

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**ANÁLISIS Y REDISEÑO DE UNA INTERSECCIÓN VIAL DE ALTO TRÁNSITO  
DESDE EL ENFOQUE DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE.**

**CASO: INTERSECCIÓN VIAL DE LAS AVENIDAS BRASIL - SAN FELIPE -  
GRAL. MANUEL VIVANCO, LIMA – PERÚ**

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Ruth Melany Zarzo Ccoya

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Juan Carlos Robles Minaya

**ASESOR:**

Ing. Juan Carlos Dextre Quijandría

Lima, octubre, 2022


### Declaración jurada de autenticidad

Yo, JUAN CARLOS DEXTRE QUIJANDRÍA, docente de la Facultad de la Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado ANÁLISIS Y REDISEÑO DE UNA INTERSECCIÓN VIAL DE ALTO TRÁNSITO DESDE EL ENFOQUE DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE. CASO: INTERSECCIÓN VIAL DE LAS AVENIDAS BRASIL - SAN FELIPE - GRAL. MANUEL VIVANCO, LIMA – PERÚ del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as) Ruth Melany Zarzo Ccoya y Juan Carlos Robles Minaya

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de **10%**. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el **21/11/2022**.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: ...28 de noviembre del 2022

|  |  |
|--|--|
| Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: DEXTRE QUIJANDRÍA, JUAN CARLOS<br><u>Paterno Materno, Nombre1 Nombre 2</u> |  |
| DNI: 21413102  | Firma<br> |
| ORCID: 0000-0002-9810-2464   |  |

## RESUMEN

Desde hace ya más de 60 años, en su libro *Vida y muerte de las grandes ciudades*, publicado en 1961, Jane Jacobs plantea que es un error diseñar una ciudad en función del automóvil o, dicho de otra forma, diseñar ciudades para el automóvil. Finalmente, el tiempo ha dado razón al planteamiento de Jane; ya que, es una realidad que el diseño de una ciudad en donde se priorice al transporte masivo de vehículos con la creación de grandes infraestructuras viales en desmedro de un modelo de ciudad más cercana, caminable y convivencial, trae consigo un sinnúmero de problemas; como, por ejemplo, la inseguridad vial, la congestión vehicular, la contaminación ambiental y segregación. En esa línea, el presente trabajo aborda el estudio de la intersección vial formada entre las avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco; que es un área de alto tránsito vehicular de la metrópoli limeña en donde se presentan los problemas señalados previamente. Por esa razón, en el proyecto también se elaboran propuestas de solución a las deficiencias mencionadas; esto desde el enfoque de la movilidad sostenible.

Para desarrollar el proyecto se realizaron tomas de datos in situ con la ayuda de un *drone*. Luego, dichos datos fueron procesados en gabinete; los mismos que posteriormente se usaron para analizar el escenario de movilidad actual en el área de estudio. El análisis se logró con la ayuda de los Softwares de microsimulación *PTV Vissim 2022* y *Viswalk*; con los mencionados programas se logró construir un modelo que fue calibrado hasta ajustarlo lo más próximo a la realidad, y posteriormente este modelo también fue validado. En seguida, teniendo los parámetros de eficiencia como tiempos de viaje vehicular, longitud de colas, tiempo de viaje peatonal, etc.; se plantearon soluciones al panorama actual de la zona de estudio. Las principales medidas fueron la eliminación de los carriles de giro exclusivo para recuperar y potenciar los espacios públicos

existentes, mejorar la accesibilidad en la zona de estudio, incorporar elementos que mejoren la seguridad vial como la instalación de bolardos, colocación de pisos podotáctiles, rediseño de las islas de refugio, reducción de los radios de giro, etc.; también, se ampliaron los carriles principales de la Av. Brasil y se replanteó el ciclo semafórico en la zona de estudio. Finalmente, se elaboró un modelo con las mejoras planteadas y se compararon los resultados con los obtenidos en el modelo situación actual.

