2	0	0	0	0	5	12	
TOTAL							610	1591	

**Figura 25:** Aforamiento vehicular total del jueves para calibración

Fuente: Elaboración Propia



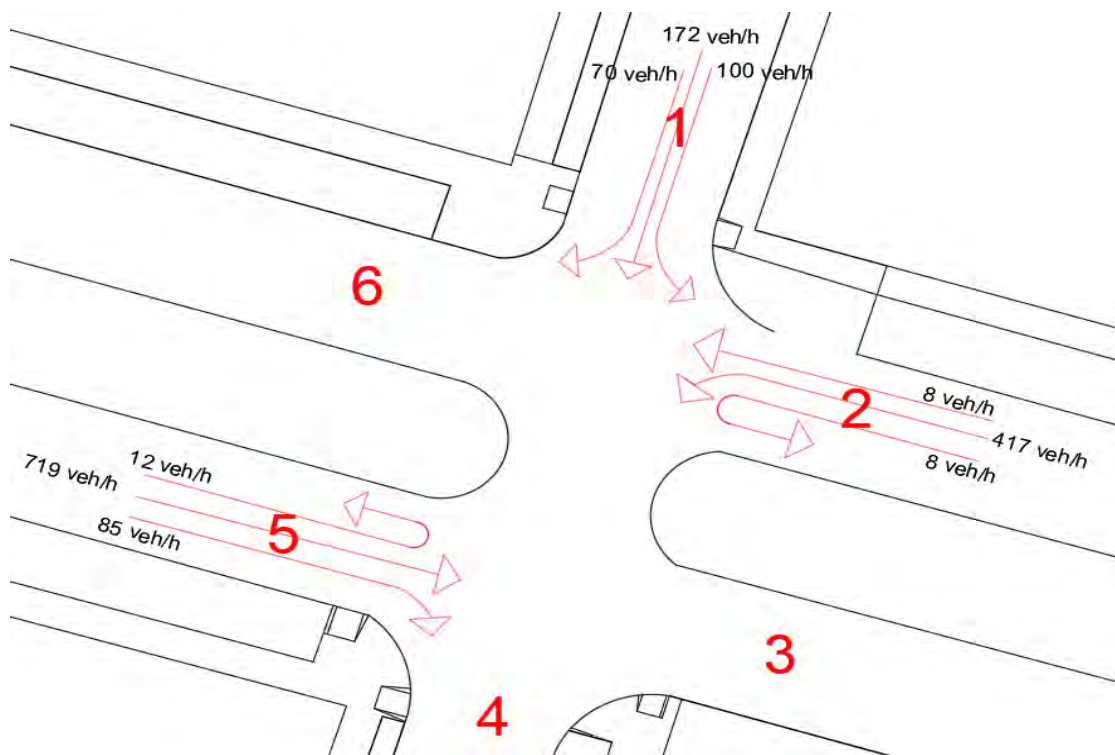
**Figura 26:** Flujograma vehicular total jueves para calibración

Fuente: Elaboración Propia

PERIODO		3:00 - 3:23 pm							
SENTIDO	TIPO DE VEHÍCULO						TOTAL		TOTAL
	AUTOS	MOTOS	BICICLETAS	BUSES	CAMIONES	COASTERS			
1-4.	56	7	2	0	0	1	66		
1-3.	37	1	0	0	0	0	38		131
1-6.	22	3	0	0	1	1	27		
2-6.	107	26	0	25	2	0	160		
2-4.	2	1	0	0	0	0	3		166
2-3.	3	0	0	0	0	0	3		
5-4.	23	9	0	0	1	0	33		
5-3.	224	31	0	19	1	0	276		313
5-6.	3	2	0	0	0	0	5		

**Figura 27:** Aforamiento vehicular total sábado para validación.

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 28:** Flujograma vehicular total Sábado para validación.

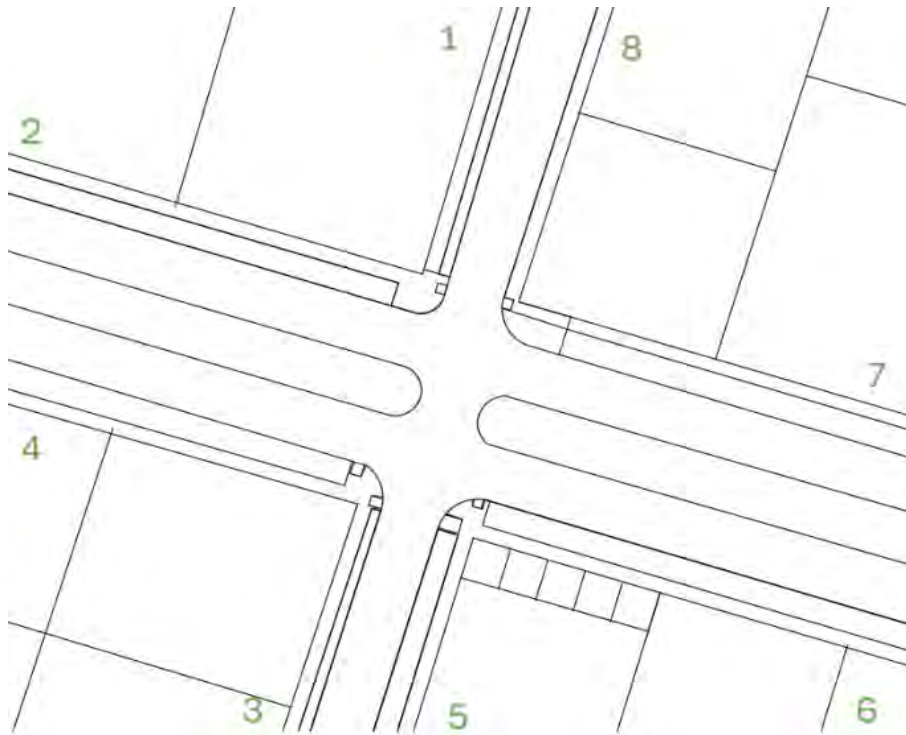
Fuente: Elaboración Propia

La comparación entre los aforamientos vehiculares de los días jueves 21 de noviembre y sábado 26 de octubre, en las figuras 17 y 19 respectivamente, permitió identificar correctamente diferencias en el flujo vehicular entre la avenida principal Cipriano Dulanto y la avenida secundaria Carlos Vidal. En primer lugar, se observó una reducción importante en el volumen vehicular total del día sábado en el sentido 1-4 de 373 veh/h a 172 veh/h. Sin embargo, el sentido 2-6 se mantuvo fijo, lo que confirmó su característica como avenida principal. Por otro lado, el transporte pesado de carga se redujo el día sábado de 21 veh/h a 14 veh/h. Así mismo, los sentidos 1-3 y 1-6 registraron una reducción en la carga vehicular, lo que evidenció una redistribución del flujo hacia las avenidas principales el fin de semana. Por ello que la implementación de medidas de reducción de carril en la vía secundaria resultó pertinente para redistribuir el espacio de manera que se priorice al peatón, su seguridad y el medio ambiente.

#### 4.2.2. Aforamiento peatonal

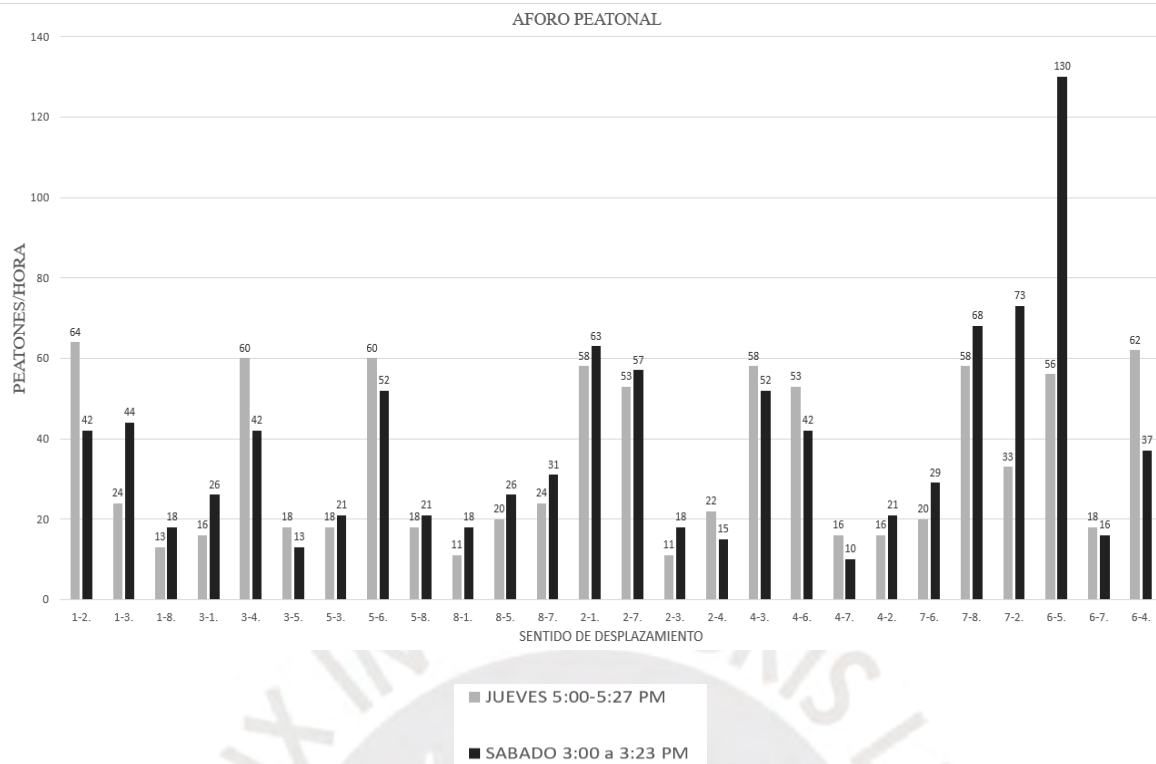
El aforamiento peatonal permitió identificar los cruces más transcurridos en la intersección por parte de los usuarios, así como los sentidos con mayor presencia de personas. Se realizaron observaciones en dos momentos distintos: un jueves en hora punta de 5:00 pm a 5:27 pm y un sábado por la tarde,

de 3:00 pm a 3:23 pm con el fin de comparar el comportamiento peatonal en contextos de diferente intensidad. Los datos se clasificaron por sentido de cruce y permitieron reconocer las trayectorias predominantes, así como los puntos donde se presentan mayores interacciones con el flujo vehicular. Esta información servirá como base para el análisis de seguridad peatonal y será utilizada en la simulación del modelo actual. A continuación, en los subapartados se presentará la data obtenida en ambos aforamientos, seguido de algunas observaciones de comparación de datos entre ambos registros.



**Figura 29:** Puntos de O-D peatonal en la intersección de Manuel Cipriano Dulanto con Calle Carlos Vidal.

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 30** Aforamiento peatonal total

Fuente: Elaboración Propia

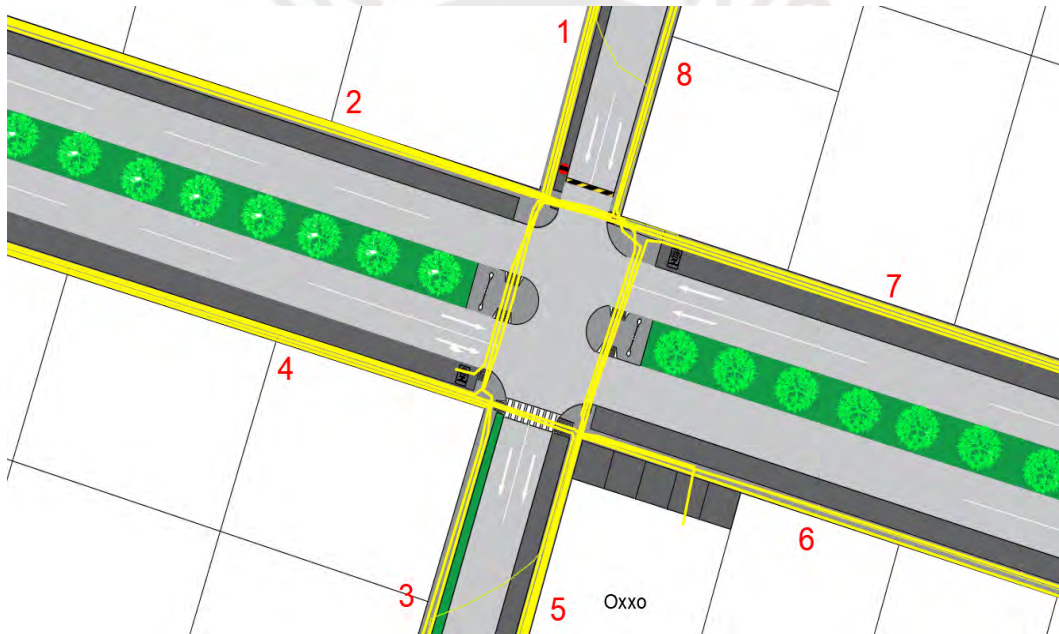
El aforo peatonal correspondiente al día jueves se realizó entre las 5:00 pm y 5:27 pm. Durante este periodo, se registraron un total de 396 peatones, distribuidos en distintos sentidos de cruce definidos por la línea de trazado peatonal. Los sentidos con mayor volumen fueron el 1-2 con un total de 29 peatones, el 3-4 con un total de 27 y el 6-4 con un total de 28, lo que refleja una alta demanda en dichos cruces. Los datos recolectados en la intersección fueron transformados a personas por hora (p/h) como se observa en la figura 30, ya que estos servirán como base para la calibración en el modelo de simulación, considerando los flujos peatonales más representativos y los puntos con mayor interacción con el tránsito vehicular.

El aforo peatonal correspondiente al día sábado se realizó entre las 3:00 y 3:23 pm, registrándose un total de 378 peatones en los distintos sentidos de cruce. Los trayectos con mayor flujo fueron 6-5 con 50 peatones, seguido el de 7-2 con 28 peatones y el de 7-8 con un total de 26. Esta información será utilizada como referencia para validar el comportamiento del modelo de simulación frente a un contexto de menor demanda y ayudará a contrastar los resultados obtenidos con la jornada de calibración.

Durante el análisis del aforamiento peatonal, se identificó que los sentidos con mayor recurrencia no se mantienen constantes entre los días jueves y sábado. Esto refleja una rutina independiente para

ambos días en los desplazamientos peatonales. La rutina de un día de semana puede estar asociada a recorridos cotidianos como accesos a viviendas, comercios o transporte público. Además, se registró una diferencia del 12% en el volumen total de peatones, siendo más alta el día sábado, esto sugiere que se presenta mayor actividad peatonal durante los fines de semana, posiblemente relacionada a actividades recreativas, así como la llegada de los usuarios a sus viviendas, puesto que la zona en su mayoría está compuesta por viviendas.

Todos los cruces registrados fueron ortogonales, acorde con la geometría de la intersección. Sin embargo, se observó que muchos peatones atraviesan fuera del ángulo recto antes de llegar completamente a la esquina, lo que sugiere una falta de señalización e infraestructura que guíe, de manera adecuada, al peatón dentro de la intersección. Esta situación incrementa el nivel de exposición del peatón al tránsito vehicular.



**Figura 31:** Líneas de movimiento peatonal

Fuente: Elaboración Propia

Estas observaciones refuerzan la necesidad de mejorar las condiciones de cruce peatonal, no solo por motivos de seguridad, sino también para ordenar el uso del espacio y responder adecuadamente a los patrones reales de desplazamiento de los usuarios en un entorno residencial.

#### 4.3. Tiempo de viaje promedio

Con el fin de completar el diagnóstico del funcionamiento actual de la intersección, se realizó un

análisis de los tiempos de viaje en ambos sentidos de circulación: por la avenida principal de Manuel Cipriano Dulanto y por la calle secundaria de Carlos Vidal. Al igual que el aforamiento, estos datos se registraron en dos días: jueves de 5:00 a 5:27 pm y el día sábado de 3:00 a 3:23pm.

El día sábado corresponde a una menor carga vehicular, el tiempo de viaje promedio fue de 4,659 para la Avenida Manuel Cipriano Dulanto, mientras que para la Calle Carlos Vidal 7,45 segundos. Por otro lado, el día jueves, en hora punta, se registró un promedio de 5,752 segundos para la Avenida Manuel Cipriano Dulanto, mientras que para la Calle Carlos Vidal 12,35 segundos, con una mayor variabilidad. Esta diferencia evidencia se debe a una mayor demanda, así como conflictos de giro y ausencia de control semafórico.

Estos valores servirán como referencia en la etapa de simulación, ya que reflejan el nivel de fluidez de la intersección en diferentes escenarios. Además, confirma la percepción de congestión y lentitud en los momentos de mayor actividad vehicular.

	<b>Campo</b>	
	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>
Av. Principal Cipriano Dulanto	Jueves de 5:00 - 5:27 pm	Sabado de 3:00-3:23 pm
Tiempo de viaje (1)	5,6	5,08
(2)	5,19	3,79
(3)	3,56	4,07
(4)	7,7	3,16
(5)	7,28	5,16
(6)	6,84	7,17
(7)	6,78	3,96
(8)	5,95	5,7
(9)	3,22	3,19
(10)	6,85	3,15
(11)	6,8	3,92
(12)	3,39	6,2
(13)	8,89	7,97
(14)	5,34	4,73
(15)	7,83	2,63
Promedio	6,081	4,659
Desviacion Estandar	1,702	1,561

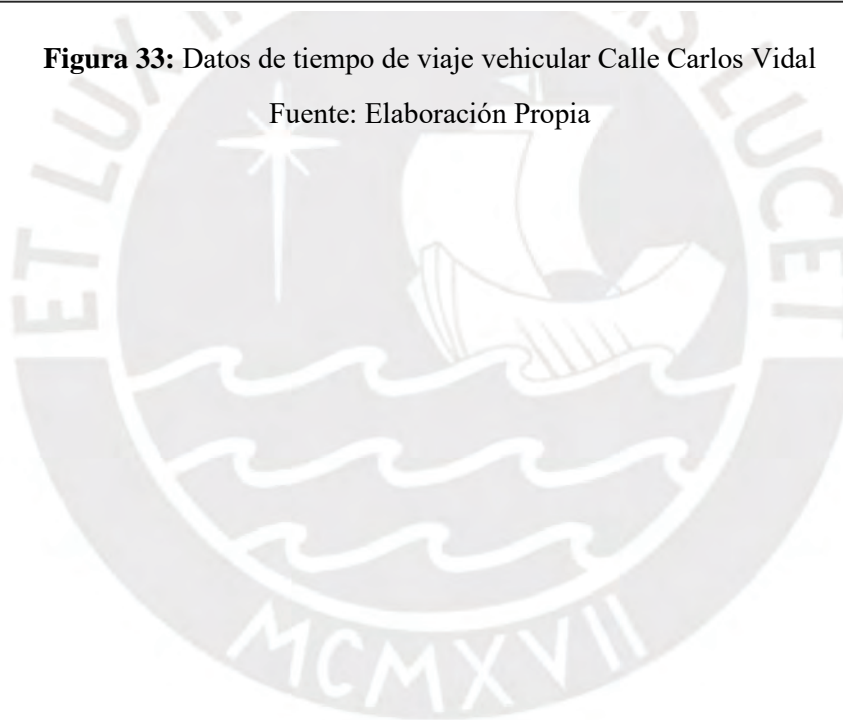
**Figura 32:** Datos de tiempo de viaje vehicular Av. Manuel Cipriano Dulanto

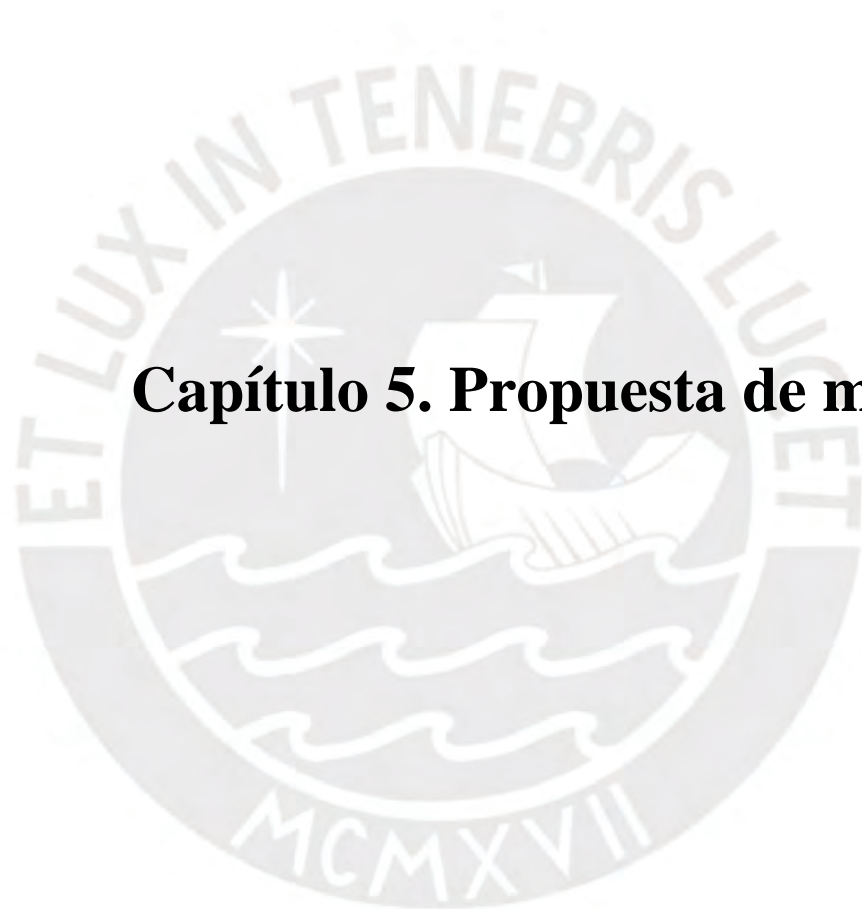
Fuente: Elaboración Propia

	Campo	
	Día 1	Día 2
Calle Carlos Vidal	Jueves de 5:00 - 5:27 pm	Sabado de 3:00-3:23 pm
Tiempo de viaje (1)	19,36	15,42
(2)	25,23	13,94
(3)	18,16	16,13
(4)	17,26	19,62
(5)	19,34	19,72
(6)	21,05	16,41
(7)	18,29	15,21
(8)	17,45	19,25
(9)	16,65	17,1
(10)	23,48	16,28
(11)	18,09	19,95
(12)	20,45	17,3
(13)	19,42	16,52
(14)	18,94	19,88
(15)	17,26	13,5
Promedio	19,362	17,082
Desviacion Estandar	2,385	2,163

**Figura 33:** Datos de tiempo de viaje vehicular Calle Carlos Vidal

Fuente: Elaboración Propia





## **Capítulo 5. Propuesta de mejora**

## 5.1. Propuestas de mejora y justificación de las intervenciones

En primer lugar, se planteó renovar las señalizaciones verticales en la intersección a través de la colocación de nuevas señales retroreflectantes que garanticen su visibilidad nocturna. Además, es necesario instalar señales que indiquen los límites de velocidad permitidos, las restricciones de giro y las advertencias de proximidad a una zona escolar. Se deberá asegurar que los postes metálicos sean de acero galvanizado.



**Figura 34:** Señal de zona 30.

Fuente: Global Street Design Guide 2016 p.151



**Figura 35:** Señal zona escolar

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras

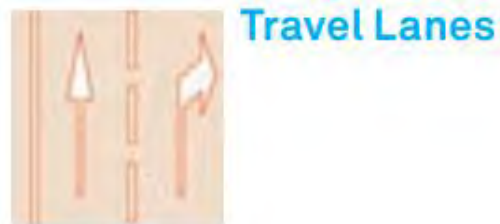


**Figura 36:** Señal de prohibido voltear en U

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras

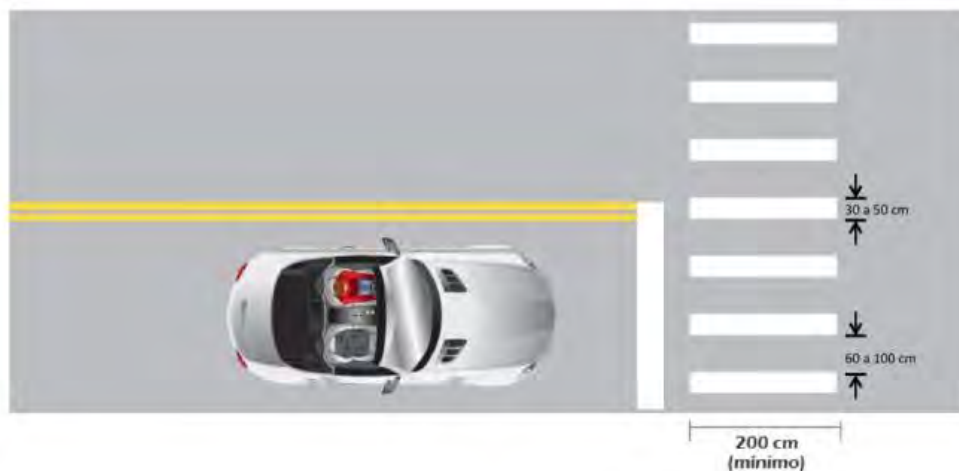
Respecto a la señalización horizontal, se realizará un repintado de cruces peatonales de 3 metros de ancho, así como líneas de guiado, divisiones de carril, flechas direccionales y líneas de parada de

manera que se garantice una circulación ordenada de vehículos y peatones. La pintura deberá ser de alta durabilidad y tener características reflectivas que permitan su visibilidad incluso en condiciones nocturnas como se muestra en la figura 36.



**Figura 37:** Tipos de flechas direccionales

Fuente: Global Street Design Guide 2016 p.54



**Figura 38:** Demarcación de líneas de cruce peatonal

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras

Así también, es necesario mejorar la cobertura de los postes de alumbrado público, de manera que iluminen homogéneamente toda la intersección, paraderos y medianas. Para ello se recomienda utilizar luces LED de color blancas y de mayor potencia lumínica para poder mejorar la visibilidad y la seguridad vial en la intersección. Sin embargo, es necesario verificar que no generen deslumbramiento a los conductores vehiculares.

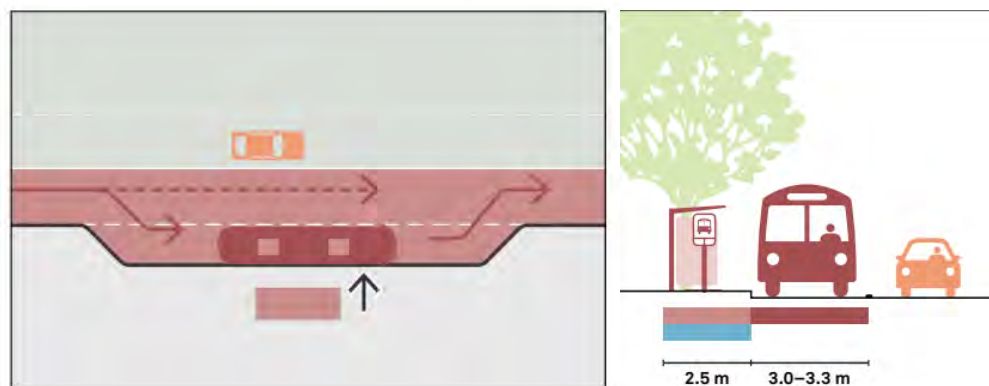


**Figura 39:** Alumbrado público LED

Fuente: Schröder

Del mismo modo, se propuso retirar cada espacio de estacionamiento en las esquinas, excepto aquellos frente a la tienda Oxxo, ya que ocupaban un espacio valioso que limitaba la circulación y la visibilidad tanto de conductores como de peatones. Por esta razón, se propuso retirar los estacionamientos en las esquinas para liberar espacio y permitir la creación de paraderos formales de transporte público. Al eliminar estos estacionamientos, se optimizó el uso del espacio en la intersección y se mejoraría la fluidez del tránsito. Además, se planteó la reducción de un carril en la avenida secundaria Carlos Vidal para mejorar el orden de ingreso a la intersección.

Los nuevos paraderos formales se colocaron en las esquinas, delimitados con señalización simple que indicaba claramente el área destinada para el ascenso y descenso de los pasajeros. Se sugirió la instalación de bancos para la comodidad de los usuarios mientras esperan. Además, se garantizó que los paraderos fueran accesibles para personas con movilidad reducida, asegurando rampas adecuadas para su uso. Con esta reconfiguración, se mejoró la seguridad y accesibilidad para los usuarios del transporte público, al mismo tiempo que se contribuyó a un tránsito más ordenado en la intersección.



**Figura 40:** Diseño y dimensiones referenciales de parada de transporte público

Fuente: Global Street Design Guide 2016 p.141-144

Se observó que los peatones enfrentaban varios riesgos debido a la falta de pasos peatonales claramente demarcados y rampas adecuadas. Para mejorar la seguridad de los usuarios, se propuso pintar los pasos peatonales con materiales reflectantes y modificar las rampas de manera que su ancho y el ancho de los cruces peatonales coincidan en 3 metros cada uno, siguiendo las normas establecidas, para mejorar la accesibilidad de personas con movilidad reducida. Además, se recomendó instalar bolardos en las medianas para evitar que los vehículos invadieran las zonas peatonales. También, se realizará un corte en la mediana, de manera que se encuentre a nivel de calzada y se facilite la accesibilidad de las personas con movilidad reducida. Además, se aumentó los anchos de veredas a 1.5 metros en Av. Cipriano Dulanto y 2 metros en Av. Carlos Vidal para mejorar la caminabilidad.



**Figura 41:** Cruces peatonales

Fuente: Urban Street Design Guide 2013 p.121

Respecto al mobiliario urbano, el presente mostraba signos de deterioro y escasez, lo que afectaba el confort y la seguridad de los usuarios. Por ello, se propuso renovar el mobiliario deteriorado y añadir bancos y zonas de descanso para mejorar la comodidad de los peatones y usuarios del transporte público. Por último, se destacó la importancia de reparar las veredas, reparando fracturas y hundimientos, para asegurar un tránsito peatonal seguro y accesible, especialmente para personas con movilidad reducida. También se propuso instalar tachos de basura para mantener el área limpia y agradable.



**Figura 42:** Banco público

Fuente: Urban Street Design Guide 2016 p.251



**Figura 43:** Tachos de basura

Fuente: Urban Street Design Guide 2016 p.252

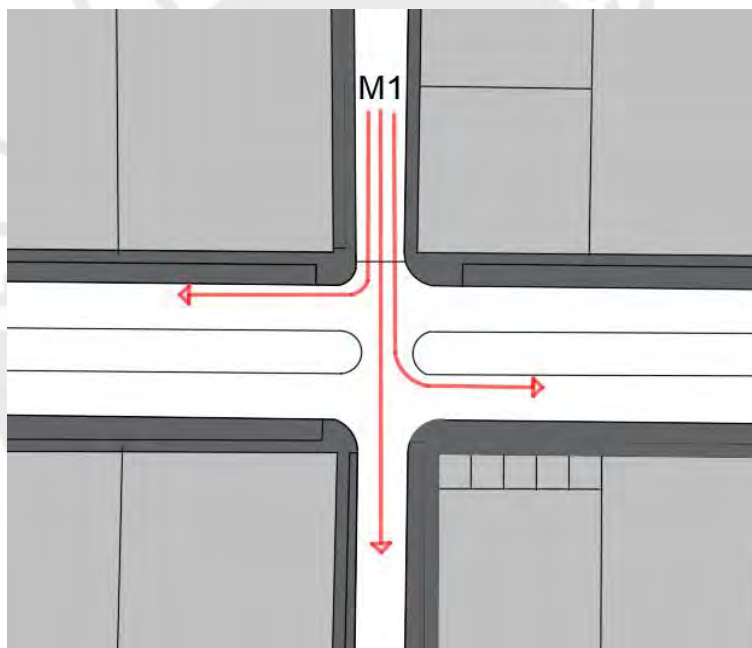
Respecto a la regulación de la intersección, se implementó un sistema semafórico como una medida para asegurar la fluidez y la seguridad del tránsito peatonal y vehicular. Esto permitió regular y redujo la cantidad de conflictos generados por los giros en U y facilitó el cruce seguro de los peatones. Se consideró una sincronización entre dos fases y 3 movimientos como se muestra en las imágenes 44 y 45. Se utilizó el método contemporáneo para programación de semáforos, asumiendo un flujo de saturación  $S$  de 2000 ADE/H, una velocidad vehicular aproximada de 60 km/h, tiempo de percepción-reacción de 1 s, longitud de vehículo de 6 m y una tasa de frenado de  $3 \text{ m/s}^2$ . Así también, para el cálculo del verde mínimo de fases, se consideró una velocidad del peatón de 1.50 m/s, y un ancho de cruce de 16.2 m, basado en la geometría de la intersección. Esta programación semafórica tuvo como finalidad ajustar los tiempos de semáforo en función al volumen de vehículos

que transitan por la intersección en hora pico y características geométricas de la intersección, resultando 4 segundos de ámbar, 1 segundo de todo rojo y, para cada una de las fases respectivamente, 29 y 21 segundos de verde como se muestra en la figura 43. Además, se verificó que los valores obtenidos de verde sean mayores al verde mínimo de 16 segundos. Esta configuración fomenta un entorno vial más seguro y eficiente, garantizando una coordinación adecuada entre vehículos y peatones.

C.Vidal	1er fase	0	29	33	34	60
C.Dulanto	2da fase				34	60

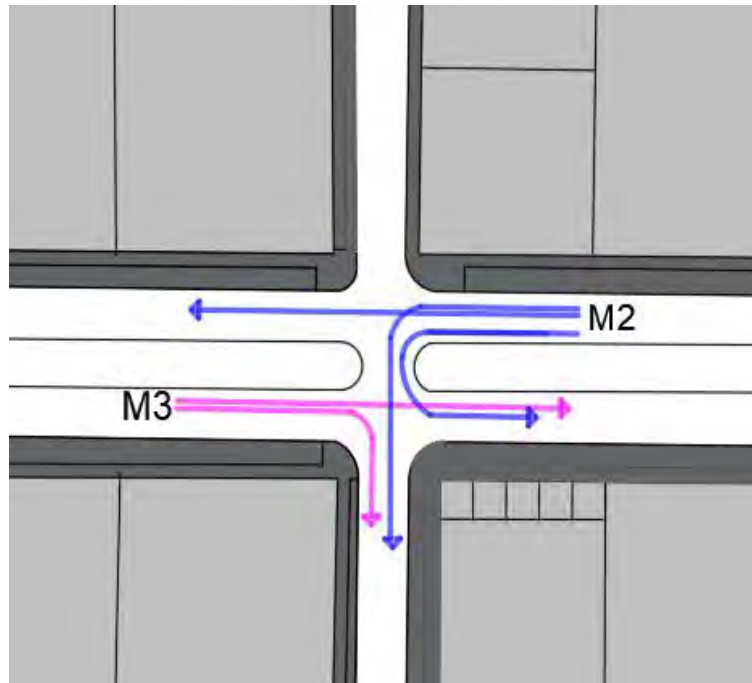
**Figura 44:** Ciclo semafórico propuesto

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 45:** 1era fase del semáforo

Fuente: Elaboración Propia

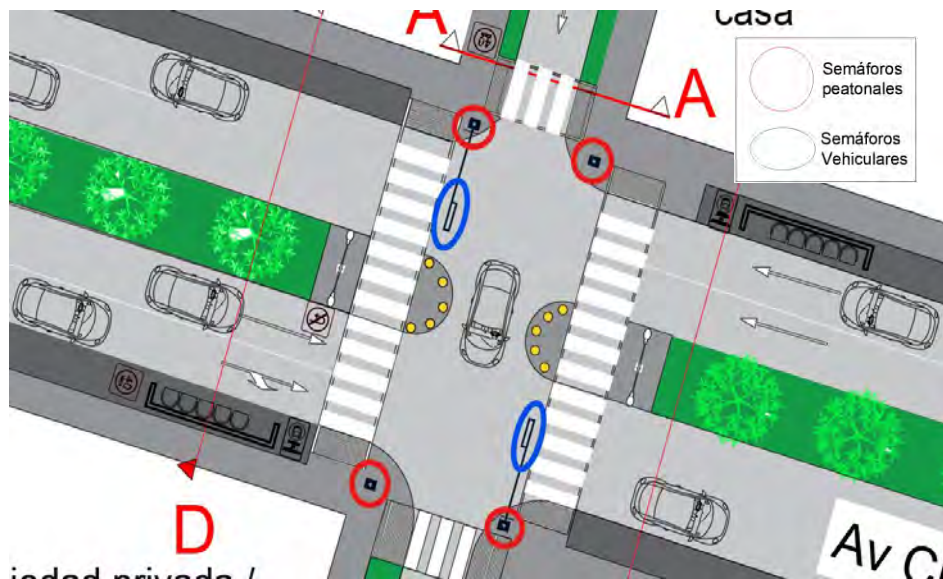


**Figura 46:** 2da fase del semáforo

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2. Representación visual de la propuesta

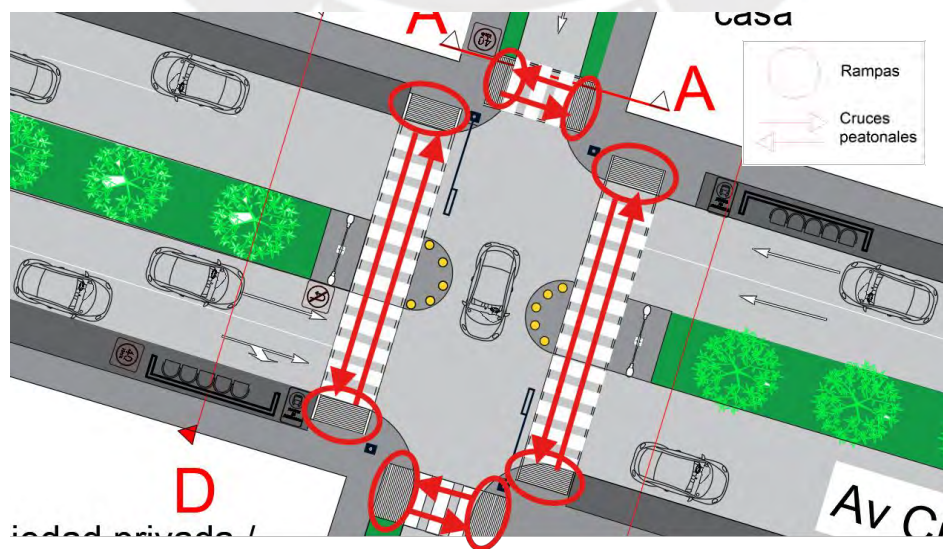
A continuación, se presenta una vista en planta de la intersección rediseñada, en la que se aprecia la reorganización del espacio vial y peatonal. Además, se implementó un sistema semafórico compuesto por dos semáforos vehiculares, indicados con círculos azules en la figura, y ocho peatonales, señalados con círculos rojos, que regulan el paso de vehículos y peatones mediante dos fases claramente diferenciadas. El objetivo es asegurar el cruce ordenado de los peatones en cada fase del semáforo, evitando interferencias con los vehículos. Además, estas dos fases permiten que en la circulación alternada de vehículos y peatones no se generen conflictos, lo que representa una mejora significativa en comparación con la situación actual sin un semáforo que regule estos aspectos.



**Figura 47:** Intersección con mejoras propuestas de semaforización

Fuente: Elaboración Propia

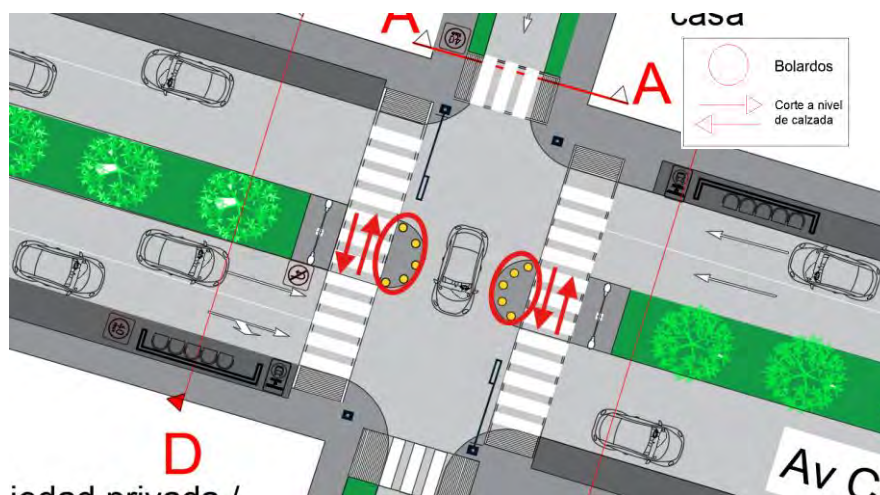
Además de la incorporación semafórica, se incorporaron cruces peatonales ortogonales en cuatro accesos, con el objetivo de ordenar el desplazamiento peatonal y reducir los cruces diagonales informales observados durante el diagnóstico. Cada uno de estos pasos peatonales cuentan con un ancho uniforme de 3 metros. Estos cruces se alinearon directamente con rampas accesibles para garantizar la continuidad del desplazamiento de personas con movilidad reducida, como usuarios en sillas de ruedas, adultos mayores o personas con cochecitos. En la Figura 47 se ilustran los cuatro pasos peatonales propuestos, claramente definidos mediante señalización horizontal tipo cebra, con materiales reflectantes de alta durabilidad, y protegidos por rampas debidamente ubicadas en cada esquina.



**Figura 48:** Intersección con mejoras propuestas de accesibilidad

Fuente: Elaboración Propia

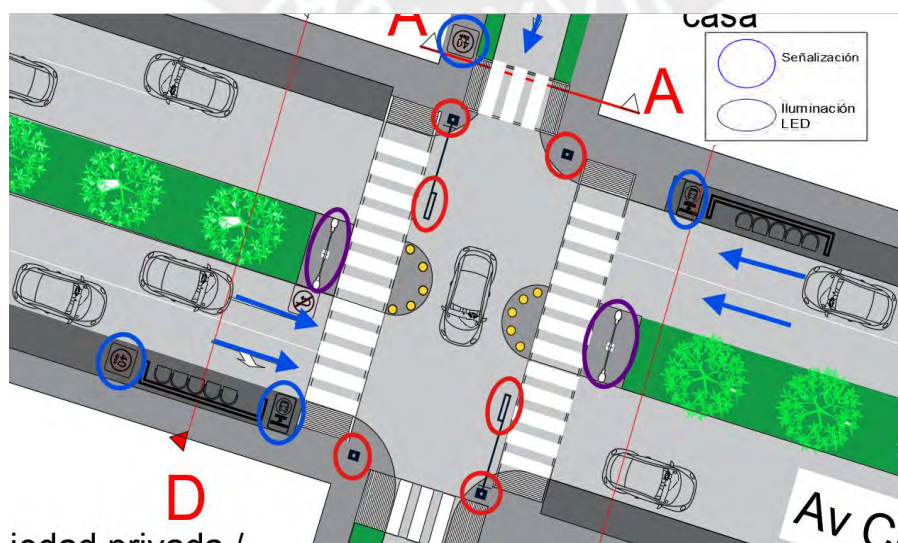
También, se colocaron bolardos protectores y se realizó un corte a nivel de calzada en la mediana central, con el fin de reforzar la seguridad y accesibilidad del peatón. Esta intervención permite un cruce continuo y seguro, especialmente para personas con movilidad reducida, como se aprecia en la figura 48.