En suma, se pudo observar que, si bien los parámetros de eficiencia vehicular no representaron una mejora excepcional, sí lo fueron los parámetros peatonales; además, el planteamiento de potenciar y crear espacios públicos resultó ser consistente y representaría una mejora considerable; también, se pudo verificar que el replanteo de las fases semafóricas y la reducción de los radios de giro significan un progreso notable en relación a la seguridad vial y al flujo vehicular. De este modo, se pudo lograr el objetivo principal del proyecto que consiste en mejorar las condiciones de tránsito vehicular y accesibilidad peatonal desde el enfoque de la movilidad teniendo como prioridad a la seguridad vial y propiciando la recuperación del espacio público en la intersección de las avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco.



*Dedico este trabajo a mi madre Noemi por su amor, su fuerza, su valentía y resiliencia; por creer en mí en todo momento; sobre todo, por guiar mis pasos con su inmensa alegría y ser mi mayor motivación.*

*A mi familia, por acompañarme en cada paso que doy; especialmente a mi tío Rubens, quien me brinda su tiempo, cariño y soporte emocional.*

*A Carlos que con su inagotable insistencia motivó el inicio de este trabajo y que con su incondicional apoyo pudimos lograr el objetivo.*

**Melany Zarzo Ccoya**

*A Lucía, mi madre, por su amor, coraje, esperanza y nobleza; a Oscar, mi padre por su ejemplo, soporte y enseñanzas. A mis hermanos, Andrea por ser mi inspiración y mi sostén cuando lo necesito, a Luis Enrique por sus ocurrencias y su amor. A mis hermanas, Ariana y Anabelí, por estar presentes con su cariño y comprensión.*

*A mi familia, en especial a Mamá Lucha y Elo, por inculcarme los valores, el amor y esperanza por el Perú. Porque como lo dijera Marco Martos, este es mi país, porque si tuviera que hacerlo, lo elegiría de nuevo para construir aquí todos mis sueños.*

*A mis tías, aquellas que fungieron de madres en tierras lejanas; a Melany, mi colega que gracias a su tesón, paciencia y sacrificio logramos sacar adelante esta tesis.*

*A Dios, por haber puesto en mi camino a esa mujer que me acompañó un trecho de mi vida y solo supo ser luz en mi camino motivando el inicio de este trabajo que con estas líneas llega a su desenlace. Además, con mucho profesionalismo y amor supo mejorar mi sonrisa para la eternidad.*

**Juan Carlos Robles**

*Este trabajo no hubiera sido posible sin la guía de nuestros maestros Juan Carlos Dextre e Israel Cabrera. Que gracias a su tiempo y conocimiento están formando escuela creyendo en sus alumnos para construir un mejor país*

**Melany y Juan Carlos**

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| 1.1 Objetivos .....  | 2  |
| 1.1.1 Objetivo principal .....   | 2  |
| 1.1.2 Objetivos específicos .....  | 2  |
| 1.2 Justificación .....  | 2  |
| 1.3 Alcance y limitaciones .....   | 3  |
| CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....  | 5  |
| 2.1 Antecedentes .....   | 5  |
| 2.1.1 Situación actual del transporte y la movilidad en la ciudad Lima ..... | 5  |
| 2.2 Sobre el transporte y la movilidad .....                                 | 13 |
| 2.3 Diseño urbano enfocado desde la perspectiva de la accesibilidad.....     | 16 |
| 2.3.1 Diseño universal.....  | 17 |
| 2.4 Espacio público.....   | 19 |
| 2.4.1 Tipos de espacio público.....  | 22 |
| 2.4.2 Beneficio de los espacios públicos.....                                | 23 |
| 2.4.3 Problemática de los espacios públicos .....                            | 24 |
| 2.5 Software empleado para la simulación PTV Vissim .....                    | 26 |
| CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA .....  | 28 |
| 3.1 Reconocimiento de la zona de estudio.....                                | 28 |

|  |    |
|--|----|
| 3.2 Formulación del alcance y objetivos.....   | 28 |
| 3.3 Recolección y tratamiento de datos de campo .....  | 29 |
| 3.4 Desarrollo, calibración y validación del modelo de la situación actual.....  | 30 |
| 3.5 Planteamiento de mejoras a la situación actual y su evaluación mediante un modelo de micro simulación del tráfico..... | 30 |
| CAPÍTULO 4: RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAMPO .....  | 31 |
| 4.1 Recolección de datos cualitativos .....  | 31 |
| 4.2 Levantamiento de medidas del área de estudio.....  | 34 |
| 4.3 Datos procesados de los videos tomados por <i>drone</i> .....  | 35 |
| 4.3.1 Datos tomados para la introducción de parámetros vehiculares.....  | 35 |
| 4.3.2 Datos tomados para la introducción de parámetros peatonales .....  | 42 |
| 4.4 Ciclo y fases de los semáforos en la zona de estudio .....   | 44 |
| 4.5 Datos para la calibración y validación .....   | 45 |
| 4.5.1 Calibración y validación vehicular .....   | 45 |
| 4.5.2 Calibración y validación peatonal.....   | 47 |
| CAPÍTULO 5: ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL CON EL SOFTWARE PTV VISSIM 2022 Y EVALUACION DE RESULTADOS.....                | 50 |
| 5.1 Elaboración del modelo .....   | 50 |
| 5.2 Calibración y Validación .....   | 59 |
| 5.3 Análisis de la situación actual.....   | 62 |
| 5.3.1 Espacio público .....  | 62 |
| 5.3.2 Accesibilidad.....   | 63 |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.3.3 Ciclos semafóricos inadecuados .....   | 66        |
| 5.3.4 Circulación vehicular .....  | 66        |
| 5.3.5 Seguridad vial .....   | 69        |
| <b>CAPÍTULO 6: PROPUESTAS DE MEJORA Y EVALUACION DE LAS MISMAS<br/>MEDIANTE SOFTWARE PTV VISSIM 2022 .....</b> | <b>71</b> |
| 6.1 Propuestas de mejora siguiendo el enfoque de movilidad .....   | 71        |
| 6.1.1 Espacio publico .....  | 71        |
| 6.1.2 Accesibilidad.....   | 73        |
| 6.1.3 Circulación vial y peatonal .....  | 74        |
| 6.1.2 Seguridad vial .....   | 76        |
| 6.2 Evaluación del nuevo modelo con las propuestas de mejora.....  | 78        |
| <b>CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>80</b> |
| 7.1 Conclusiones.....  | 80        |
| 7.2 Recomendaciones .....  | 82        |
| <b>CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>83</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Intersección vial de las avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco .....                                     | 4  |
| <i>Figura 2.</i> Buses articulados de la ENATRU (Ikarus).....  | 6  |
| <i>Figura 3.</i> Congestión vehicular en la Av. Brasil .....   | 7  |
| <i>Figura 4.</i> Disminución de la expectativa de vida a causa de la contaminación del aire en Sudamérica.....                         | 10 |
| <i>Figura 5.</i> Reducción en años de la esperanza de las principales ciudades de Sudamérica debido de la contaminación del aire. .... | 10 |
| <i>Figura 6.</i> Víctimas de accidentes de tránsito fatales de lima. ....  | 12 |
| <i>Figura 7.</i> Pirámide ideal de prioridades para una movilidad sostenible y segura. ....  | 15 |
| <i>Figura 8.</i> Interacción social en tres calles .....   | 16 |
| <i>Figura 9.</i> Diseño para rampas peatonales.....  | 18 |
| <i>Figura 10.</i> Diseño de acera con criterios de accesibilidad y elementos para la circulación peatonal.....                         | 18 |
| <i>Figura 11.</i> Personas con movilidad limitada .....  | 19 |
| <i>Figura 12.</i> Diseño de espacio público y la movilidad .....   | 21 |
| <i>Figura 13.</i> Drone modelo 4 RTK SE (Fuente Propia).....   | 29 |
| <i>Figura 14.</i> Resultados de la encuesta de los criterios de Jan Gehl (Fuente Propia).....  | 31 |
| <i>Figura 15.</i> Representación en la zona de estudio (Fuente Propia) .....   | 34 |
| <i>Figura 16.</i> Sentidos de Circulación (Fuente Propia) .....  | 35 |
| <i>Figura 17.</i> Tipos de vehículos (Fuente Propia) .....   | 36 |
| <i>Figura 18.</i> Velocidades deseadas por cada tipo de vehículos (Fuente Propia) .....  | 38 |
| <i>Figura 19.</i> Velocidades de giro (Fuente Propia) .....  | 40 |
| <i>Figura 20.</i> Tiempo de espera en los paraderos (Fuente Propia).....   | 41 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 21.</i> Origen y destino de los de los peatones (Fuente Propia).....                         | 42 |
| <i>Figura 22.</i> Velocidad deseada del peatón (Fuente Propia).....                                    | 43 |
| <i>Figura 23.</i> Ciclo del semáforo (Fuente Propia).....  | 45 |
| <i>Figura 24.</i> Tramos para la calibración vehicular (Fuente Propia).....                            | 46 |
| <i>Figura 25.</i> Tramos para la calibración peatonal (Fuente Propia).....                             | 48 |
| <i>Figura 26.</i> Introducción de las avenidas al <i>Vissim 2022</i> (Fuente Propia).....              | 50 |
| <i>Figura 27.</i> Introducción de vehículos de <i>skp</i> a <i>v3dm</i> (Fuente Propia).....           | 51 |