**Figura 49:** Intersección con mejoras propuestas de accesibilidad y seguridad

Fuente: Elaboración Propia

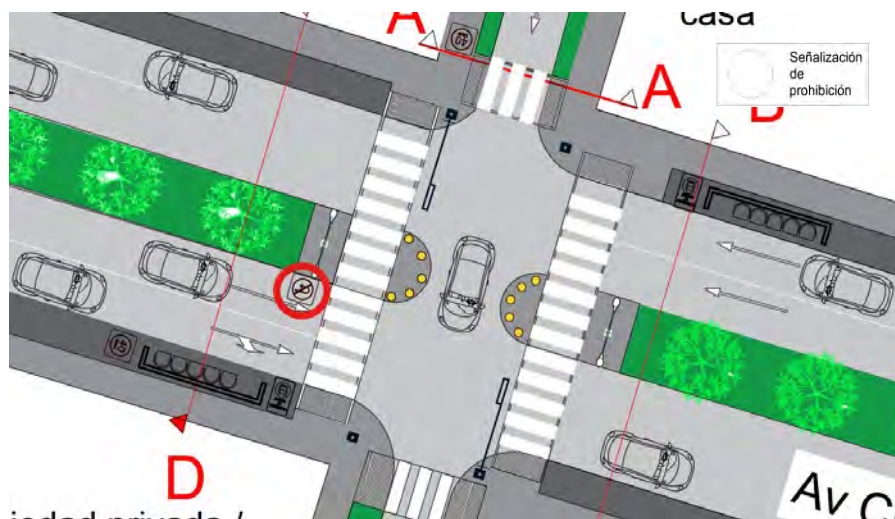
Además, se añadió la señalización reglamentaria tanto verticales como horizontales, y se implementaron paraderos formales junto con nuevos puntos de iluminación LED en las medianas. Estas medidas complementaron la propuesta al mejorar la organización del tránsito y la seguridad durante la noche, como se muestra en la figura 49.



**Figura 50:** Intersección con mejoras propuestas de señalización e iluminación

Fuente: Elaboración Propia

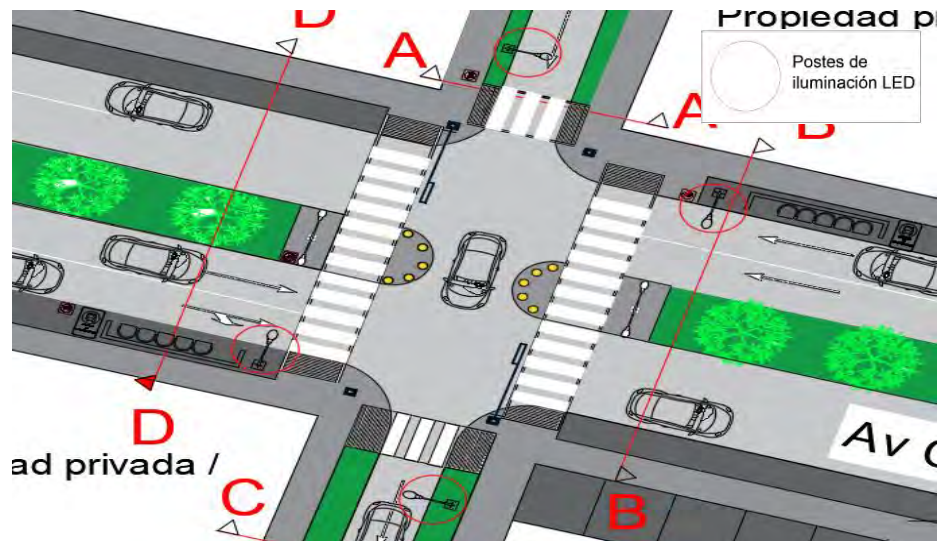
También se eliminó el giro en U en dirección de oeste a este en la avenida Cipriano Dulanto, debido a que generaba conflictos directos con el cruce peatonal y el flujo vehicular en sentido contrario. Esta medida buscó reducir puntos de conflicto y mejorar la seguridad vial en la intersección, como se muestra en la figura 50.



**Figura 51:** Intersección con mejoras propuestas de control de flujo vehicular

Fuente: Elaboración Propia

Como parte de la propuesta, se añadieron también postes de alumbrado público con luminarias LED en las cuatro esquinas de la intersección. Estas luminarias mejoraron la visibilidad nocturna, especialmente en los cruces peatonales, asimismo garantizaron una iluminación uniforme, con la intención de contribuir a la seguridad del peatón y los conductores.



**Figura 52:** Intersección con mejoras propuestas de control de iluminación

Fuente: Elaboración Propia

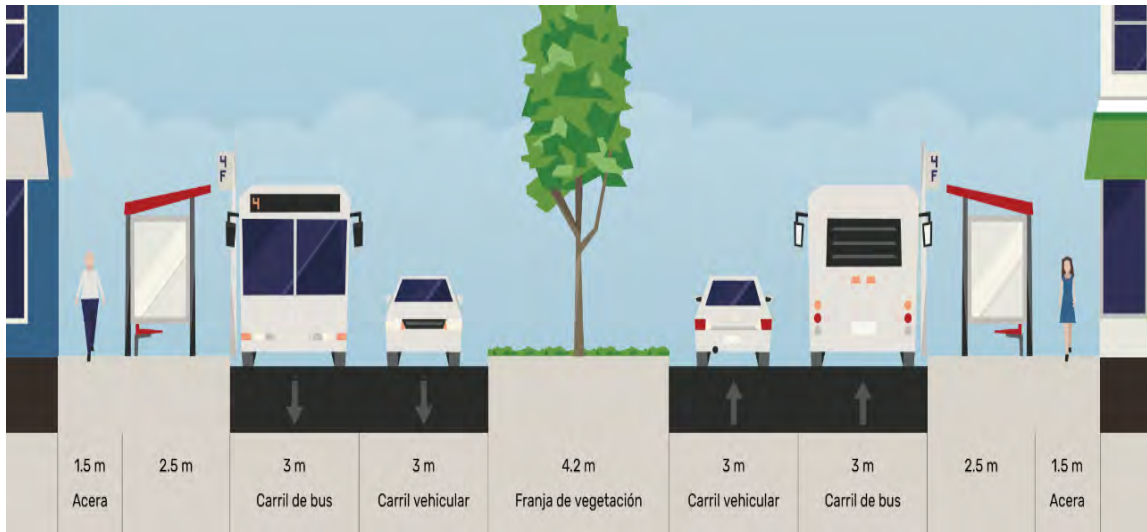
Uno de los principales cambios fue la reducción de carril en la calle Carlos Vidal a 3.6 m, quedando con un único carril de circulación. Esta modificación permitió recuperar aproximadamente un metro adicional el cual se destinó a ampliar las aceras y mejorar el espacio caminable para los peatones, como se muestra en la figura 51.



**Figura 53:** Sección transversal propuesta de la calle Carlos Vidal

Fuente: Elaboración Propia

Del mismo modo, se recuperó espacio caminable para el peatón y se colocó infraestructura para esperar el transporte público en un ancho de 2.5 metros y de vereda de 1.5 metros. Esto fue posible gracias a una reducción en la mediana de 0.4 m en la franja central de vegetación a cada lado, optimizando así el uso del espacio disponible. Los cambios se muestran en la figura 52.



**Figura 54:** Sección transversal propuesta de la Av. Cipriano Dualanto

Fuente: Elaboración Propia



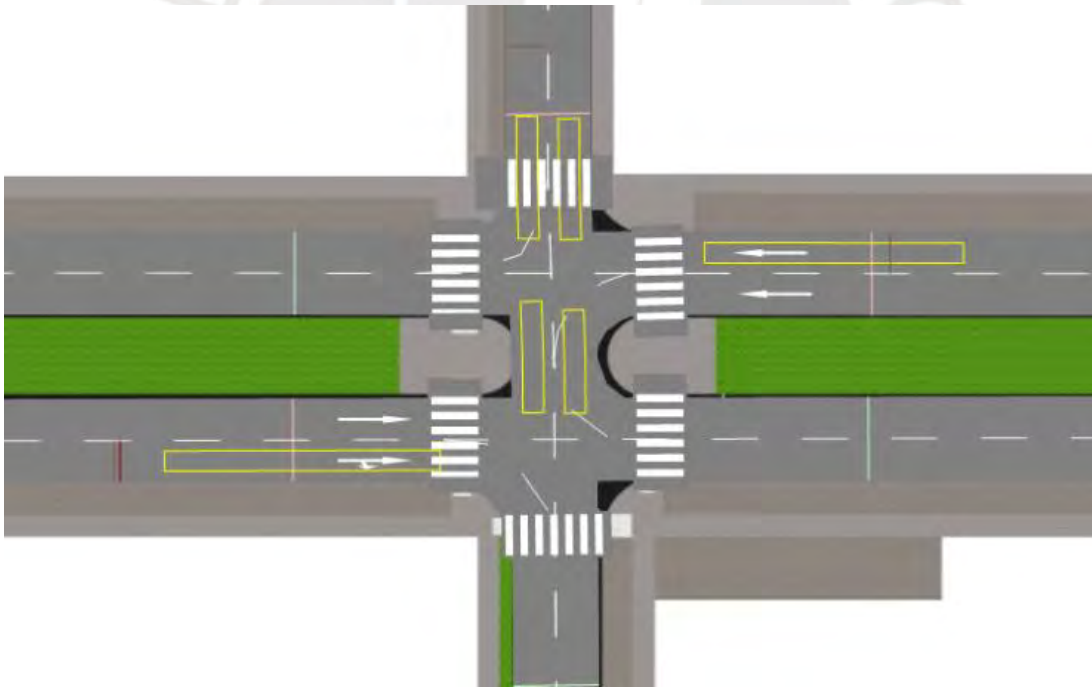


**Capítulo 6: Evaluación cuantitativa  
mediante microsimulación**

## 6.1. Introducción al análisis cuantitativo

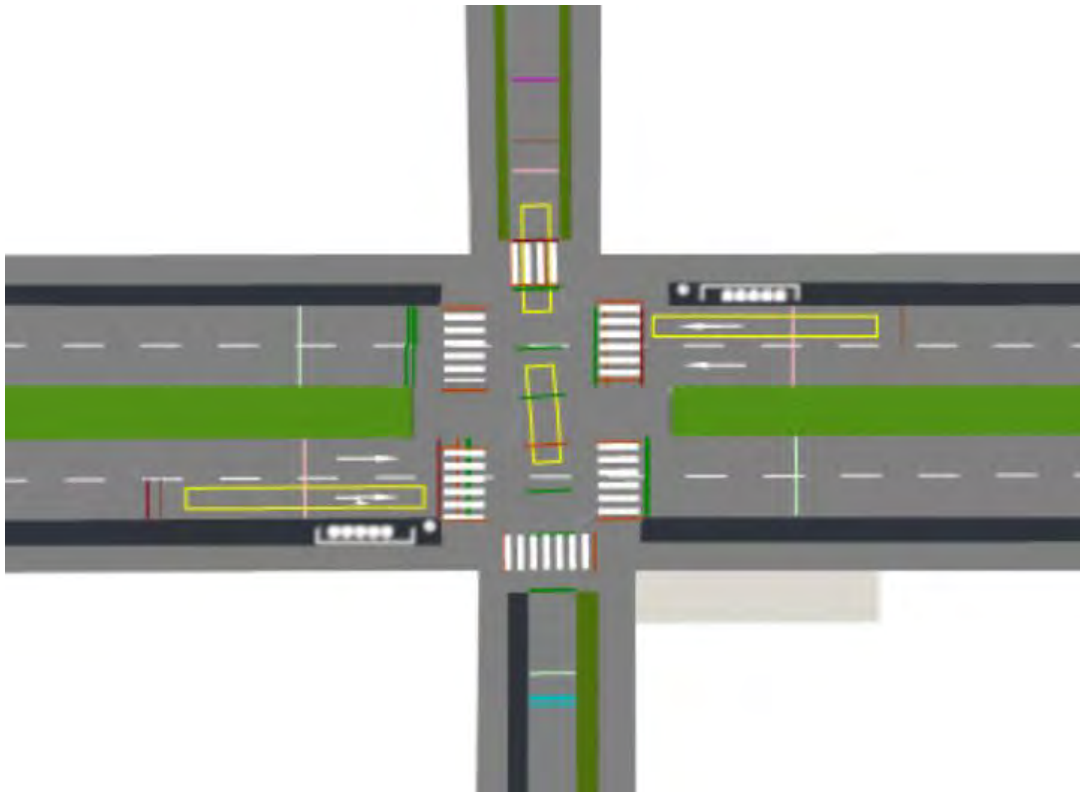
En este capítulo se realiza una evaluación cuantitativa del desempeño de la intersección situada entre la avenida Manuel Cipriano Dulanto y la Calle Carlos Vidal, analizando su funcionamiento antes y después de implementar las mejoras propuestas. Para llevar a cabo esta evaluación, se utilizó el software PTV VISSIM, centrándose en el tiempo de viaje vehicular y peatonal como parámetros de análisis. Estos indicadores fueron clave, ya que reflejan la eficiencia operativa y el nivel de desempeño de la intersección. Esto con el fin de evaluar si la propuesta de mejora es óptima y resulta eficiente para ser implementada en la intersección.

Los dos escenarios que se compararon, el escenario base y el mejorado, se muestran en las figuras 54 y 55, y fueron definidos a detalle en capítulos anteriores. El escenario base reprodujo las condiciones reales observadas durante el trabajo de campo, mientras que el escenario mejorado incorporó diversas mejoras en la geometría vial, la señalización, la accesibilidad peatonal y el control semafórico. Esta comparación permitió identificar el impacto de las intervenciones en la fluidez del tráfico.



**Figura 55:** Modelado VISSIM situación actual

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 56:** Modelado VISSIM situación mejorada

Fuente: Elaboración Propia

## 6.2. Configuración del modelo de microsimulación

El modelo de microsimulación se realizó utilizando el programa PTV VISSIM 25 que permite la simulación del comportamiento vehicular y peatonal en entornos urbanos. Es por ello que, para el presente caso de estudio, se empleó para modelar dos escenarios distintos, el escenario base y el escenario de mejora. Ambos escenarios se configuraron utilizando los mismos parámetros generales, los cuales se detallan en la tabla 4, garantizando así una comparación válida entre ambos. Para el modelado base, se realizó un proceso de calibración y validación, analizando específicamente el parámetro de eficiencia tiempo de viaje vehicular. Se escogió el número de semilla 42 con un incremento de +1 para cada una de las corridas asegurando la aleatoriedad en los resultados del programa. El tiempo de estabilización warm up del modelo fue de 600 segundos para permitir que se estabilice antes de empezar a registrar los resultados. Del mismo modo, se estableció un número de 15 corridas para cada escenario lo que garantiza una muestra estadísticamente significativa. La duración total de la simulación fue de 4200 segundos asegurando una evaluación y comparación válida en los resultados.

Finalmente, los parámetros de wiedemann utilizados fueron importantes para modelar el comportamiento de los conductores y mejorar la similitud entre lo simulado y la realidad. Después de calibrar el modelo y validar estadísticamente que los resultados obtenidos son semejantes a los observados en la realidad, se realizaron las propuestas de mejora sobre el mismo modelo. Para ello, se utilizaron los datos de los aforos realizados para calibración y validación. Finalmente, se extrajeron los resultados para evaluar si las mejoras planteadas generan una reducción significativa en los tiempos de viaje tanto peatonales como vehiculares.

**Tabla 5:** Parámetros utilizados en el modelo de microsimulación

Parámetros		Escenario Base	Escenario Mejorado
Aplicación		Calibrado y Validado	Calibrado y Validado
Número de semilla inicial		42	42
Incremento de semilla		+1	+1
Tiempo de estabilización (Warm up)		600 segundos	600 segundos
Parámetros Wiedemann	Separación media en detención	1.2	1.2
	Parte adicional de la distancia de seguridad	1.5	1.5
	Parte multiplicativa de la distancia de seguridad	1.5	1.5
Número de corridas		15	15
Periodo de análisis		Jueves: 5:00 pm-5:27 pm	Sábado: 3:00 pm - 3:23 pm
Duración total de la simulación		4200 segundos	4200 segundos
Parámetro de eficiencia usado para calibración y validación		Tiempo de viaje vehicular	Tiempo de viaje vehicular

Parámetro de eficiencia evaluado	Tiempo de viaje peatonal	Tiempo de viaje peatonal
----------------------------------	--------------------------	--------------------------

Fuente: Elaboración Propia

### 6.3. Resultados obtenidos

En el escenario actual, para el análisis vehicular de los tiempos de viaje, se analizó 38 metros de autopista, bajo condiciones de flujo pico y avenida. Estos resultados, nos mostraron la situación desorganizada y sin regulación en la que se encontraba la intersección. En la avenida principal Cipriano Dulanto, el tiempo de viaje vehicular promedio fue de 7 segundos, un valor relativamente bajo pero indicativo de intersecciones no reguladas y susceptibles a conflictos en la circulación. Sin embargo, en la avenida secundaria Carlos Vidal, el tiempo de viaje vehicular promedio se elevó considerablemente alcanzando los 20 segundos, reflejando un alto grado de entropía dentro del sistema vial.

Av. Principal Cipriano Dulanto	VISSIM	
	Calibración	Validación
Tiempo de viaje (1)	6,37	5,34
(2)	6,67	5,2
(3)	6,72	4,99
(4)	6,93	5,46
(5)	6,29	4,8
(6)	7,82	5,31
(7)	7,44	5,31
(8)	6,42	5,02
(9)	6,76	5,12
(10)	6,63	4,96
(11)	7,44	5,38
(12)	7,7	5,09
(13)	6,89	4,94
(14)	6,58	5,44
(15)	7,07	5,27
Promedio	6,915	5,175
Desviación Estandar	0,483	0,203

**Figura 57:** Resultados de los tiempos de viaje vehicular de la situación actual de Cipriano Dulanto en Vissim

Fuente: Elaboración Propia

Calle Carlos Vidal	VISSIM	
	Actual	
	Calibración	Validación
Tiempo de viaje (1)	20,48	18,32
(2)	21,34	17,42
(3)	22,03	16,75
(4)	21,41	16,83
(5)	19,89	17,44
(6)	22,3	16,99
(7)	19,92	17,78
(8)	21,72	17,3
(9)	18,77	17,77
(10)	19,68	17,81
(11)	21,09	18,37
(12)	20,37	17,43
(13)	20,86	17,08
(14)	22,57	20,4
(15)	19,25	17,58
Promedio	20,779	17,685
Desviacion Estandar	1,139	0,890

**Figura 58:** Resultados de los tiempos de viaje vehicular de la situación actual de Carlos Vidal en Vissim

Fuente: Elaboración Propia

En la propuesta de mejora, las intervenciones realizadas generaron cambios en los tiempos de viaje vehicular promedio. Es así que, en la avenida Cipriano Dulanto, el tiempo de viaje vehicular promedio aumentó de 7 a 14 segundos. Este incremento se debe a que la intersección pasó de ser regulada por prioridad a regulada por un sistema semafórico. Por otro lado, en la avenida Carlos Vidal, el tiempo de viaje se redujo de 20 a 12 segundos, lo que refleja una mejora en el orden y fluidez de la circulación, gracias a la semaforización y reorganización geométrica de los carriles.

Av. Principal Cipriano Dulanto	VISSIM	
	Propuesta	
	Calibración	Validación
Tiempo de viaje (1)	14,31	12,49
(2)	14,26	13,42
(3)	14,89	12,68
(4)	13,82	13,3
(5)	13,81	13,3
(6)	14,79	13,05
(7)	14,93	13,92
(8)	14,07	13,26
(9)	14,58	13,51
(10)	13,26	12,16
(11)	12,62	12,3
(12)	13,73	13,22
(13)	13,91	13,2
(14)	13,05	12,2
(15)	14,61	13,21
Promedio	14,043	13,015
Desviacion Estandar	0,688	0,525

**Figura 59:** Resultados de los tiempos de viaje vehicular de la situación actual de Cipriano Dulanto en Vissim

Fuente: Elaboración Propia

Calle Carlos Vidal	VISSIM	
	Propuesta	
	Calibración	Validación
Tiempo de viaje (1)	12,31	12,99
(2)	11,92	13,25
(3)	12,24	13,17
(4)	12,7	13,34
(5)	12,66	13,35
(6)	12,16	13,09
(7)	12,23	13,38
(8)	12,33	12,44
(9)	12,13	13,03
(10)	12,52	11,77
(11)	12,35	12,7
(12)	12,45	12,17
(13)	12,78	12,28
(14)	12,4	13,03
(15)	12,29	13,23
Promedio	12,365	12,881
Desviacion Estandar	0,230	0,496

**Figura 60:** Resultados de los tiempos de viaje vehicular de la situación mejorada de Carlos Vidal en Vissim

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis de la situación actual del tiempo de viaje peatonal, se utilizó el flujo de validación puesto que era el de mayor volumen peatonal, se evaluaron 104 metros para los sentidos 2-7 y 6-4 y 90 metros para los sentidos 1-3 y 5-8. En la avenida Cipriano Dulanto, para el sentido 2-7 de Oeste a Este se obtuvo un tiempo promedio de 89 segundos y para el sentido 6-4 de Este a Oeste se obtuvo un promedio de 121 segundos, estos valores reflejan la ausencia de infraestructura adecuada para los peatones como la ausencia de pasos peatonales y falta de señalización. Para la avenida Carlos Vidal, los sentidos 1-3 de Norte a Sur y 5-8 Sur a Norte, se obtuvo tiempos promedios de 113 y 125 segundos respectivamente, lo que refuerza la existencia de dificultades para la circulación de los peatones al intentar cruzar por una intersección no regulada.

Después del rediseño, en la avenida Cipriano Dulanto, para el sentido 2-7 de Oeste a Este el tiempo de viaje peatonal promedio aumentó de 89 a 100 segundos y para el sentido 6-4 de Este a Oeste se redujo de 121 a 102 segundos, demostrando los impactos positivos de los nuevos cruces peatonales, rampas accesibles y reorganización geométrica del espacio urbano. El aumento de tiempo de viaje peatonal en el sentido 2-4, refleja un equilibrio entre las mejoras para la optimización de circulación y para la seguridad vial, en este caso resultó en un ligero aumento de tiempo de viaje debido a la reorganización e implementación semafórica. De igual manera, la avenida secundaria Carlos Vidal en el sentido 1-3 de Norte a Sur se obtuvo una considerable reducción de tiempo de viaje de 113 a 94 segundos y en el sentido 5-8 de Sur a Norte de 125 a 89 segundos, lo que evidencia la efectividad de las intervenciones realizadas como la ampliación del ancho de vereda y mejora en la señalización que agilizaron un cruce más ágil y seguro.

Av. Principal Cipriano Dulanto 2-7	VISSIM	
	Actual	Propuesta
	Validación	Validación
Tiempo de viaje (1)	94,08	101,17
(2)	91,85	102,49
(3)	84,04	95,76
(4)	85,55	99,67
(5)	92,38	103,03
(6)	83,71	96,84
(7)	97,58	106,65
(8)	85,01	95,51
(9)	89,78	97,8
(10)	91,97	107,75
(11)	89,81	105,59
(12)	82,82	96,11
(13)	78,61	88,08
(14)	89,69	98,19
(15)	99,98	109,24
Promedio	89,124	100,259
Desviacion Estandar	5,833	5,671

**Figura 61:** Resultados de los tiempos de viaje peatonal de la situación mejorada de Cipriano  
Dulanto en Vissim

Fuente: Elaboración Propia

Av. Principal Cipriano Dulanto 6-4	VISSIM	
	Actual	Propuesta
	Validación	Validación
Tiempo de viaje (1)	124,83	106,33
(2)	116,2	106,48
(3)	118,82	93,85
(4)	94,94	96,61
(5)	113,33	99,94
(6)	104,35	95,15
(7)	117,66	99,64
(8)	125,69	106,75
(9)	122,73	101,94
(10)	119,64	108,4
(11)	134,73	102,17
(12)	111,56	105,47
(13)	137,62	113,71
(14)	135,24	102,63
(15)	138,85	100,41
Promedio	121,079	102,632
Desviacion Estandar	12,452	5,350

**Figura 62:** Resultados de los tiempos de viaje peatonal de la situación mejorada de Cipriano  
Dulanto en Vissim

Fuente: Elaboración Propia

Calle Carlos Vidal 1-3	<b>VISSIM</b>	<b>VISSIM</b>
	<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>
	<b>Validación</b>	<b>Validación</b>
Tiempo de viaje (1)	120,16	100,07
(2)	126,87	99,36
(3)	112,7	91,66
(4)	123,38	101,9
(5)	110,83	93,67
(6)	107,21	89,49
(7)	115,21	100,92
(8)	108,35	93,27
(9)	115,95	97,56
(10)	115,7	93,01
(11)	112,03	93,41
(12)	109,37	95,01
(13)	108,69	90,19
(14)	110,13	92,91
(15)	102,71	85,35
Promedio	113,286	94,519
Desviacion Estandar	6,424	4,659

**Figura 63:** Resultados de los tiempos de viaje peatonal de la situación mejorada de Carlos Vidal en Vissim

Fuente: Elaboración Propia

Calle Carlos Vidal 5-8	<b>VISSIM</b>	<b>VISSIM</b>
	<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>
	<b>Validación</b>	<b>Validación</b>
Tiempo de viaje (1)	120,99	87,86
(2)	141,3	94,45
(3)	150,29	93,39
(4)	121,36	89,73
(5)	128,21	87,89
(6)	130,72	100,5
(7)	113,2	79,93
(8)	127,14	96,54
(9)	105,5	85,75
(10)	126,58	82,84
(11)	114,93	90,81
(12)	129,05	99,45
(13)	136,18	98,4
(14)	136,95	85,97
(15)	102,03	69,1
Promedio	125,629	89,507
Desviacion Estandar	13,124	8,341

**Figura 64:** Resultados de los tiempos de viaje peatonal de la situación mejorada de Carlos Vidal en Vissim

Fuente: Elaboración Propia

#### **6.4. Análisis estadístico**

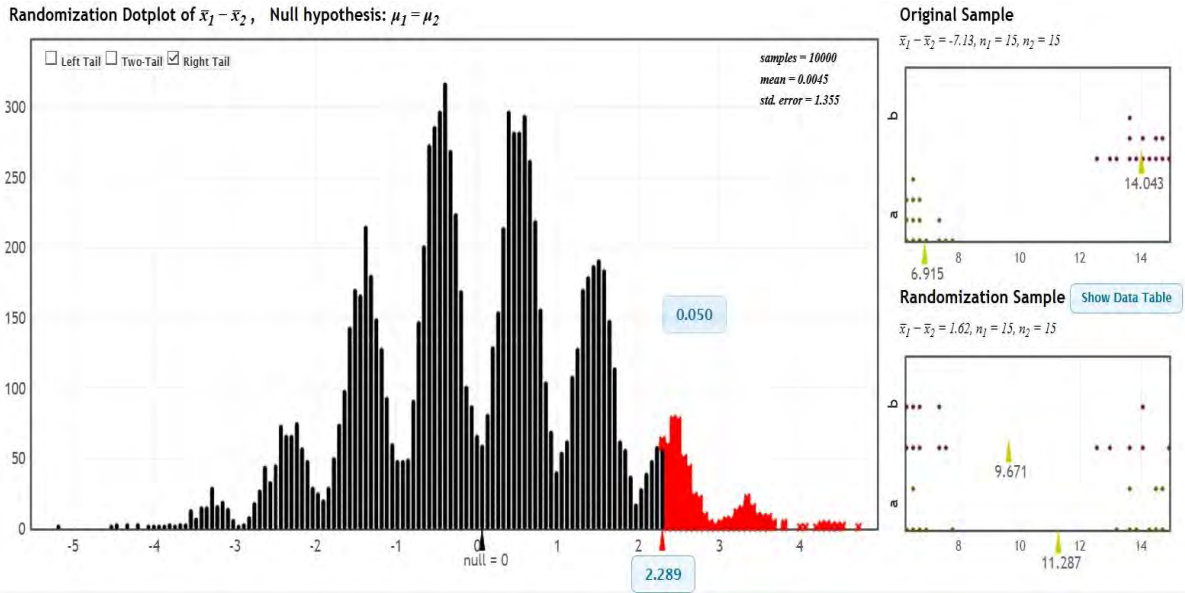
Con la finalidad de evaluar si las mejoras implementadas en la intersección generaron un impacto significativo en los tiempos de viaje peatonales y vehiculares, se aplicó prueba t student para muestras independientes. Esta prueba estadística permite comparar la diferencia de medias sobre los tiempos de viaje en el escenario original y en el escenario mejorado, con el objetivo de establecer si las diferencias observadas son significativas y no se deben al azar.

##### **6.4.1. Hipótesis planteadas y realización de la prueba t de Student:**

Se plantearon como hipótesis nula que no hay mejoras significativas entre los tiempos de viaje vehicular y peatonal en el escenario original y mejorado. En cambio, como hipótesis alternativa, existen mejoras significativas en los tiempos de viaje vehicular y peatonal entre el escenario original y el mejorado, lo que sugiere que las mejoras implementadas tienen un efecto real en los tiempos de viaje.

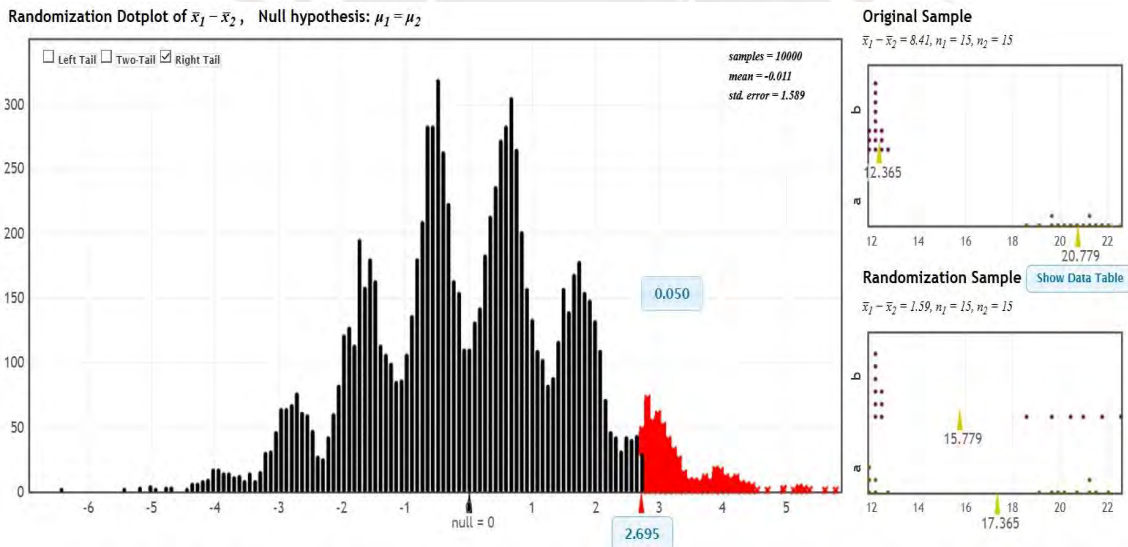
Para llevar a cabo la prueba t de Student, se hallaron las medidas y desviaciones estándar de los tiempos de viaje vehicular y peatonal en ambos escenarios, comparando los resultados del escenario original con el mejorado. Para obtener la diferencia de medias, se consideró que la primera media “X1” sean los tiempos de viaje de la situación actual y, para la segunda media “X2”, que sean los tiempos de viaje de la situación mejorada. Además, se consideró un nivel de confianza del 95%, de manera que se confirme correctamente la diferencia entre medias y rechazar o aceptar la hipótesis nula. Se consideró una distribución de una cola de lado derecho y se asumió que la media X1 es mayor a la X2.

En cuanto a los tiempos de viaje vehicular, el valor p fue inferior a 0.05, lo que permitió rechazar la hipótesis nula. Este hallazgo confirma que las mejoras implementadas, como la instalación de semáforos y la reorganización de los carriles, resultaron en una mejora significativa en los tiempos de viaje vehicular en la Avenida Carlos Vidal. Sin embargo, en la Avenida Cipriano Dulanto, se rechazó la hipótesis alternativa y se registró un aumento en el tiempo de viaje debido a la introducción de semáforos.



**Figura 65:** Randomization test del tiempo de viaje vehicular Av. Manuel Cipriano Dulanto

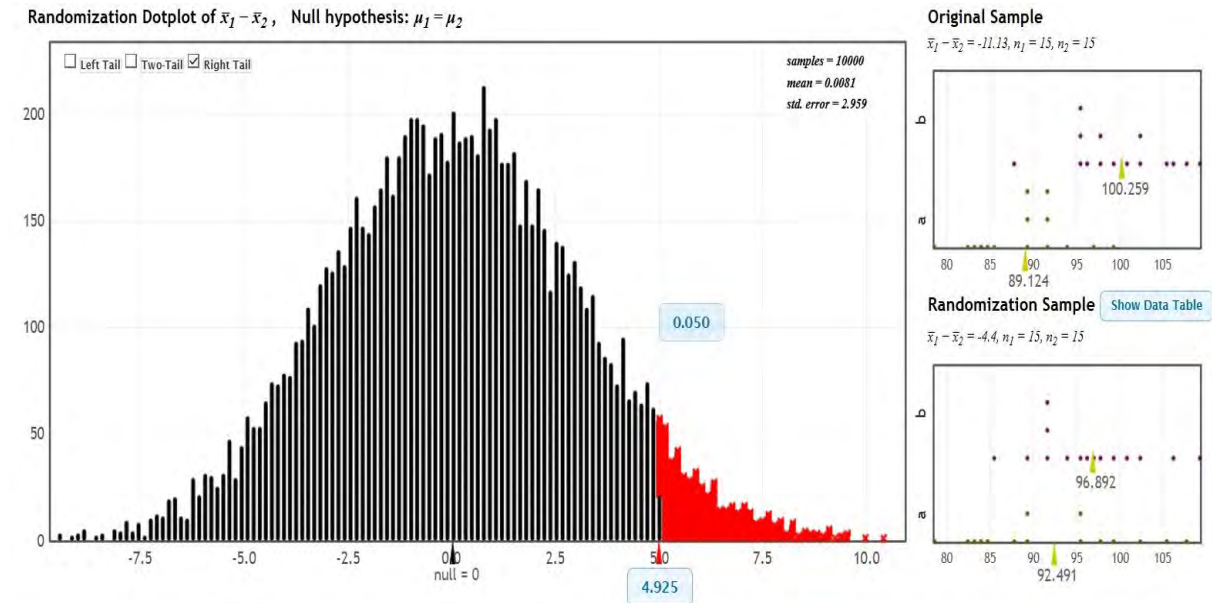
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 66:** Randomization test del tiempo de viaje vehicular calle Carlos Vidal

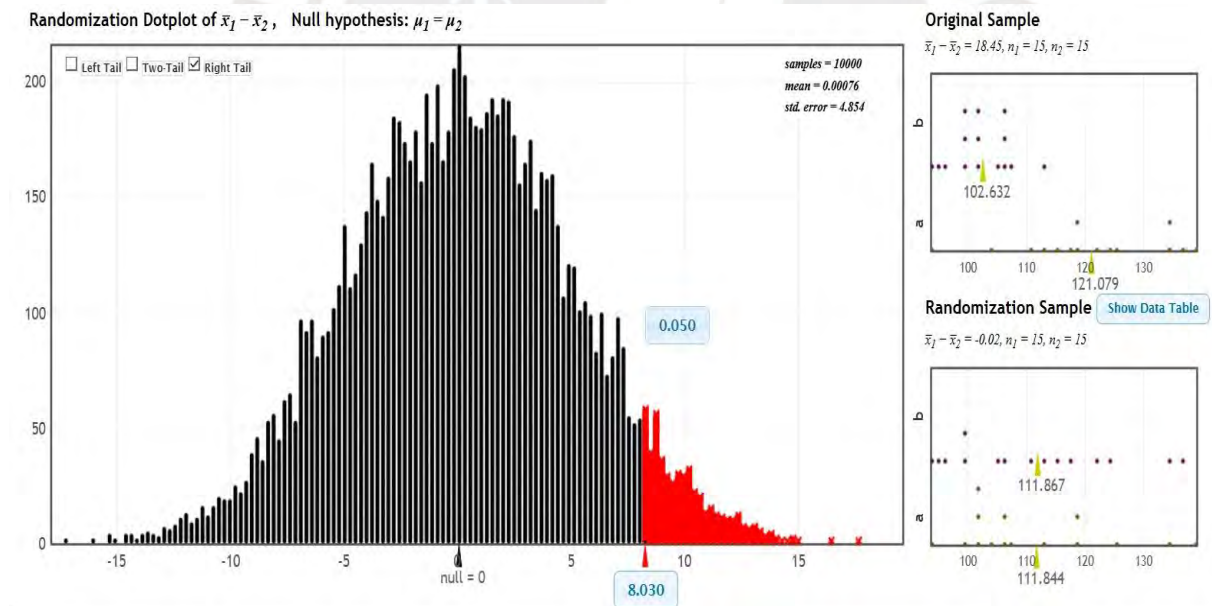
Fuente: Elaboración Propia

Para los tiempos de viaje peatonal, el valor p también fue inferior a 0.05, lo que indica que las intervenciones en la infraestructura peatonal, como la aplicación de rampas y la creación de cruces peatonales más seguros, redujeron los tiempos de viaje de los peatones, afirmando la hipótesis alternativa. Sin embargo, en el sentido 2-7 de la Av. Manuel Cipriano Dulanto, se observó un incremento en el tiempo de viaje peatonal de 89 a 100 segundos, rechazando la hipótesis alternativa, atribuible a la implementación de semáforos y a la mejora de la seguridad, lo que incrementó los tiempos de espera de los peatones.



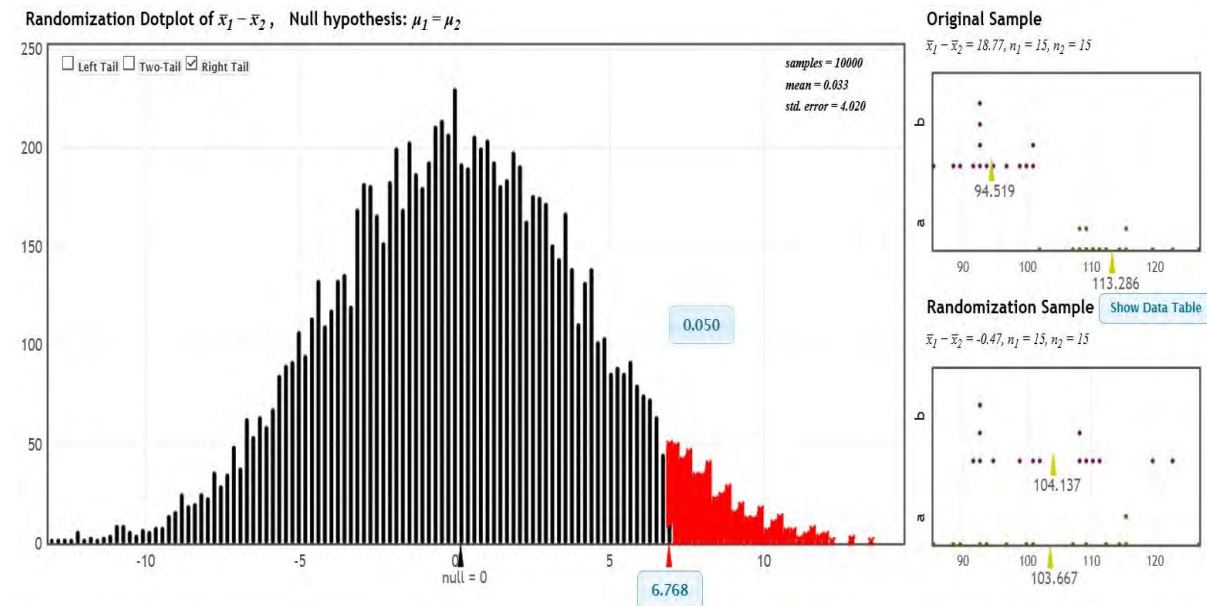
**Figura 67:** Randomization test del tiempo de viaje peatonal, movimiento 2-7

Fuente: Elaboración Propia



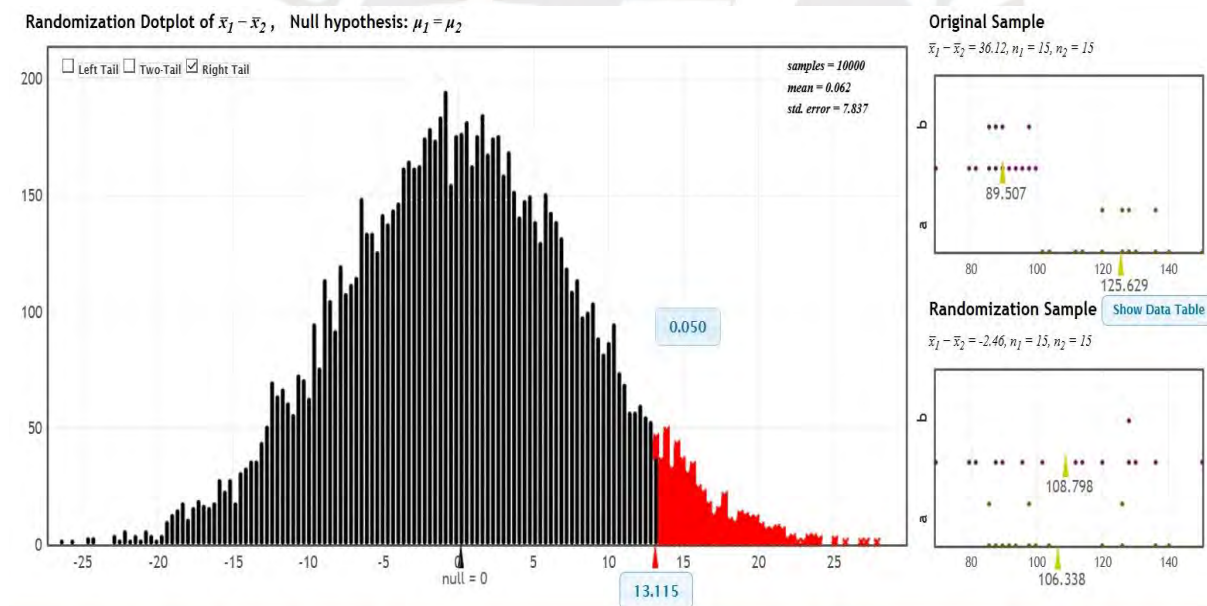
**Figura 68:** Randomization test del tiempo de viaje peatonal, movimiento 6-4