| <i>Figura 28.</i> Introducción de nuevos vehículos al <i>Vissim 2022</i> (Fuente Propia).....          | 52 |
| <i>Figura 29.</i> Velocidad deseada del corredor morado (Fuente Propia).....                           | 52 |
| <i>Figura 30.</i> Introducción de citas vehiculares (Fuente Propia).....                               | 53 |
| <i>Figura 31.</i> Reductor de velocidad en los giros (Fuentes de Propia).....                          | 54 |
| <i>Figura 32.</i> Tiempos de parada en el paradero B (Fuente Propia).....                              | 54 |
| <i>Figura 33.</i> Asignación de las fases vehiculares y peatonales (Fuente Propia).....                | 55 |
| <i>Figura 34.</i> Asignación de <i>priority rules</i> y <i>conflict area</i> (Fuente Propia).....      | 56 |
| <i>Figura 35.</i> Introducción de parámetros de simulación (Fuente Propia).....                        | 56 |
| <i>Figura 36.</i> Introducción para la calibración vehicular (Fuente Propia).....                      | 57 |
| <i>Figura 37.</i> Introducción para la calibración peatonal (Fuente Propia).....                       | 57 |
| <i>Figura 38.</i> Piletas en estado precario (Fuente Propia).....                                      | 62 |
| <i>Figura 39.</i> Mobiliario insuficiente en la zona de estudio (Fuente Propia).....                   | 63 |
| <i>Figura 40.</i> Pendiente excesiva en las rampas (Fuente Propia).....                                | 64 |
| <i>Figura 41.</i> Obstáculos y ausencia de piso podotáctiles en la zona de estudio (Fuente Propia).... | 64 |
| <i>Figura 42.</i> Hundimiento de pasos a nivel de la calzada (Fuente Propia).....                      | 65 |
| <i>Figura 43.</i> Ausencia de rampas peatonales hacia los paraderos (Fuente Propia).....               | 65 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 44.</i> Fase semafórica inadecuada (Fuente Propia).....  | 66 |
| <i>Figura 45.</i> Vehículos de transporte público invaden los carriles (Fuente Propia) .....                     | 67 |
| <i>Figura 46.</i> Vehículos particulares invaden carril exclusivo de transporte público (Fuente Propia)<br>..... | 68 |
| <i>Figura 47.</i> Paradero informal en el distrito de Pueblo Libre (Fuente Propia).....                          | 68 |
| <i>Figura 48.</i> Longitud de cola vehicular (Fuente Propia) .....   | 69 |
| <i>Figura 49.</i> Accidente de tránsito en la zona de estudio (Fuente Propia).....                               | 70 |
| <i>Figura 50.</i> Eliminación del giro exclusivo (Fuente Propia).....  | 71 |
| <i>Figura 51.</i> Vista aérea del área en estudio (Fuente Propia).....   | 72 |
| <i>Figura 52.</i> Recuperación del espacio público (Fuente Propia).....  | 72 |
| <i>Figura 53.</i> Rampa peatonal con acceso a los paraderos de la Av. Brasil (Fuente Propia).....                | 73 |
| <i>Figura 54.</i> Cruceros a nivel de la calzada y uso de bolardos (Fuente Propia) .....                         | 74 |
| <i>Figura 55.</i> Paradero exclusivo del corredor morado (Fuente Propia) .....                                   | 75 |
| <i>Figura 56.</i> Ampliación del carril exclusivo del transporte público (Fuente Propia).....                    | 75 |
| <i>Figura 57.</i> Implementación de nuevos paraderos (Fuente Propia).....  | 76 |
| <i>Figura 58.</i> Elementos de seguridad vial implementados en el área de estudio (Fuente Propia) ..             | 77 |
| <i>Figura 59.</i> Vallas de seguridad en los paraderos (Fuente Propia).....                                      | 77 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 1.  | Ranking de congestión vehicular 2021.....                             | 7  |
| Tabla 2.  | Percepción de seguridad vial en Lima y Callao .....                   | 12 |
| Tabla 3.  | Clasificación de los espacios de uso público.....                     | 23 |
| Tabla 4.  | Lista de chequeo de la intersección en estudio.....                   | 32 |
| Tabla 5.  | Aforo total por cada tipo de vehículos.....                           | 37 |
| Tabla 6.  | Velocidad estándar a flujo libre.....                                 | 39 |
| Tabla 7.  | Aforo total peatonal en la zona de estudio .....                      | 43 |
| Tabla 8.  | Fases del semáforo de la zona de estudio .....                        | 44 |
| Tabla 9.  | Tiempos de viaje para la calibración vehicular .....                  | 46 |
| Tabla 10. | Número mínimo de datos para la calibración y validación peatonal..... | 48 |
| Tabla 11. | Longitudes de cola determinadas del modelo de microsimulación.....    | 58 |
| Tabla 12. | Resultados del proceso de calibración vehicular .....                 | 60 |
| Tabla 13. | Resultados del proceso de calibración peatonal .....                  | 60 |
| Tabla 14. | Resultados del proceso de validación vehicular .....                  | 61 |
| Tabla 15. | Resultados del proceso de validación peatonal .....                   | 61 |



## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

No es una novedad mencionar que el tráfico limeño es caótico e intrínseco a ello existen un sinnúmero de problemas que urgen ser solucionados; por otro lado, lejos de resolver los problemas de tránsito, las administraciones gubernamentales y en general los actores encargados de dar solución a los mencionados problemas; agravan el panorama local con medidas tomadas de paradigmas desfasados en el tiempo y poco sostenibles; como por ejemplo, diseñar infraestructura que priorice el uso de los vehículos particulares; ergo, en la actualidad en la capital se opta por construir vías más grandes, *bypass*, puentes peatonales; etc. Un ejemplo de ello es que teniendo la única capital de Sudamérica con playas y habiendo logrado ganar terreno al mar en la Costa verde que debería servir como lugar icónico para el esparcimiento de la capital, se ha tenido a bien construir y “enfaticar” la existencia de una vía expresa como es la costa verde en detrimento de un espacio favorable al peatón. En ese sentido, el presente trabajo contempla analizar y plantear mejoras desde el enfoque de la movilidad sostenible a la intersección vial formada entre las avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco; dicha intersección es conocida comúnmente como el Óvalo de la Av. Brasil. Cabe resaltar, que para la evaluación y el análisis de la mencionada intersección; se emplearon programas de microsimulación; específicamente el *PTV Vissim* y el *PTV Viswalk*.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo principal**

Mejorar las condiciones de tránsito vehicular y accesibilidad peatonal desde el enfoque de la movilidad teniendo como prioridad la seguridad vial y propiciando la recuperación del espacio público en la intersección de las avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analizar las condiciones de circulación y movilidad de los peatones, vehículos y su interacción con la ayuda de un software de microsimulación.
- Elaborar propuestas de mejora en movilidad que contemplen la recuperación y creación de espacios públicos.
- Mejorar los desplazamientos, seguridad vial y accesibilidad de los peatones teniendo como prioridad a los usuarios más vulnerables en la zona de estudio.
- Elaborar propuestas para mejorar el tránsito y circulación vehicular desde el enfoque de la movilidad.