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 69:** Randomization test del tiempo de viaje peatonal, movimiento 1-3

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 70:** Randomization test del tiempo de viaje peatonal, movimiento 5-8

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.2. Conclusión del análisis estadístico

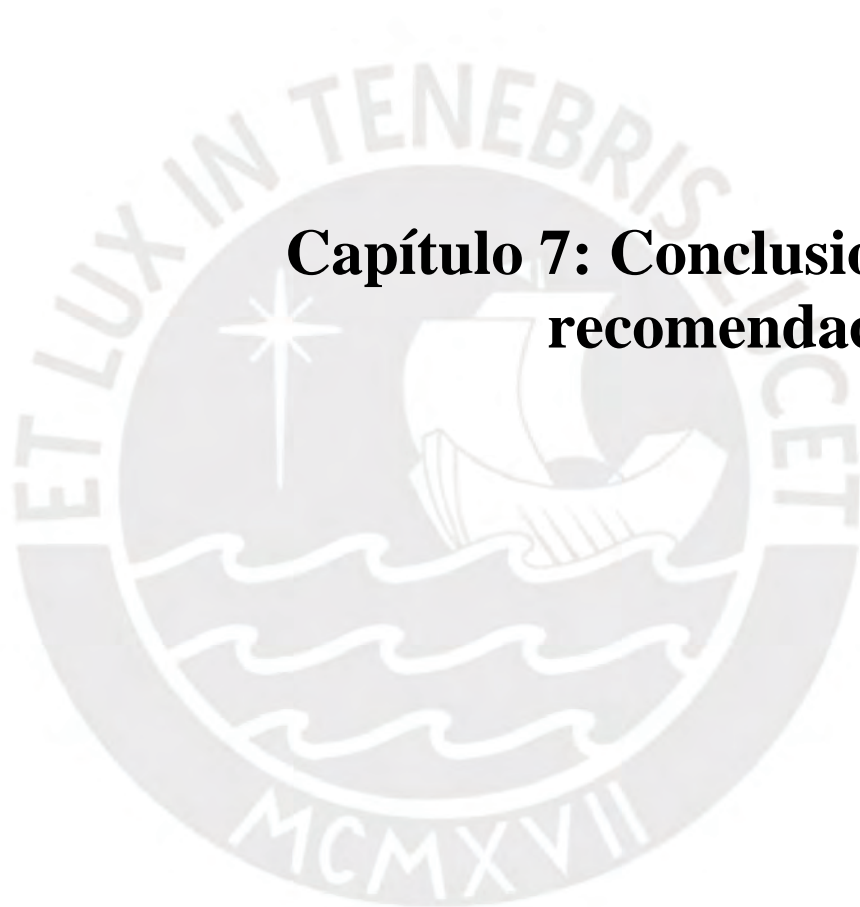
Los resultados de la prueba t indican que en ambos casos (vehicular y peatonal) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las medias de los tiempos de viaje, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula. Esto implica que las mejoras realizadas en la intersección resultaron en

una mejora significativa en los tiempos de viaje, tanto para vehículos como para peatones, en la mayoría de los sentidos analizados. Las intervenciones no solo optimizaron el flujo vehicular, sino que también hicieron que el cruce peatonal fuera más seguro y accesible, aunque con algunos ajustes en los tiempos debido a la regulación semafórica. En particular, la semaforización en la Av. Manuel Cipriano Dulanto incrementó en los tiempos de viaje vehicular, lo cual es predecible en intersecciones que pasan de ser no reguladas a reguladas.

## **6.5. Discusión de resultados**

Los resultados de la simulación no solo mostraron cambios en los tiempos de viaje, sino que también revelaron una transformación importante en la manera en que funciona la intersección. El rediseño propuesto no se centró únicamente en reducir los tiempos, sino en reorganizar el flujo del tráfico priorizando la seguridad y la equidad, especialmente para los usuarios más vulnerables como los peatones. En la calle Carlos Vidal, la mejora fue evidente, ya que se pasó de un tráfico desorganizado a uno más eficiente y seguro, logrando una reducción de 8 segundos en el tiempo de viaje vehicular. Este avance se consiguió sin disminuir el espacio destinado a los peatones ni aumentar su tiempo de viaje, lo que demuestra que una adecuada redistribución del espacio vial puede beneficiar a todos los usuarios.

Por otro lado, en la Av. Manuel Cipriano Dulanto, aunque el tiempo de viaje vehicular aumentó ligeramente, este cambio fue necesario. La incorporación de semáforos mejoró la previsibilidad y el control del tráfico, reduciendo los conflictos al girar y aumentando la seguridad para los peatones. Para los peatones, las mejoras no solo se tradujeron en tiempos más favorables, sino que también en una menor exposición al riesgo. Si bien hubo un pequeño aumento en el tiempo para cruzar, este se realizó en condiciones más seguras, con infraestructura accesible y bien regulada. En este sentido, se priorizó la seguridad sobre la inmediatez, lo que representa un avance en el diseño urbano inclusivo. Finalmente, los datos estadísticos confirmaron que las intervenciones fueron no solo visibles, sino que también significativas. Esto respalda la efectividad del enfoque adoptado, donde la eficiencia se evalúa no solo por la rapidez, si no por el equilibrio entre fluidez, orden y seguridad para todos los usuarios de la intersección.



## **Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones**

## 7.1. Conclusiones

***Con respecto al primer objetivo: “Analizar la situación actual del flujo vehicular y peatonal de la intersección” se concluyó lo siguiente:***

El análisis de la situación actual de la intersección permitió entender con claridad que el espacio vial de estudio no está siendo gestionado ni utilizado de manera adecuada para una circulación segura y eficiente. A través del estudio del flujo vehicular y peatonal, se evidenció una distribución del espacio público que favorece de manera implícita al tránsito vehicular, mientras que las necesidades del peatón quedan ignoradas, incluso invisibilizadas. La intersección opera sin elementos básicos de control como un semáforo o señalización horizontal visible, y sin una infraestructura adecuada para una circulación orientada o proteja a los usuarios más vulnerables.

Durante los periodos observados, en la Av. Manuel Cipriano Dulanto se distribuye un alto volumen vehicular en ambos sentidos, pero especialmente en sentido este - oeste, donde los vehículos tienden a mantener velocidades relativamente altas debido a la falta de regulación. En contraste, la calle Carlos Vidal presenta mayores dificultades para integrarse al flujo principal, generando conflictos en los puntos de cruce. Esta diferencia entre estas vías genera que, por el mal diseño geométrico y la falta de dispositivos de control, incremente la percepción de desorden y entorpece la operación general de la intersección.

En el caso de los peatones, la situación es aún más crítica. La intersección carece de pasos peatonales demarcados, rampas accesibles bien alineadas, señalización preventiva y elementos de protección como bolardos o iluminación adecuada. Ante este escenario, los usuarios peatonales recurren a trayectorias informales que, aunque responden a la lógica del menor esfuerzo, los exponen a un alto nivel de riesgo. Se identificaron desplazamientos en diagonal, cruces anticipados fuera de las esquinas y ocupación de áreas vehiculares por falta de infraestructura específica. Estos comportamientos no reflejan una irresponsabilidad del peatón, sino una adaptación al abandono del diseño urbano.

Una conclusión fundamental de este análisis es que la intersección funciona bajo una lógica de supervivencia cotidiana: cada usuario, ya sea conductor o peatón, actúa en función de su propia experiencia, intuición y necesidad de desplazamiento, sin apoyo de un sistema que ordene ni proteja. Esta falta de regulación y de infraestructura no solo afecta la fluidez del tránsito, sino que amplifica los riesgos, normaliza el desorden y perpetúa una cultura vial excluyente.

Finalmente, lo más relevante de este primer objetivo fue constatar que la problemática de la intersección no se limita a lo técnico ni a lo físico, sino que también refleja un enfoque urbano que históricamente ha ignorado al peatón como parte central del sistema vial. En este sentido, el diagnóstico no solo permitió identificar fallas operativas, sino también evidenciar una deuda estructural con la seguridad, la accesibilidad y la equidad en el espacio público. Esta conclusión constituye el punto de partida para la propuesta de mejora. Comprender cómo se comportan los usuarios en un entorno inseguro e ineficiente permitió plantear soluciones que no solo reorganicen el tránsito, sino que transformen la manera en que las personas se relacionan con la ciudad al circular por ella.

***Con respecto al segundo objetivo “Identificar las principales barreras de accesibilidad para peatones”, se concluyó lo siguiente:***

Durante el análisis de campo se logró identificar que la intersección estudiada presenta condiciones altamente desfavorables para el desplazamiento peatonal. La falta de pasos peatonales señalizados en las esquinas, así como la inexistencia de rampas accesibles correctamente ubicadas, son elementos que evidencian una ausencia total de criterios de accesibilidad en el diseño actual. Estas condiciones no solo obstaculizan el tránsito peatonal, sino que generan situaciones de peligro para personas con movilidad reducida, adultos mayores, niños y usuarios con cochecitos de carga.

Asimismo, se observó que muchas veredas presentan anchos reducidos, deterioro visible, interrupciones por postes u otros obstáculos. Este tipo de barreras físicas impide la continuidad del recorrido peatonal, obligando al usuario a desplazarse por la calzada, aumentando significativamente su exposición al riesgo de accidentes. La situación se agrava por la inexistencia de elementos de protección como bolardos, islas de refugio o señalización vertical que indique prioridad para el peatón. Otro aspecto crítico identificado fue la ausencia de mobiliario urbano y de condiciones de confort en el entorno peatonal. No se encontraron bancas, iluminación adecuada ni paraderos debidamente implementados, lo cual reduce la habitabilidad del espacio público y limita la autonomía de desplazamiento de los peatones. Esta carencia repercute directamente en la percepción de seguridad y en la disposición de las personas a utilizar el entorno vial caminando.

Además, otro aspecto importante identificado fue la falta de elementos que orienten el cruce peatonal, como semáforos o señalización vertical visible. Esta ausencia no solo deja al peatón sin referencia clara para desplazarse, sino que también debilita su reconocimiento como usuario legítimo del espacio vial. El hecho de que el cruce deba realizarse “a juicio propio” frente a flujos vehiculares continuos, como el de la Av. Manuel Cipriano Dulanto, refleja una relación desigual entre modos de transporte, donde el peatón queda completamente sujeto a la decisión del conductor. Esta situación no solo genera inseguridad física, sino también incertidumbre psicológica al momento de

desplazarse, afectando directamente la experiencia de transitar la ciudad a pie.

Todo lo anterior demuestra que las barreras de accesibilidad presentes en la intersección no solo limitan el movimiento, sino que restringen la autonomía, el derecho a la ciudad y la calidad de vida de los peatones. El diseño actual no los contempla como actores principales del sistema urbano, lo que perpetúa una lógica de exclusión tanto funcional como simbólica. Esta omisión tiene consecuencias reales: desincentiva la caminabilidad, incrementa la exposición al riesgo y profundiza las desigualdades en el uso del espacio público. Superar esta situación requiere más que intervenciones puntuales; implica considerar el diseño vial con un enfoque más equitativo, es decir, un enfoque donde se coloque a las personas, y no solo a los vehículos, en el centro de las decisiones.

***Con respecto al el tercer objetivo “Evaluar propuestas de mejora en infraestructura del sistema vial que optimicen el acceso y garanticen la seguridad para todos los usuarios” se concluyó lo siguiente:***

La evaluación del escenario de mejora permitió comprobar que las intervenciones planteadas generan efectos positivos tanto en la eficiencia operativa del tránsito como en la seguridad de los usuarios más vulnerables. A través del modelo de microsimulación desarrollado en PTV VISSIM, se compararon los escenarios actual y rediseñado, lo que permitió observar con claridad los cambios generados por las medidas implementadas: incorporación de semáforos, pasos peatonales señalizados, rampas accesibles, bolardos, reordenamiento geométricos y mejor jerarquización de los flujos.

Una de las conclusiones más relevantes fue que la inclusión de semaforización permitió equilibrar el derecho de paso entre vehículos y peatones. En el escenario actual, los vehículos cruzan sin control, priorizando su circulación incluso en presencia de peatones en espera. En cambio, con la intervención, los cruces se realizan de manera ordenada y con tiempos establecidos, lo que no solo genera seguridad, sino también la previsibilidad de los movimientos. Esta organización redujo los conflictos directos en la zona de cruce y favoreció la convivencia entre modos.

En términos de eficiencia vehicular, los resultados mostraron que, si bien en algunos sentidos se incrementaron los tiempos de espera, especialmente en la Av. Manuel Cipriano Dulanto, en otro, como en la calle Carlos Vidal, hubo una mejora significativa, que es donde más cambios se realizó. Este efecto es positivo si se entiende desde una lógica de distribución más equitativa del espacio vial. La priorización de la seguridad sobre la velocidad, y de los modos vulnerables sobre los motorizados y ciclistas, representa un avance hacia una movilidad más sostenible y centrada en las personas.

Respecto al tiempo de viaje peatonal, la propuesta de rediseño también mostró mejoras notables. En tres de los cuatro sentidos con mayor flujo, los peatones lograron reducir su tiempo de cruce, principalmente debido a la inclusión de señalización clara, rampas bien orientadas y una reducción en la exposición al tráfico motorizado. Incluso en el único sentido donde el tiempo aumentó ligeramente, dicho incremento se explicó por el tiempo de espera ante el semáforo, lo cual, si bien representa una pausa, asegura que las condiciones de cruce sean mucho más seguras que en el escenario original que, a diferencia de la nueva, antes era más arbitraria.

Además, la prueba t de Student aplicada a los resultados cuantitativos demostró que las diferencias entre el escenario base y el escenario rediseñado son estadísticamente significativas. Este hallazgo valida que los cambios no solo tienen un efecto visual o teórico, sino que generan mejoras concretas y medibles en los parámetros de eficiencia y seguridad. Esto es fundamental, ya que brinda evidencia técnica sólida para sustentar decisiones de inversión o de política urbana.

Por último, se debe destacar que las mejoras introducidas no implicaron intervenciones de gran escala, sino soluciones técnicamente sencillas, pero de alto impacto que pueden ser implementadas en muchas otras intersecciones similares. El enfoque adoptado, centrado en la equidad vial, la accesibilidad universal y la seguridad permitió demostrar que es posible transformar espacios cotidianos a través de decisiones de diseño que respondan realmente a las dinámicas observadas en el lugar.

En síntesis, el cumplimiento del tercer objetivo nos permitió confirmar que las propuestas de mejora no solo resolvieron los conflictos operativos detectados en el diagnóstico inicial, sino que también elevó la calidad del entorno vial desde un enfoque integral. Se logró un diseño más justo, más seguro y eficiente, donde peatones y vehículos no compiten, sino que comparten el espacio con reglas claras, una infraestructura adecuada y prioridades bien definidas.

## **7.2. Recomendaciones**

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda implementar un rediseño integral de la intersección que contemple la regulación del tránsito mediante semáforos, la señalización adecuada y la incorporación de infraestructura accesible que garantice condiciones seguras para peatones y vehículos. Es fundamental priorizar la instalación de pasos peatonales visibles, rampas alineadas con los cruces y elementos de protección como bolardeos, que definan claramente el espacio destinado al peatón. Asimismo, se sugiere mejorar la calidad de las veredas, reforzar la iluminación y formalizar los paraderos existentes. Estas acciones deben formar parte de una estrategia urbana orientada a la

equidad vial y a la seguridad de los usuarios más vulnerables, especialmente en intersecciones donde el diseño actual ha normalizado la exclusión del peatón.



## Bibliografía

Asociación Automotriz del Perú. (2024, 8 de septiembre). Sector automotor cierra el 2023 con incremento de 1.03%. Recuperado de <https://aap.org.pe/sector-automotor-cierra-el-2023-con-incremento-de-1-03-inei/#:~:text=SECTOR%20AUTOMOTOR%20CIERRA%20EL%202023%20CON%20INCREMENTO%20DE%201.03%25,-La%20economía%20peruana&text=De%20acuerdo%20con%20cifras%20oficiales,similar%20mes%20del%20año%20anterior4>

Bautista, A., León, A., & Domínguez, J. (2024). Movilidad urbana sostenible y espacio público. XAHNI Boletín Científico de La Escuela Preparatoria, 1(2).

Blanco, J., Bosoer, L., & Apaolaza, R. (2014). Gentrificación, movilidad y transporte: Aproximaciones conceptuales y ejes de indagación. Revista de Geografía Norte Grande, 58, 41-53.

Cal y Mayor, R. & Cárdenas Grisales, J. (2018). Ingeniería de tránsito Fundamentos y aplicaciones (9th ed.) Alfaomega Grupo Editor.

Casas, E. (2023). Propuesta de mejora para la intersección. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Ceccarelli, J., & Cordova, M. (2021). Análisis del tráfico y propuesta de mejora en intersecciones. Instituto Peruano de Transporte.

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2023). Perú será el quinto país de la región con mayor población en el 2050. Plataforma del Estado Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/ceplan/noticias/693057-peru-sera-el-quinto-pais-de-la-region-con-mayor-poblacion-en-el-2050>

ComexPerú (2013). Lima presenta el peor tráfico a nivel del continente y espera una reforma en el sector. Recuperado de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/lima-presenta-el-peor-trafico-a-nivel-del-continente-y-espera-una-reforma-en-el-sector>

Dextre, J. C. (2010). Seguridad vial: La necesidad de un nuevo marco teórico. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Dextre, J. C. (2014). Movilidad en zonas urbanas. Editorial de Movilidad Urbana.

Dextre, J. C., Pirota, M. D., Tabasso, C., Bermúdez, J., & García, A. O. (2008). Vías humanas: Un enfoque multidisciplinario y humano de la seguridad vial. Editorial de Seguridad Vial.

Dowling, R., Skabardonis, A., & Alexiadis, V. (2004). Traffic analysis toolbox Volume III: Guidelines for applying traffic microsimulation modeling software. Federal Highway Administration.

Fernández, A., & Dextre, J.C. (2011). Elementos de la teoría del tráfico vehicular. Repositorio Pontificia Universidad Católica del Perú.

Gehl, J. (2010). Cities for people. Island Press.

Gestión. (2024). Incremento del flujo vehicular durante mayo de 2024: Vehículos, parque automotor y turismo en provincias. Gestión. <https://gestion.pe/economia/incremento-del-flujo-vehicular-durante-mayo-de-2024-vehiculos-parque-automotor-turismo-provincias-noticia/>

Gestión. (2024). Lima Moderna: Demanda inmobiliaria en Jesús María, Magdalena, Lince, Pueblo Libre, San Miguel y Surquillo. Gestión. <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/lima-moderna-demanda-inmobiliaria-jesus-maria-magdalena-lince-pueblo-libre-san-miguel-surquillo-asei-noticia/>

Guillermo Tito, D. A. (2018). Mejoras en la seguridad vial con medidas de bajo costo [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. [https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:614608/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:614608/one)

Huerta, J. (2007) Discapacidad y diseño accesible: Diseño urbano y arquitectónico para personas con discapacidad.

Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO). (2002). Libro verde: La accesibilidad en España. Diagnóstico y bases para un plan integral de supresión de barreras. ACCEPLAN Accesibilidad S.L. <https://www.researchgate.net/publication/317387273>

Lima Cómo Vamos. (2022). Encuesta Lima Cómo Vamos 2022. <https://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2022/11/EncuestaLCV2022.pdf>

Litman, T. (2006). Gestión de la movilidad. Transporte Sostenible: Texto de Referencia Para Formuladores de Políticas Públicas En Ciudades de Desarrollo.

National Association of City Transportation Officials. NACTO (2013). *Urban street design guide*. Island Press.

National Association of City Transportation Officials. NACTO (2016). *Global street design guide*. Island Press. <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-816-9>

Mattioli, L. (2023). Movilidad y transporte: Aportes metodológicos de planificación territorial. *Transporte y Territorio*, (29), 147–176. <https://doi.org/10.34096/rtt.i29.11124>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2016). Manual de dispositivos de control y de tránsito automotor para calles y carreteras.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2017). Manual de seguridad vial.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2018). Manual de carreteras: Diseño geométrico.

Mozo Sánchez, J. (2011). Análisis de Nivel de Servicio y Capacidad de Segmentos Básicos de Autopista, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de la UNAM. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000670331>

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2022). Manual de diseño urbano inclusivo para

Lima Metropolitana. Gerencia de Desarrollo Urbano y Subgerencia de Renovación Urbana.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2024). Página principal. Recuperado de <https://www.oecd.org>

Pontificia Universidad Católica del Perú. (s.f.). *Tabla t de Student*. [https://paideia.pucp.edu.pe/cursos/pluginfile.php/1943316/mod\\_resource/content/1/tabla%20t%20student.pdf](https://paideia.pucp.edu.pe/cursos/pluginfile.php/1943316/mod_resource/content/1/tabla%20t%20student.pdf)

Ortiz Sánchez, K. B., & Peña, S. (2023). La movilidad y el derecho a la ciudad: El Bus Rapid Transit en Ciudad Juárez. *Economía, Sociedad y Territorio*, 23(71), 281–307. <https://doi.org/10.22136/est20231898>

Rodríguez, Z. (2019). Análisis del tráfico y propuesta de mejora en la intersección de la Av. Arnaldo Márquez y la calle Nazca en la ciudad de Lima. Lima, Perú.