## **1.2 Justificación**

La Av. Brasil es una vía arterial y a la vez es una de las más transitadas por el tráfico limeño; esta avenida recorre 5 distritos de la capital desde la emblemática plaza Bolognesi hasta la avenida del Ejército y en todo ese recorrido, que funciona como vía expresa, solo hay 2 intersecciones de alto tránsito vehicular en donde el tránsito vehicular atraviesa a la mencionada vía de norte a sur y viceversa; la primera está ubicada en la Av. la Marina a la altura el Hospital Militar Central y donde el flujo vehicular se ha "solucionado" con un paso a nivel; la segunda, está ubicada en la

intersección de las avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco, también conocida como Óvalo de la Av. Brasil y justamente esta es la zona de estudio establecida para el presente proyecto; ya que, dicha intersección, como ya se mencionó líneas arriba, es un lugar de tránsito importante y esto a su vez tiene intrínseco una diversidad de problemas propios del tráfico vehicular como accidentes de tránsito, congestión vehicular, deterioro de la accesibilidad, contaminación del aire, contaminación visual, sonora; segregación y detrimento de los espacios públicos. Este lugar de estudio es importante no solo porque presenta un gran número de problemas y urge un planteamiento para las soluciones de las mismas; sino que también, es un espacio con mucho potencial y susceptible a ser transformado en una zona con espacios públicos de calidad y movilidad sostenible. Cabe mencionar que es oportuno plantear medidas de solución desde el enfoque de la movilidad antes de que se propongan medidas contraproducentes como un paso vehicular a nivel, puentes peatonales y estos con el fin de priorizar el tránsito vehicular, como ya se han hecho en muchas zonas de la capital en rezago de una movilidad moderna y sostenible.

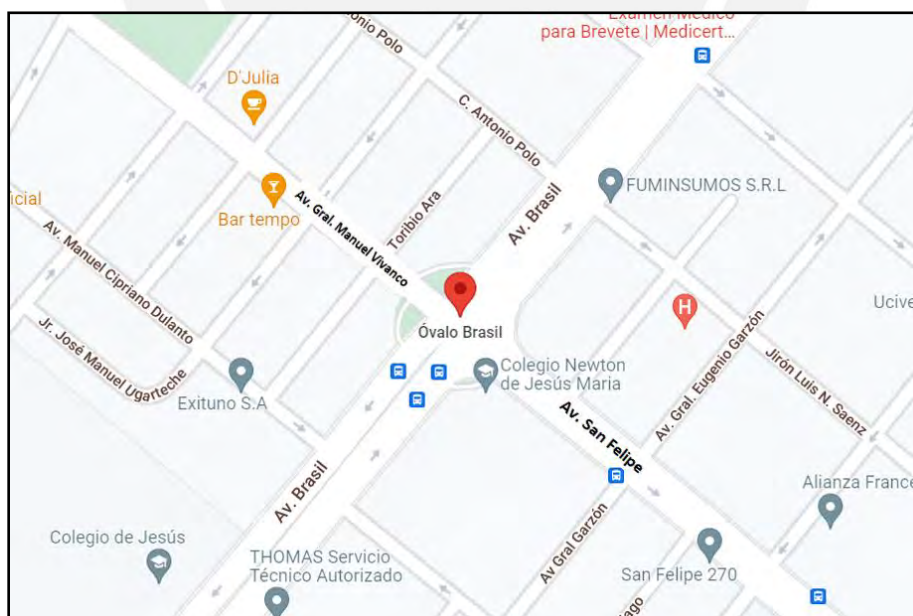
### **1.3 Alcance y limitaciones**

El presente proyecto pretende analizar y plantear soluciones a la intersección vial entre las Avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco (Figura 1); el proyecto también contempla una intervención en el área circunscrita a la mencionada intersección; sobre todo, relacionado a mejoras en el espacio público que se encuentra a una cuadra a la redonda del cruce de las avenidas mencionadas; las mismas que se encuentran en la jurisdicción de los distritos de Pueblo Libre y Jesús María.

Para el análisis del escenario de tránsito actual y sus problemáticas se usan los conceptos de movilidad sostenible; además, este se evaluará con la ayuda de un software de microsimulación; a

su vez, las soluciones planteadas se presentarán en un plano y también serán evaluadas con el mencionado programa de simulación de tránsito y finalmente se comparan los resultados obtenidos en las 2 situaciones referidas.

Por otro lado, en cuanto a las limitaciones del presente estudio; es oportuno mencionar que si bien se tuvo en cuenta en la observación y análisis a los otros nodos y calles que forman parte una red vial más extensa; en el estudio solo se plasmó las soluciones y simulación para la intersección conformada por las avenidas Brasil, San Felipe y General Manuel Vivanco. En ese sentido, se mencionan, más no se analizan a detalle las soluciones para mejorar la movilidad en la zona, tal que comprometan medidas que involucren la intervención en otros espacios que no sean propiamente en la zona de estudio; aun cuando estos signifiquen medidas eficientes. Entonces, el análisis para mejorar la movilidad en la intersección y que implique la intervención fuera de la zona de estudio, sería abordada por estudios de mayor alcance.



*Figura 1. Intersección vial de las avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco  
Tomado de Google Maps, 2020*

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes**

#### **2.1.1 Situación actual del transporte y la movilidad en la ciudad Lima**

##### **2.1.1.1 Transporte público en Lima y sus deficiencias**

ENATRU PERÚ, tuvo como precedente a la administradora paramunicipal de transporte de Lima (APTL) que fue creada en 1965; el inicio de operaciones por parte de la APTL se suscitó como respuesta a la necesidad de transporte por parte de los limeños; ya que, la crisis originada por la desaparición de los tranvías capitalinos continuaba vigente. (Orrego, 2011). Más adelante, en la década de los 80 se funda la Enatru Perú SA (Empresa Nacional de Transporte Urbano del Perú); este sistema de transporte, si bien contaba con buses de gran capacidad y articulados, coloquialmente conocido como Ikarus, no cubría la demanda de viajes que existía en ese momento;

Además, como lo refiere Miguel Marticorena en un artículo publicado en El Comercio (2010) este sistema de transporte empezó a tener problemas considerables los cuales provocarían su desaparición; a continuación, se enumeran a los mencionados problemas:

- Se redujeron un número considerable de rutas debido a la baja rentabilidad de las mismas.
- La empresa estatal poseía una gran cantidad de carga laboral, alrededor de 4100 trabajadores distribuidos entre choferes y equipo técnico.
- Los buses de la Enatru eran foco de represalias por parte de los terroristas; ya que, la empresa estatal era de las pocas que continuaba con sus operaciones descatando los paros armados convocados por Sendero Luminoso.

- La tarifa en este sistema de transporte estaba subsidiada y por ende no era rentable; en los 80 el pasaje estaba fijado en \$0.03; ya en los años 90 se incrementó a \$0.3; sin embargo, esta subida de precios en el pasaje fue una medida tardía.



*Figura 2. Buses articulados de la ENATRU (Ikarus)*

*Tomado de Obras en democracia, s.f.*

Posteriormente, en la década de los 90 en el gobierno de Fujimori, este decreta el libre mercado del transporte público en Lima; pero este cambio no fue necesariamente provocado por la falta de oferta en el transporte público; sino como un medio social para generar empleo. Este hecho da origen al sistema de transporte que actualmente conocemos y sus innumerables falencias como como la congestión, contaminación ambiental, demora en los tiempos de viaje, accidentes de tránsito, contaminación visual, segregación y un sinnúmero de consecuencia originadas de los problemas ya mencionados.



Figura 3. Congestión vehicular en la Av. Brasil

Tomado de *El comercio*, 2017

Por otro lado, en referencia a los niveles de congestión vehicular actual, Lima se encuentra, según *Tomtom traffic* (2021), en el puesto 19 en el Rankin mundial y en América del sur, se ubica en el segundo lugar por debajo de Bogotá. Según el mencionado estudio, Lima tiene un 42% en nivel de congestión; quiere decir que en Lima el tránsito demora 42% más de lo que se demoraría en un tramo sin tráfico; también se señala que en promedio cada persona pierde alrededor de 96 horas por año estos datos no menores reflejan el estado crítico en la que se encuentra el tráfico limeño.