Schröder. (s.f.). *Smart lighting improves safety with less energy in Bad Hersfeld*. <https://www.schreder.com/en/projects/smart-lighting-improves-safety-less-energy-bad-hersfeld>

Tello Gutiérrez, Á. J. N. (2018). Evaluación y mejora de la seguridad vial peatonal y el nivel de servicio en la intersección de las avenidas Los Alisos y Túpac Amaru (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

TomTom. (2024). Traffic Index Ranking. Recuperado de <https://www.tomtom.com/traffic-index/ranking/?country=AR%2CBR%2CCL%2CCO%2CPE%2CUY>

Torres Calderón, D. A., & Aranda Jiménez, F. N. (2015). Inspecciones de seguridad vial [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. [https://pucp.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:574853/one](https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:574853/one)

U.S. Department of Justice. (2010). *2010 ADA standards for accessible design*. Americans with Disabilities Act. <https://www.ada.gov/regs2010/2010ADASTandards/2010ADASTandards.htm>

Yang, B. (2020). Application of VISSIM software in traffic engineering course reform of road and bridge major. Atlantis Press. <https://www.atlantis-press.com/proceedings/emehss-18/25891778>



## **Anexos**

Ítem	Pregunta	RESPUESTA			COMENTARIOS
		SI	NO	NA	
<b>CONFIGURACIÓN DE LA INTERSECCIÓN</b>					
1	¿El diseño de la geometría de la intersección tuvo como enfoque principal a los usuarios más vulnerables?		x		Ancho insuficiente de vereda, poco caminable
2	¿La intersección presenta problemas de capacidad que puedan causar problemas de seguridad?	x			Dificultad para peatones para cruzar
3	¿Los radios de giro permiten el tránsito de vehículos grandes?	x			Si, pero con cierta dificultad
4	¿Carriles de acceso y salida están alineados?		x		No, la Av Carlos Vidal no está alineada
5	¿Anchos de calzada adecuados para la composición vehicular?	x			Si, pero se puede reducir en la Av Carlos Vidal
<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b>					
6	¿Señalización vertical necesaria y adecuada para todos los usuarios?		x		No, solamente existe un PARE y se necesitan muchas más señales como la de no giro en U y de no voltear a la izquierda en Vidal
7	¿Visibilidad de señales verticales obstaculizada por objetos?		x		Las señales son visibles en la Av. Carlos Vidal
8	¿Señales verticales obstaculizan la visibilidad de usuarios?		x		No, las señales encontradas no obstaculizan la visibilidad de ningún usuario
9	¿Mensajes de señales comprensibles día y noche?	x			En la noche no se logra distinguir correctamente
10	¿Señales verticales son retrorreflectantes o iluminadas?			x	si, no retrorreflectantes pero están en condiciones pesimas
11	¿Existe señalización vertical redundante que pueda confundir al conductor?		x		
12	¿Los soportes de la señalización vertical están elaborados de material frágil?	x			no, están hechos de metal
13	¿Los soportes de señalización están protegidos por barreras de contención?		x		No, se encuentran empotrados en el suelo
14	¿Las señales verticales están en buen estado físico?		x		Se encuentran doblados y oxidados
15	¿La distancia de reacción es adecuada después de observar una señal?	x			
16	¿Señales de velocidad máxima acordes con el área?		x		No se observan señalización de velocidad máxima a pesar de encontrarse cerca a un colegio
17	¿Señalización que restrinja circulación de ciertos vehículos e indique rutas alternativas?			x	No se observa dicho tipo de señal
18	¿Las señales restrictivas advierten con suficiente anticipación?	x			si, la señal de PARE, se encuentra correctamente ubicada
<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b>					
19	¿Líneas de parada visibles en todos los accesos?		x		No, las líneas de parada no están correctamente pintadas en ninguna de las avenidas
20	¿Calzada presenta demarcaciones de carril y flechas direccionales?		x		En Cipriano dulanto no presenta ninguna demarcación. Sin embargo, en Carlos Vidal presenta demarcación poco visible
21	¿Demarcaciones visibles por los usuarios?		x		Poco o no visible
22	¿Demarcaciones están en buen estado físico?		x		No, están despintados
23	¿Demarcaciones adecuadas según tipología?		x		No se encuentran las divisiones de carril en la Av Carlos Vidal

Ítem	Pregunta	RESPUESTA			COMENTARIOS
		SI	NO	NA	
47	¿Hay zonas de estancamiento de agua en la calzada?		x		
48	¿Hay material suelto sobre la calzada?	x			Se pueden observar partículas pequeñas de pavimento cerca de los orificios en la autopista
49	¿La superficie permite tránsito vehicular seguro?	x			A pesar de algunas imperfecciones, los vehículos circulan sin problema
50	¿Existen huellas de frenado visibles en la superficie?		x		No se ubican huellas de frenado en la pista nueva. Sin embargo, en la antigua se observan marcas de frenado en la avenida principal
<b>ESTACIONAMIENTOS VEHICULARES</b>					
51	¿Se ha prohibido el estacionamiento por motivos de seguridad?		x		No, se puede parquear con normalidad
52	¿Debe restringirse el estacionamiento en hora punta?		x		No es necesario, no afecta al flujo considerablemente
53	¿Existen playas de estacionamiento cerca?		x		No, únicamente hay estacionamientos en las esquinas y en el Oxxo
54	¿Peatones tienen buena visibilidad cerca de estacionamientos?	x			Sí, no afecta a la visibilidad cerca a los estacionamientos
55	¿Vehículos tienen visibilidad adecuada para maniobras al ingresar o salir de estacionamientos?	x			Sí, no afecta a la visibilidad cerca a los estacionamientos
56	¿Vehículos que se aproximan a estacionamientos tienen visibilidad suficiente?	x			Sí, no afecta a la visibilidad cerca a los estacionamientos
57	¿Hay señalización en los estacionamientos?		x		No, no cuentan con señalización adecuada
58	¿Estacionamientos no al nivel de calzada tienen rampas?	x			Todos los estacionamientos cuentan con rampas, o en su defecto son inclinados hacia la pista
59	¿Maniobras de parqueo afectan al tránsito?		x		No afecta de manera considerable al tránsito
60	¿Orientación de vehículos es adecuada?	x			Es adecuada puesto que no invade la pista
61	¿Dimensiones de estacionamientos son adecuadas?	x			Cuentan con dimensiones adecuadas y puede entrar hasta dos vehículos y hasta cuatro en Oxxo
<b>PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO</b>					
62	¿Existen paraderos formales en la zona?		x		No se cuenta con la infraestructura adecuada
63	¿Ubicación de paraderos se relaciona con la demanda?	x			Sí, suele haber entre 1 a 5 peatones en espera
64	¿Paraderos están en carriles segregados?		x		No, no cuentan con carriles segregados
65	¿Ascenso y descenso en paraderos es seguro?		x		Es seguro pero no adecuado puesto que no cuenta con infraestructura adecuada para todos los tipos de peatones
66	¿Solera en paraderos tiene altura/forma adecuada?		x		Sí, cuenta con una altura adecuada de
67	¿Paraderos afectan la visibilidad de la intersección?		x		No, los paraderos se encuentran a una correcta altura
<b>USUARIOS DE LA VÍA: PEATONES</b>					
68	¿Pasos peatonales están ubicados en lugares seguros?		x		No cuenta con pasos peatonales
69	¿Pasos peatonales son suficientes y bien ubicados?		x		No cuenta con pasos peatonales

Ítem	Pregunta	RESPUESTA			COMENTARIOS
		SI	NO	NA	
47	¿Hay zonas de estancamiento de agua en la calzada?		x		
48	¿Hay material suelto sobre la calzada?	x			Se pueden observar partículas pequeñas de pavimento cerca de los orificios en la autopista
49	¿La superficie permite tránsito vehicular seguro?	x			A pesar de algunas imperfecciones, los vehículos circulan sin problema
50	¿Existen huellas de frenado visibles en la superficie?		x		No se ubican huellas de frenado en la pista nueva. Sin embargo, en la antigua se observan marcas de frenado en la avenida principal
<b>ESTACIONAMIENTOS VEHICULARES</b>					
51	¿Se ha prohibido el estacionamiento por motivos de seguridad?		x		No, se puede parquear con normalidad
52	¿Debe restringirse el estacionamiento en hora punta?		x		No es necesario, no afecta al flujo considerablemente
53	¿Existen playas de estacionamiento cerca?		x		No, únicamente hay estacionamientos en las esquinas y en el Oxxo
54	¿Peatones tienen buena visibilidad cerca de estacionamientos?	x			Si, no afecta a la visibilidad cerca a los estacionamientos
55	¿Vehículos tienen visibilidad adecuada para maniobras al ingresar o salir de estacionamientos?	x			Si, no afecta a la visibilidad cerca a los estacionamientos
56	¿Vehículos que se aproximan a estacionamientos tienen visibilidad suficiente?	x			Si, no afecta a la visibilidad cerca a los estacionamientos
57	¿Hay señalización en los estacionamientos?		x		No, no cuentan con señalización adecuada
58	¿Estacionamientos no al nivel de calzada tienen rampas?	x			Todos los estacionamientos cuentan con rampas, o en su defecto son inclinados hacia la pista
59	¿Maniobras de parqueo afectan al tránsito?		x		No afecta de manera considerable al tránsito
60	¿Orientación de vehículos es adecuada?	x			Es adecuada puesto que no invade la pista
61	¿Dimensiones de estacionamientos son adecuadas?	x			Cuentan con dimensiones adecuadas y puede entrar hasta dos vehículos y hasta cuatro en Oxxo
<b>PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO</b>					
62	¿Existen paraderos formales en la zona?		x		No se cuenta con la infraestructura adecuada
63	¿Ubicación de paraderos se relaciona con la demanda?	x			Si, suele haber entre 1 a 5 peatones en espera
64	¿Paraderos están en carriles segregados?		x		No, no cuentan con carriles segregados
65	¿Ascenso y descenso en paraderos es seguro?		x		Es seguro pero no adecuado puesto que no cuenta con infraestructura adecuada para todos los tipos de peatones
66	¿Solera en paraderos tiene altura/forma adecuada?		x		Si, cuenta con una altura adecuada de
67	¿Paraderos afectan la visibilidad de la intersección?		x		No, los paraderos se encuentran a una correcta altura
<b>USUARIOS DE LA VÍA: PEATONES</b>					
68	¿Pasos peatonales están ubicados en lugares seguros?		x		No cuenta con pasos peatonales
69	¿Pasos peatonales son suficientes y bien ubicados?		x		No cuenta con pasos peatonales

Ítem	Pregunta	RESPUESTA			COMENTARIOS
		SI	NO	NA	
70	¿Pasos elevados o inferiores evitan cruces informales?			x	No cuenta con pasos elevados
71	¿Señalización horizontal apropiada en pasos peatonales?		x		No cuenta con señalización horizontal
72	¿Peatones cruzan fuera de pasos habilitados?	x			Si, ya que no cuentan con pasos habilitados
73	¿Existen vallas peatonales?		x		No se cuenta con vallas peatonales
74	¿Vallas permiten buena visibilidad del tránsito?			x	No se cuenta con vallas peatonales
75	¿Vallas guían de forma segura el cruce peatonal?			x	No se cuenta con vallas peatonales
76	¿Rampas están bien diseñadas para personas con movilidad reducida?		x		No, son estrechas y no estan alineadas
77	¿Marcas podotáctiles implementadas?		x		No cuentan con marcas podotactiles
78	¿Visibilidad adecuada para peatones en aceras?	x			Si, se puede observar correctamente todos los vehiculos en la intersección
79	¿Aceras tienen ancho adecuado para peatones?		x		No, son estrechas y no estan alineadas
80	¿Facilidades peatonales seguras en zonas con equipamiento urbano?		x		En la mediana, no cuenta con bolardos por lo cual están expuesto ante colisiones frontales de vehiculos
81	¿Buena visibilidad nocturna de facilidades peatonales?		x		No se tiene buena visibilidad nocturna
82	¿Facilidades peatonales son seguras en la noche?		x		Si, sin embargo son poco visibles en en la noche
83	¿Existen isletas o medianas para cruces largos o con flujos opuestos?	x			Si, cuenta con islas para cruces largos de más de 2 carriles
84	¿Ancho de medianas/isletas es suficiente?	x			Si, es suficiente sin embargo, la rampa para conectarlos debe de ser más ancha, o en su defecto colocarlo a nivel de pista
85	¿Medianas/isletas son visibles por conductores?	x			Si, son visibles pero podría mejorar su visibilidad con uso de bolardos reflectantes.
<b>USUARIOS DE LA VÍA: CICLISTAS</b>					
86	¿Existen ciclovías en las vías que concurren en la intersección?		x		No existen ciclovías
87	¿Las ciclovías son de uso exclusivo para ciclistas?			x	No existen ciclovías
88	¿El ancho de las ciclovías es adecuado y cómodo?			x	No existen ciclovías
89	¿Las rutas ciclistas están libres de obstáculos o imperfecciones?			x	No existen ciclovías
90	¿Los puntos de cruce para ciclistas son seguros?			x	No existen ciclovías
91	¿Los conductores respetan la prelación del ciclista al cruzar la intersección?			x	No existen ciclovías
92	¿Los ciclistas respetan la prelación del peatón al cruzar o circular?			x	No existen ciclovías
93	¿Los peatones invaden las ciclovías?			x	No existen ciclovías

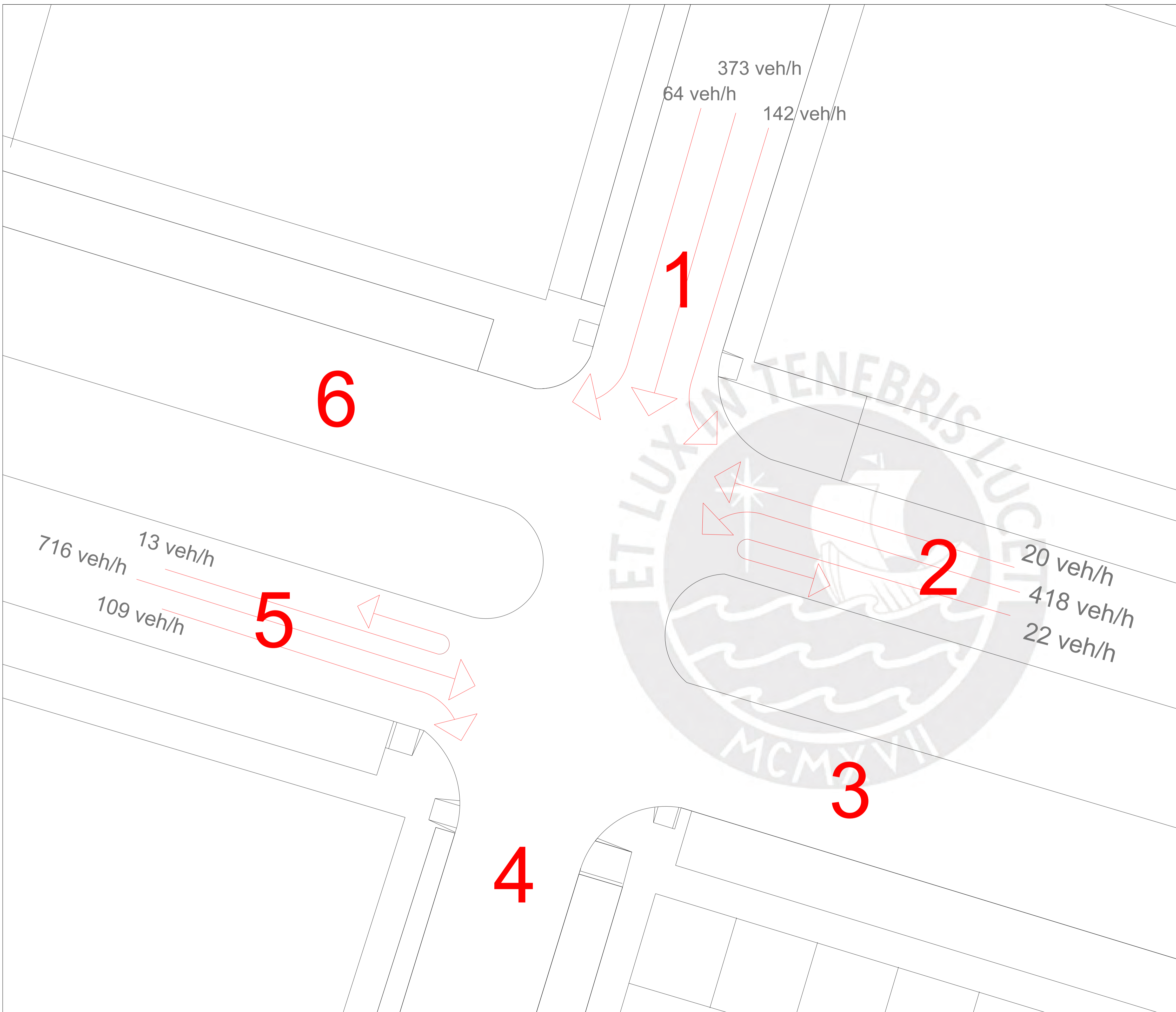
Ítem	Pregunta	RESPUESTA			COMENTARIOS
		SI	NO	NA	
94	¿Los ciclistas tienen visibilidad suficiente al ingresar/salir de la intersección?			x	No existen ciclovías
<b>USUARIOS DE LA VÍA: VEHICULOS</b>					
95	¿Existen maniobras vehiculares conflictivas (convergencia, entrecruzamiento, divergencia)?	x			Si, los giros en U en la Av Cipriano dulanto generando entrecruzamiento
96	¿Los conductores perciben que ingresan a una zona de conflicto al entrar a la intersección?	x			si, puesto que no existe regulación alguna más allá que los semáforos
97	¿La visibilidad de los conductores es adecuada en zonas de convergencia/divergencia?	x			Si, presenta adecuada visibilidad en la intersección
98	¿Circulan vehículos de transporte turístico por la intersección?		x		No circula transporte turístico
99	¿Los vehículos respetan los límites de velocidad establecidos?		x		No respetan ya que se encuentra cerca de un colegio y no suelen disminuir su velocidad.
100	¿Deben implementarse reductores de velocidad en las vías de estudio?		x		No consideramos necesario, basta unicamente con delimitar los flujos vehiculares con semáforos
<b>USUARIOS DE LA VÍA: TRANSPORTE PÚBLICO</b>					
101	¿Circulan vehículos de transporte público por la intersección?	x			Transitan aproximadamente entre 5-7 lineas de buses
102	¿Luces/tableros/placas de buses interfieren con la visibilidad de otros usuarios?		x		No interfiere con la visibilidad de otros usuarios
103	¿Existe señalización que regule el tránsito o estacionamiento del transporte público?		x		No existe ninguna señalización vertical u horizontal
104	¿Se requieren vías segregadas para transporte público?		x		No, ya que la cantidad de flujo vehicular no requiere una segregación de vías
<b>USUARIOS DE LA VÍA: TRANSPORTE DE CARGA</b>					
105	¿Circulan vehículos de transporte de carga por la intersección?	x			Si, aunque son de muy poca cantidad
106	¿Existen horarios exclusivos de carga y descarga?		x		No, ya que se tiene un estacionamiento específico para carga y descarga del Oxxo.
<b>USUARIOS DE LA VÍA: MOTOCICLETAS</b>					
107	¿Circulan motocicletas por la intersección?	x			Si
108	¿Conductores de motocicletas usan aditamentos de protección como cascos?	x			Si
<b>ENTORNO Y MOBILIARIO URBANO</b>					
109	¿Existen vallas peatonales fabricadas con materiales frágiles?		x		No se tienen vallas peatonales
110	¿Vallas peatonales son visibles en horarios nocturnos?		x		No se tienen vallas peatonales
111	¿Postes de alumbrado o cableado están cerca del borde de la calzada?	x			Si, se encuentran a menos de un metro del borde de la calzada
112	¿Postes están fabricados con materiales frágiles?		x		No, son de acero galvanizado
113	¿Mobiliario urbano está en buen estado físico (bancas, tachos, postes, etc.) ?		x		No, los postes están inclinados, no se cuenta con tachos y las veredas en algunos casos están destrozadas

PERIODO SENTIDO	5:00-5:27 PM AFORO PEATONAL	P/h
1-2.	29	64
1-3.	11	24
1-8.	6	13
3-1.	7	16
3-4.	27	60
3-5.	8	18
5-3.	8	18
5-6.	27	60
5-8.	8	18
8-1.	5	11
8-5.	9	20
8-7.	11	24
2-1.	26	58
2-7.	24	53
2-3.	5	11
2-4.	10	22
4-3.	26	58
4-6.	24	53
4-7.	7	16
4-2.	7	16
7-6.	9	20
7-8.	26	58
7-2.	15	33
6-5.	25	56
6-7.	8	18
6-4.	28	62
<b>TOTAL</b>	<b>396</b>	<b>880</b>

**Aforamiento Peatonal total Jueves**

PERIODO SENTIDO	3:00 a 3:23 PM AFORO PEATONAL	P/h
1-2.	16	42
1-3.	17	44
1-8.	7	18
3-1.	10	26
3-4.	16	42
3-5.	5	13
5-3.	8	21
5-6.	20	52
5-8.	8	21
8-1.	7	18
8-5.	10	26
8-7.	12	31
2-1.	24	63
2-7.	22	57
2-3.	7	18
2-4.	6	15
4-3.	20	52
4-6.	16	42
4-7.	4	10
4-2.	8	21
7-6.	11	29
7-8.	26	68
7-2.	28	73
6-5.	50	130
6-7.	6	16
6-4.	14	37
TOTAL	378	985

**Aforamiento Peatonal total sábado**



LEYENDA	
	Movimientos de los vehiculos
384 veh/h	cantidad de vehiculos por hora en cada movimiento
	Lotes de viviendas o comercios



Escala 1:1250



AUTORES:  
-Fernández Vera, Javier Leonidas  
-Barberena Maguiña, Juan Diego

Flujograma vehicular jueves

PLANO: A-01

TESIS: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE MANUEL CIPRIANO DULANTO Y CARLOS VIDAL, LIMA-PERÚ

RAMA: TRANSPORTES

ESCALA: 1:200

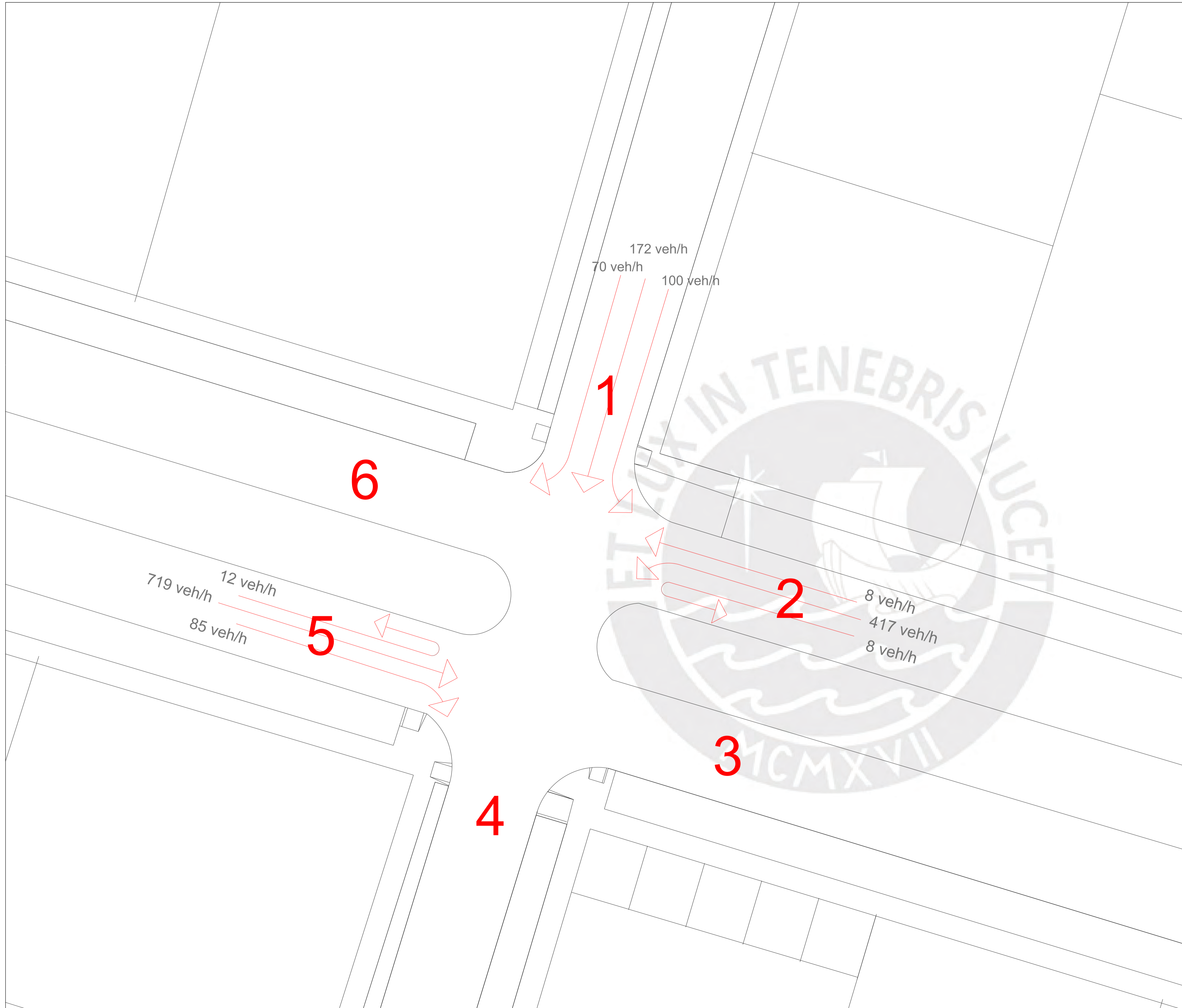
PROFESOR: Dr. Felix Cabrera

DEPARTAMENTO: Lima

PROVINCIA: Lima

DISTRITO: Pueblo Libre

FECHA: 06/07/2025



LEYENDA	
	Movimientos de los vehiculos
384 veh/h	cantidad de vehiculos por hora en cada movimiento
	Lotes de viviendas o comercios



Escala 1:1250



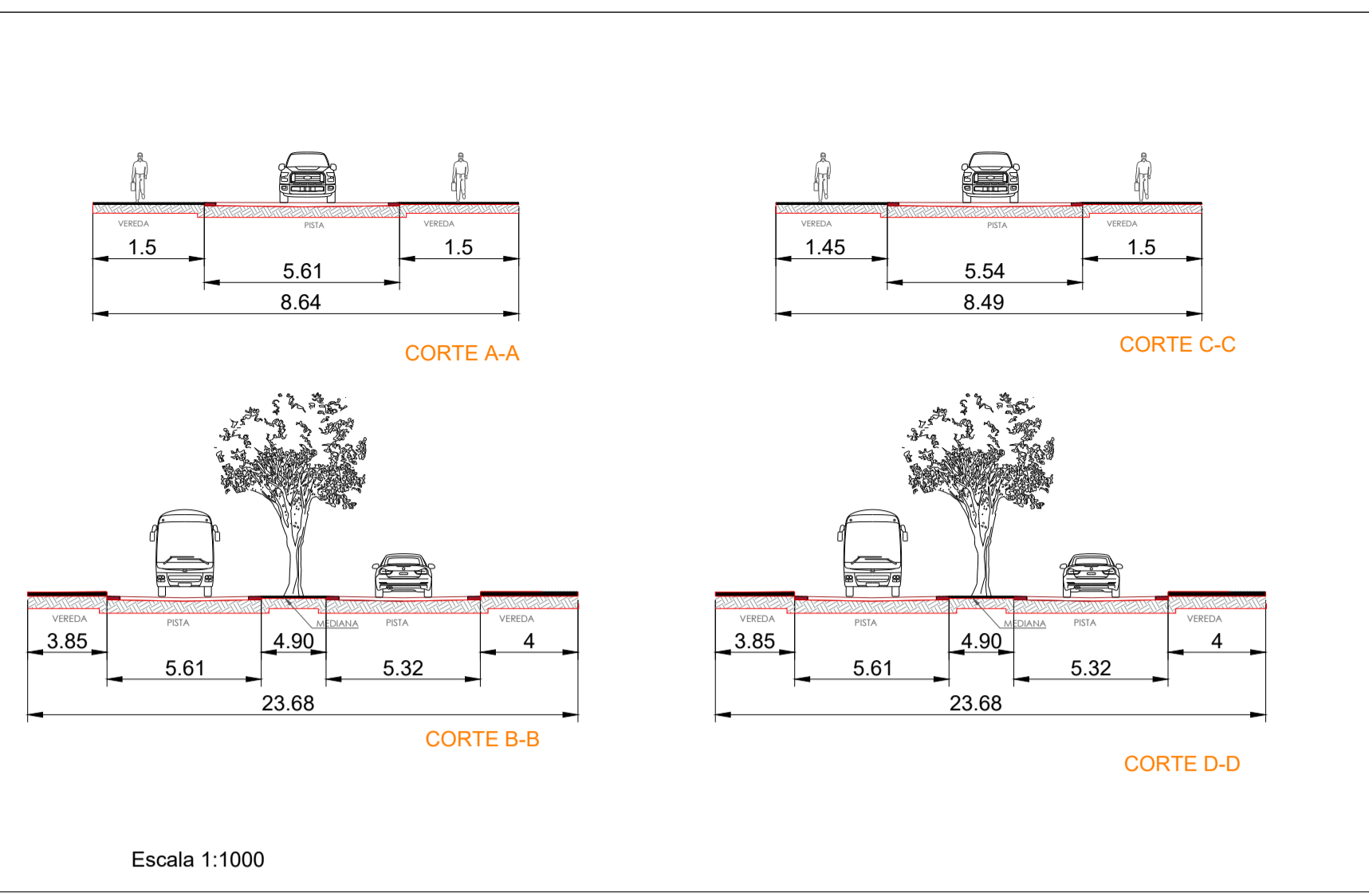
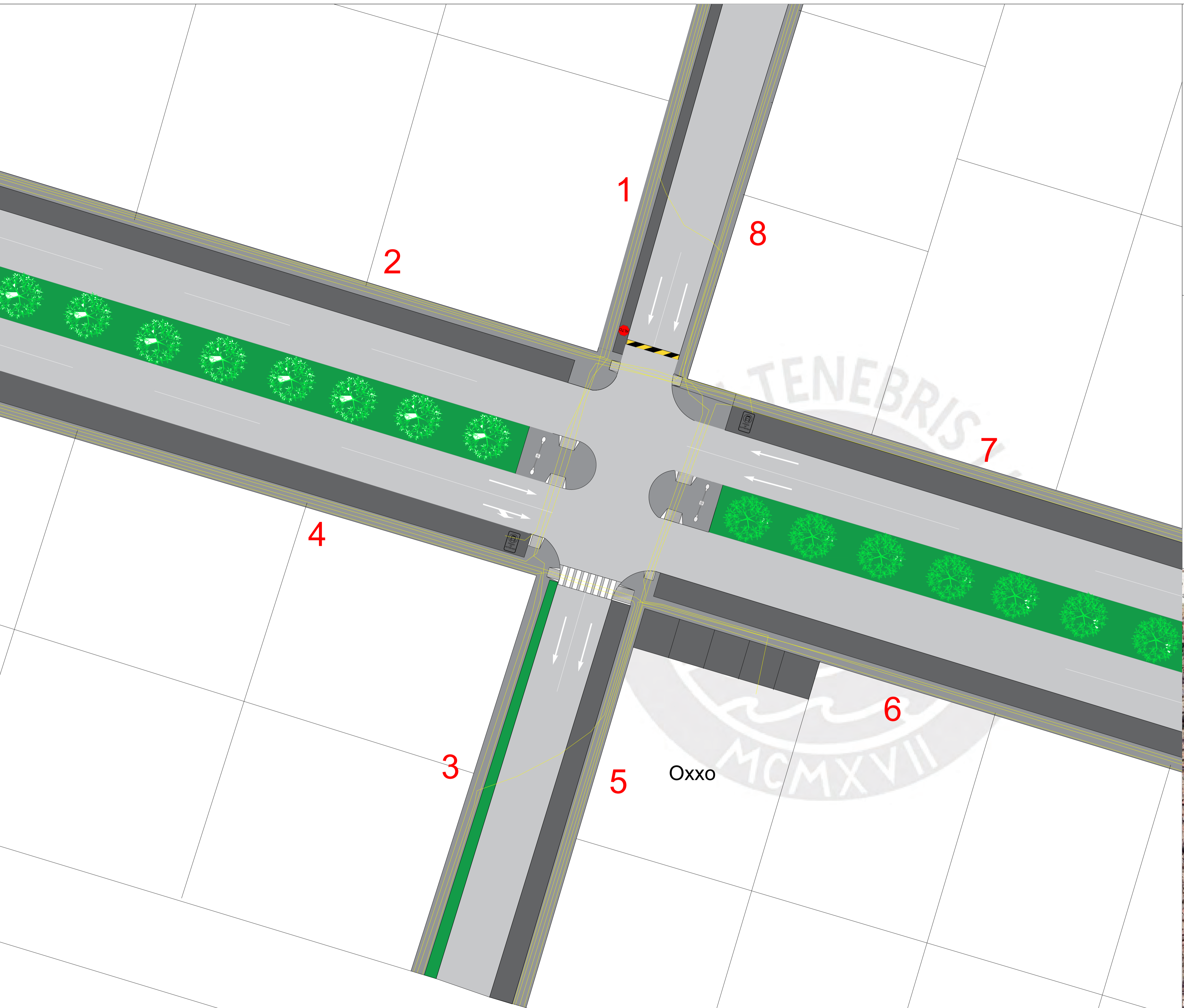
AUTORES:  
 -Fernández Vera, Javier Leonidas  
 -Barberena Maguiña, Juan Diego

Flujograma vehicular sábado  
 PLANO: A-02

TESIS: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE MANUEL CIPRIANO DULANTO Y CARLOS VIDAL, LIMA-PERÚ  
 RAMA: TRANSPORTES

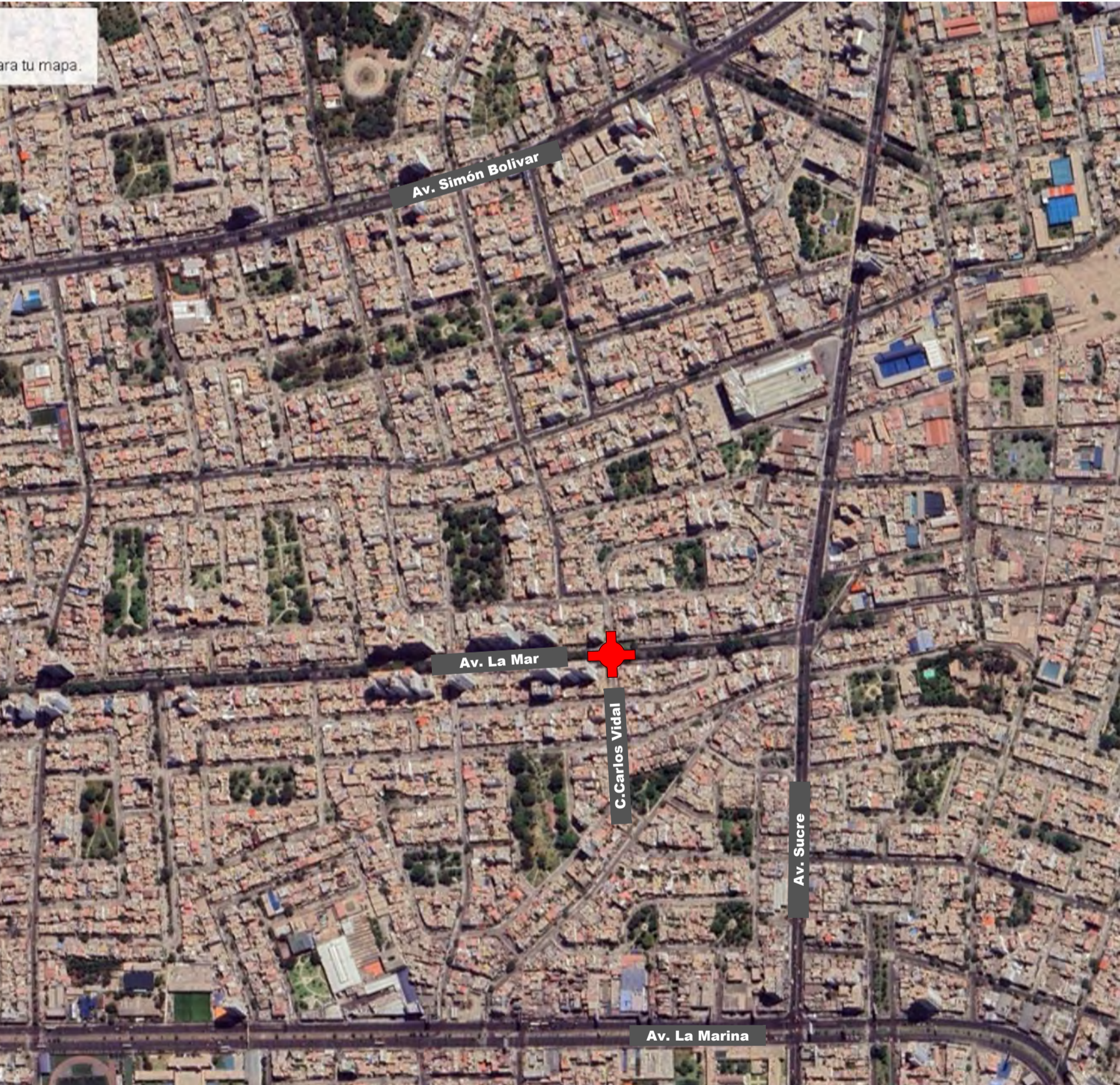
ESCALA: 1:200  
 PROFESOR: Dr. Felix Cabrera

DEPARTAMENTO: Lima  
 PROVINCIA: Lima  
 DISTRITO: Pueblo Libre  
 FECHA: 06/07/2025



LEYENDA

	Faroles para iluminación		Lotes de viviendas o comercios
	Arbustos		Rampas
	Carril de un solo sentido		No estacionarse
	Carril con giro a la derecha		Peatones en la vía
	Carril con giro a la izquierda		Rompemuelles
	Cruce peatonal		
	Automoviles		
	Paradero informal		



**INTEGRANTES:**  
 -Barberena Maguiña, Juan Diego  
 -Fernandez Vera, Leonidas

**Lineas de movimiento peatonal**  
 PLANO: **A-03**

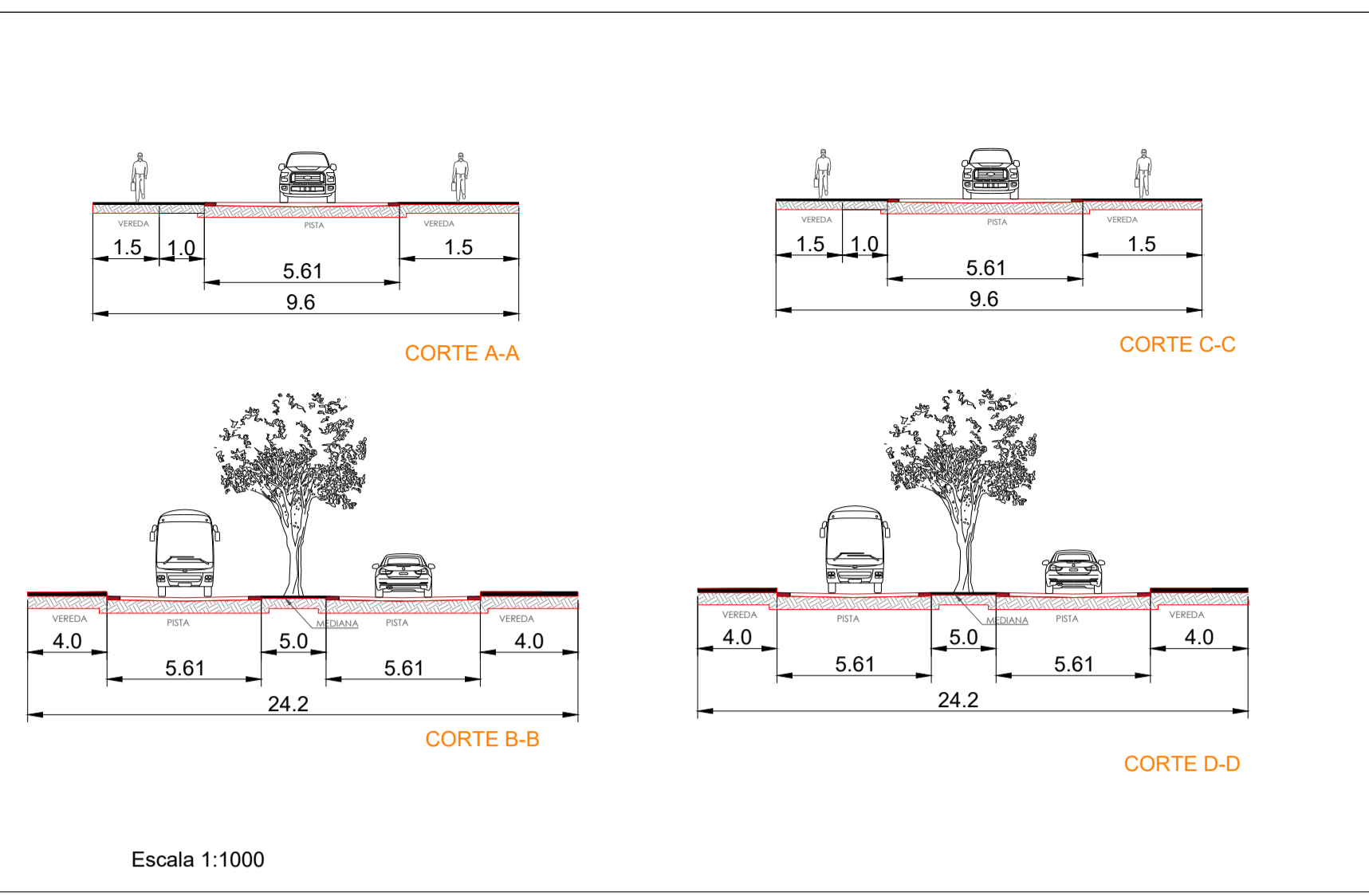
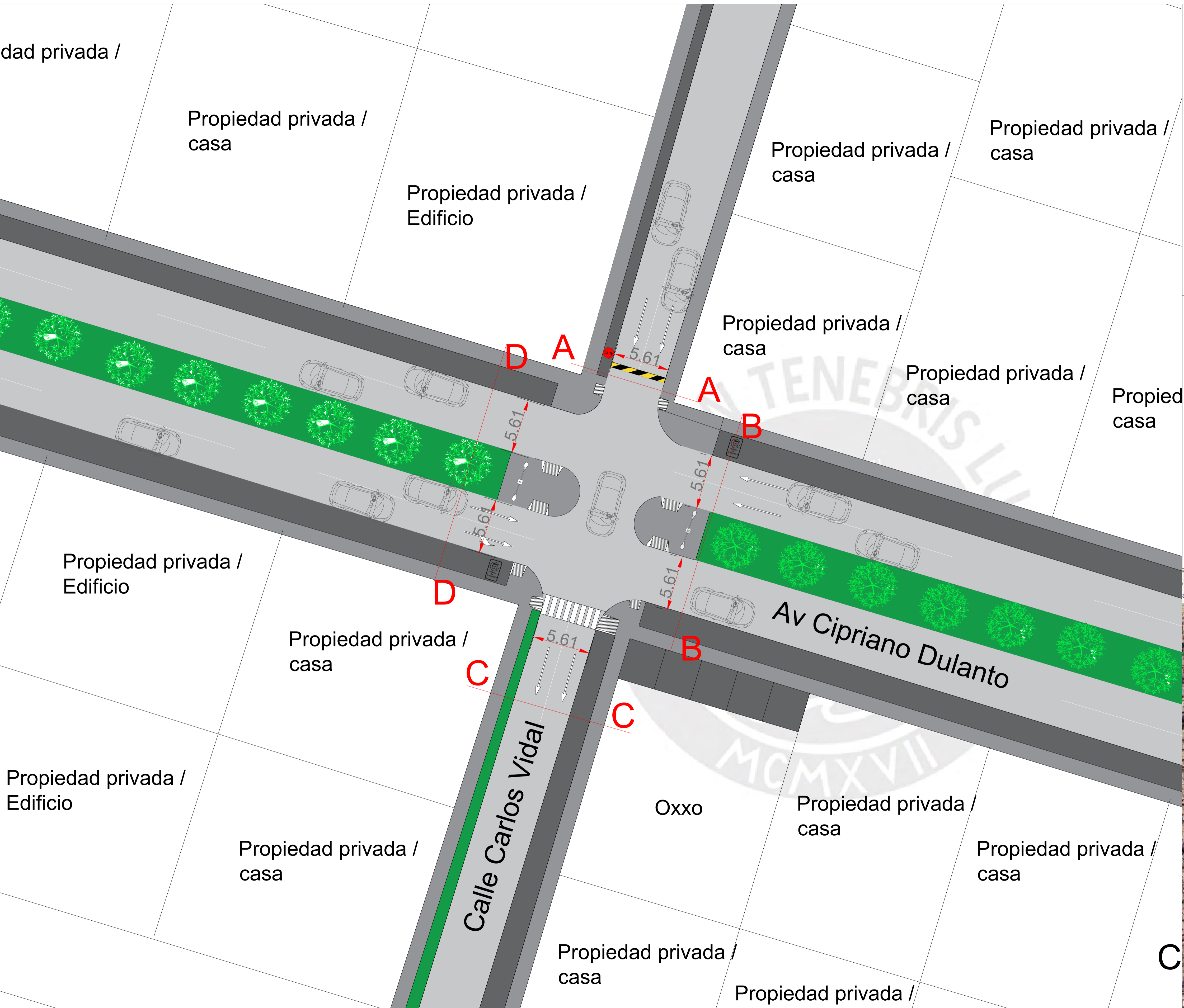
**TESIS: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE MANUEL CIPRIANO DULANTO Y CARLOS VIDAL, LIMA-PERÚ**  
 RAMA: **TRANSPORTES**  
 PROFESOR: **Dr. Felix Cabrera**

ESCALA: **1:200**

DEPARTAMENTO: **Lima**

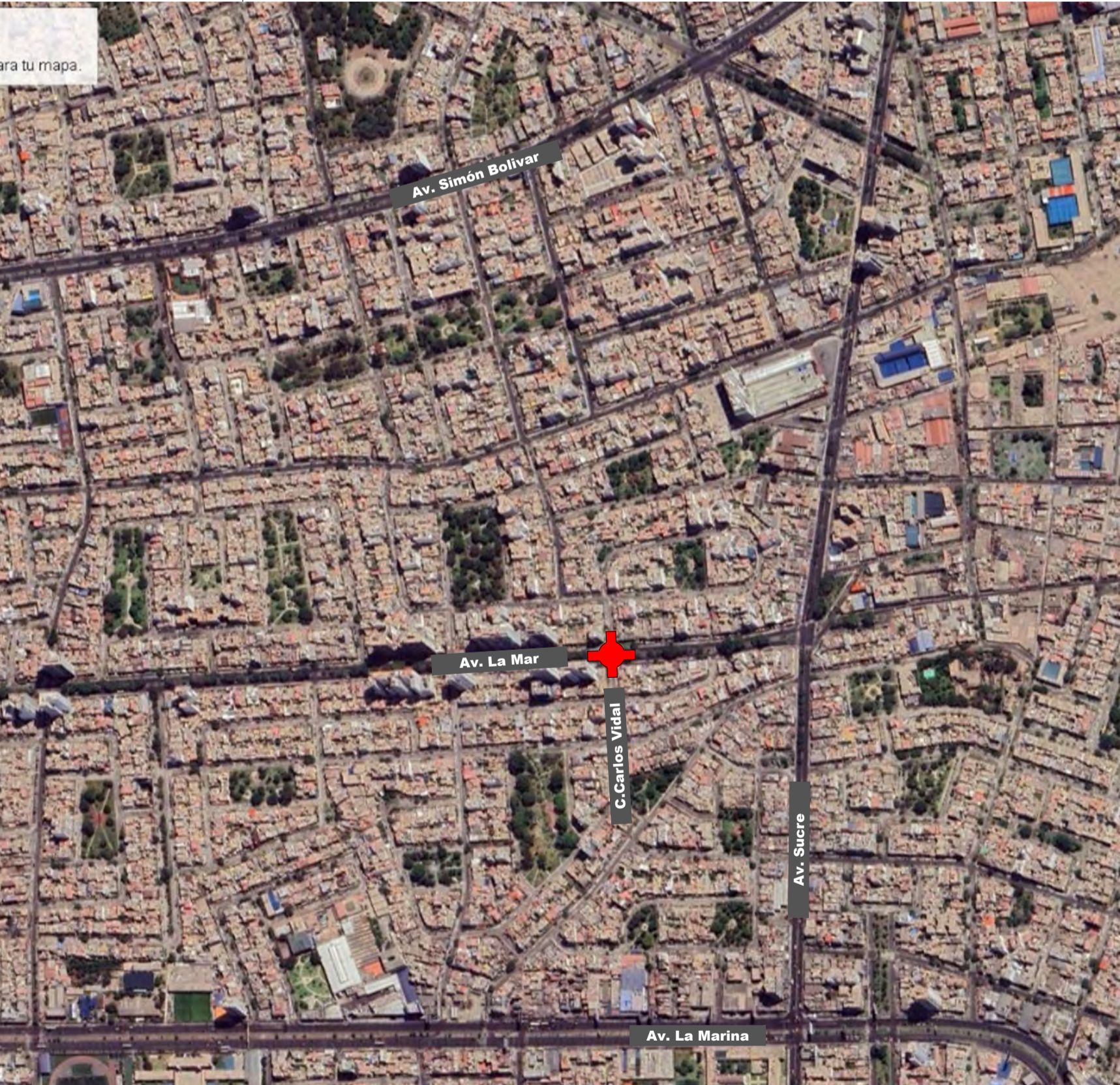
PROVINCIA: **Lima**  
 FECHA: **06/07/2025**

DISTRITO: **Pueblo Libre**

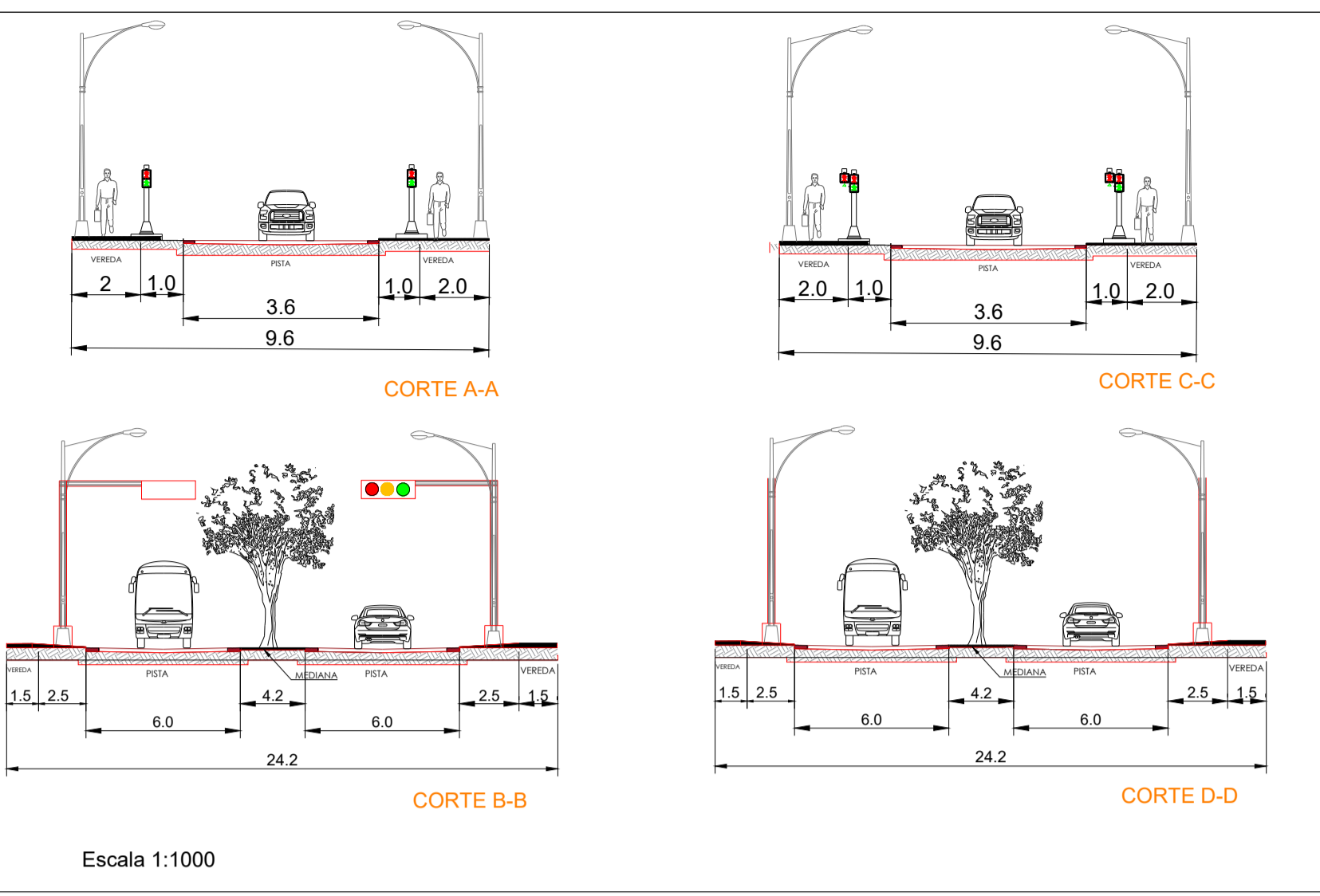
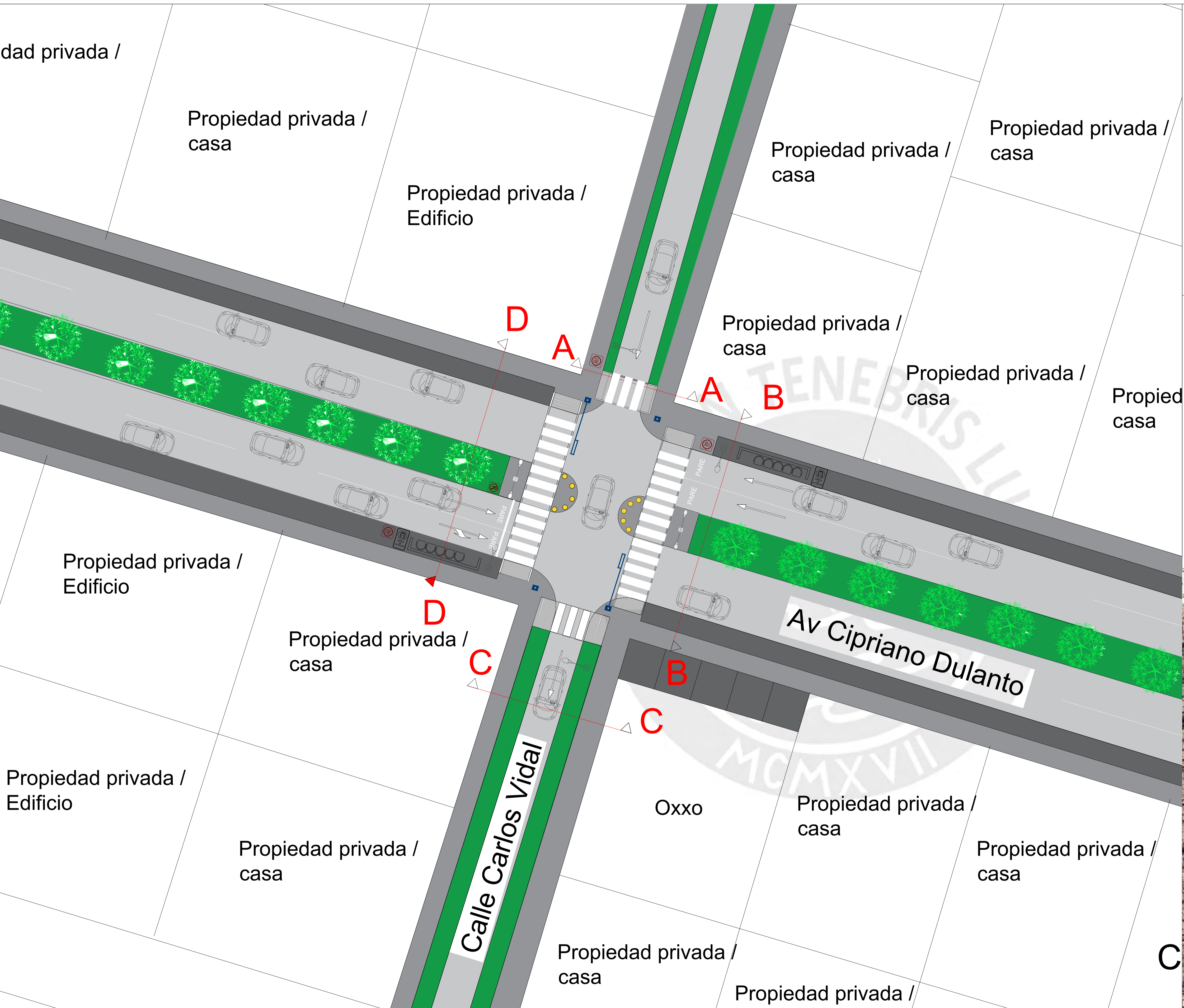


Escala 1:1000

LEYENDA			
	Faroles para iluminación		Lotes de viviendas o comercios
	Arbustos		Rampas
	Carril de un solo sentido		No estacionarse
	Carril con giro a la derecha		Peatones en la vía
	Carril con giro a la izquierda		Rompemuelles
	Cruce peatonal		
	Automoviles		
	Paradero informal		

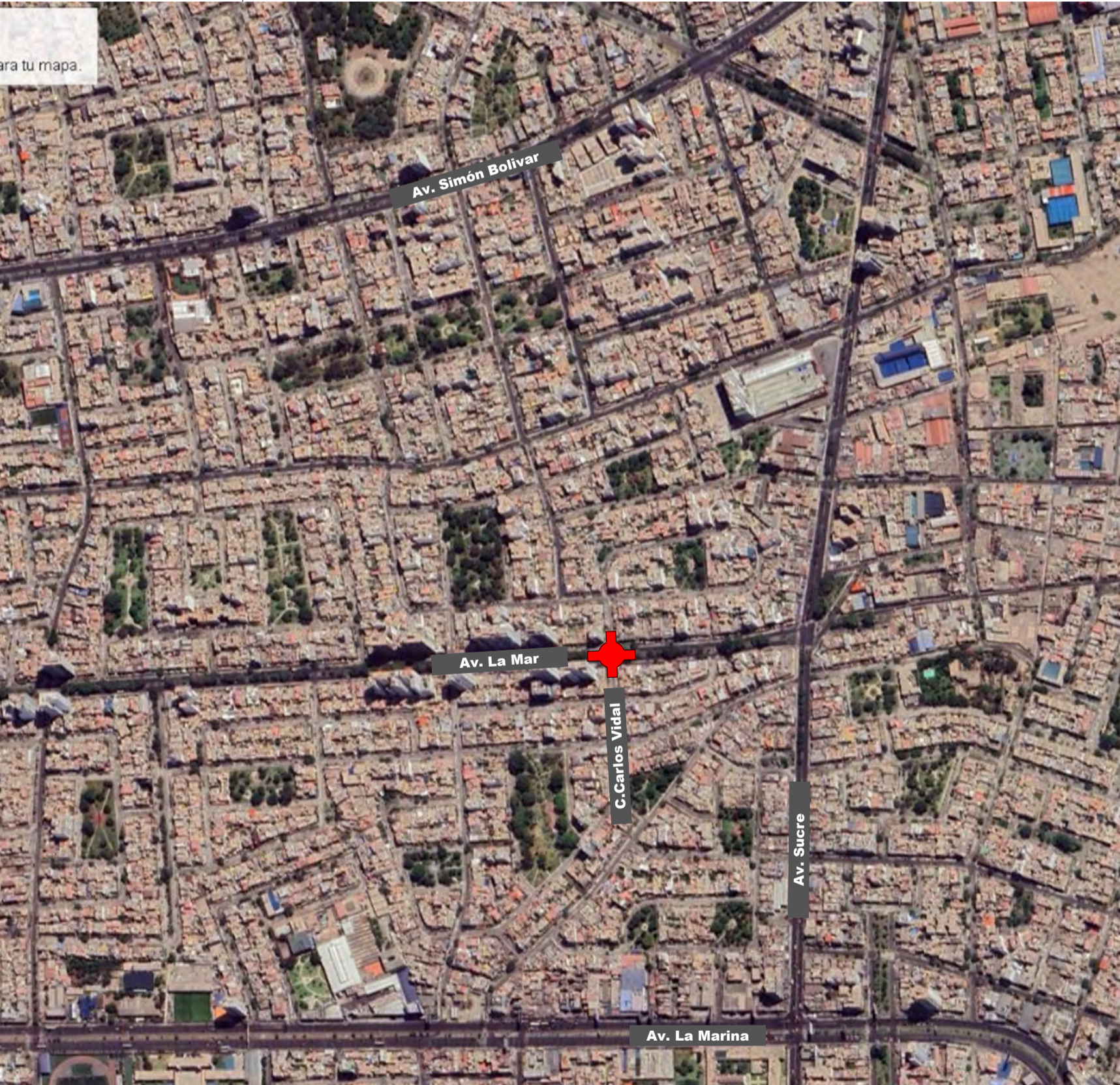


	<b>AUTORES:</b> -Fernández Vera, Javier Leonidas -Barberena Maguiña, Juan Diego	<b>Plano Situación Actual</b>	<b>TESIS: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE MANUEL CIPRIANO DULANTO Y CARLOS VIDAL, LIMA-PERÚ</b>		<b>ESCALA:</b> 1:200	<b>DEPARTAMENTO:</b> Lima	<b>PROVINCIA:</b> Lima	<b>DISTRITO:</b> Pueblo Libre
	<b>PLANO:</b> A-04	<b>RAMA:</b> TRANSPORTE	<b>ASESOR:</b> Dr. Felix Cabrera	<b>FECHA:</b> 06/07/2025				



LEYENDA

	Faroles para iluminación		Lotes de viviendas o comercios
	Arbustos		Rampas
	Carril de un solo sentido		No estacionarse
	Carril con giro a la derecha		Peatones en la vía
	Carril con giro a la izquierda		Rompemuelles
	Cruce peatonal		Paradero formal
	Automoviles		Línea de parada
	Paradero informal		Velocidad máxima permitida



AUTORES:  
 -Fernández Vera, Javier Leonidas  
 -Barberena Maguiña, Juan Diego

Plano Situación  
 Mejorada  
 PLANO:  
**A-05**

TESIS: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE MANUEL CIPRIANO DULANTO Y CARLOS VIDAL, LIMA-PERÚ  
 RAMA:  
**TRANSPORTES**  
 ASESOR:  
**Dr. Felix Cabrera**

ESCALA:  
**1:200**

DEPARTAMENTO:  
**Lima**

PROVINCIA:  
**Lima**  
 FECHA:  
**06/07/2025**

DISTRITO:  
**Pueblo Libre**