Tabla 1. Ranking de congestión vehicular 2021

| Índice de tráfico del 2021 |          |         |                        |            |
|----------------------------|----------|---------|------------------------|------------|
| Categoría mundial          | Ciudad   | País    | Tiempo perdido por año | Congestión |
| 1                          | Estambul | Turquía | 142                    | 0.62       |
| 2                          | Moscú    | Rusia   | 140                    | 0.61       |

| Continuación de la tabla 1 |                 |           |     |      |
|----------------------------|-----------------|-----------|-----|------|
| 3                          | Bogotá          | Colombia  | 128 | 0.56 |
| 4                          | Mumbai          | India     | 126 | 0.55 |
| 5                          | Pune            | India     | 121 | 0.53 |
| 6                          | Odessa          | Ucrania   | 117 | 0.51 |
| 7                          | San Petersburgo | Rusia     | 115 | 0.5  |
| 8                          | Bucarest        | Rumania   | 115 | 0.5  |
| 9                          | Novosibirsk     | Rusia     | 110 | 0.48 |
| 10                         | Bangalore       | India     | 110 | 0.48 |
| 11                         | Nueva Delhi     | India     | 110 | 0.48 |
| 12                         | Járkov          | Ucrania   | 105 | 0.46 |
| 13                         | Lodz            | Polonia   | 103 | 0.45 |
| 14                         | Samara          | Rusia     | 101 | 0.44 |
| 15                         | Yekaterimburgo  | Rusia     | 98  | 0.43 |
| 16                         | Tel Aviv        | Israel    | 98  | 0.43 |
| 17                         | Tokio           | Japón     | 98  | 0.43 |
| 18                         | Manila          | Filipinas | 98  | 0.43 |
| 19                         | Lima            | Perú      | 96  | 0.42 |
| 20                         | Cracovia        | Polonia   | 96  | 0.42 |

*Nota.* Tomado de “Traffic Index ranking” por Tomtom 2021

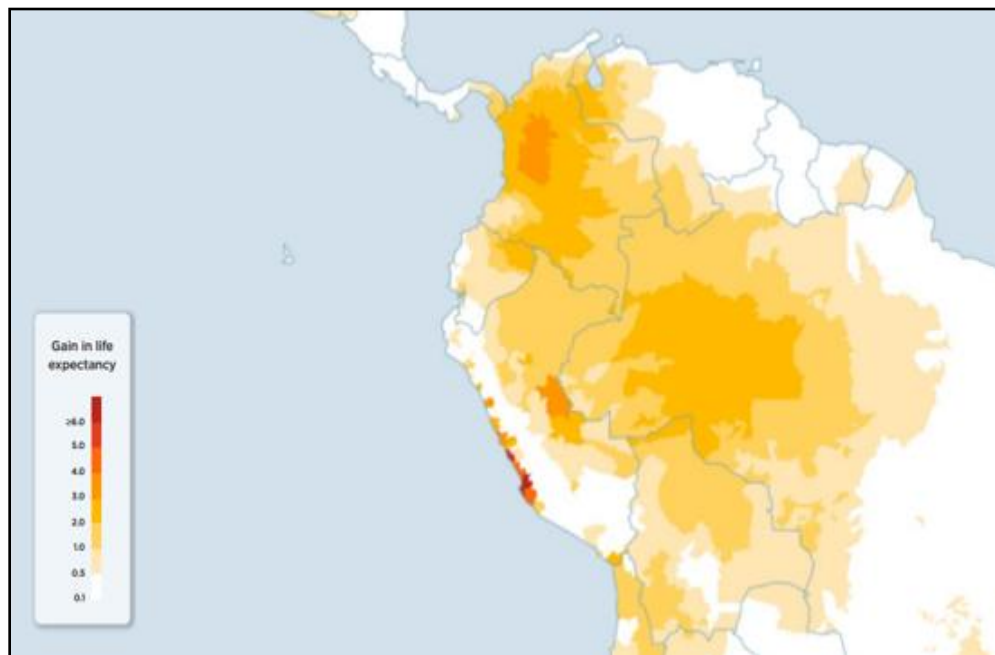
También es importante subrayar que uno de los problemas más álgidos provocados por el parque automotor limeño y en particular por caos del transporte público es aquel que está relacionado con la contaminación del aire. En esa línea, es oportuno hacer el siguiente exordio. Según una publicación de Programa de Las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD), los



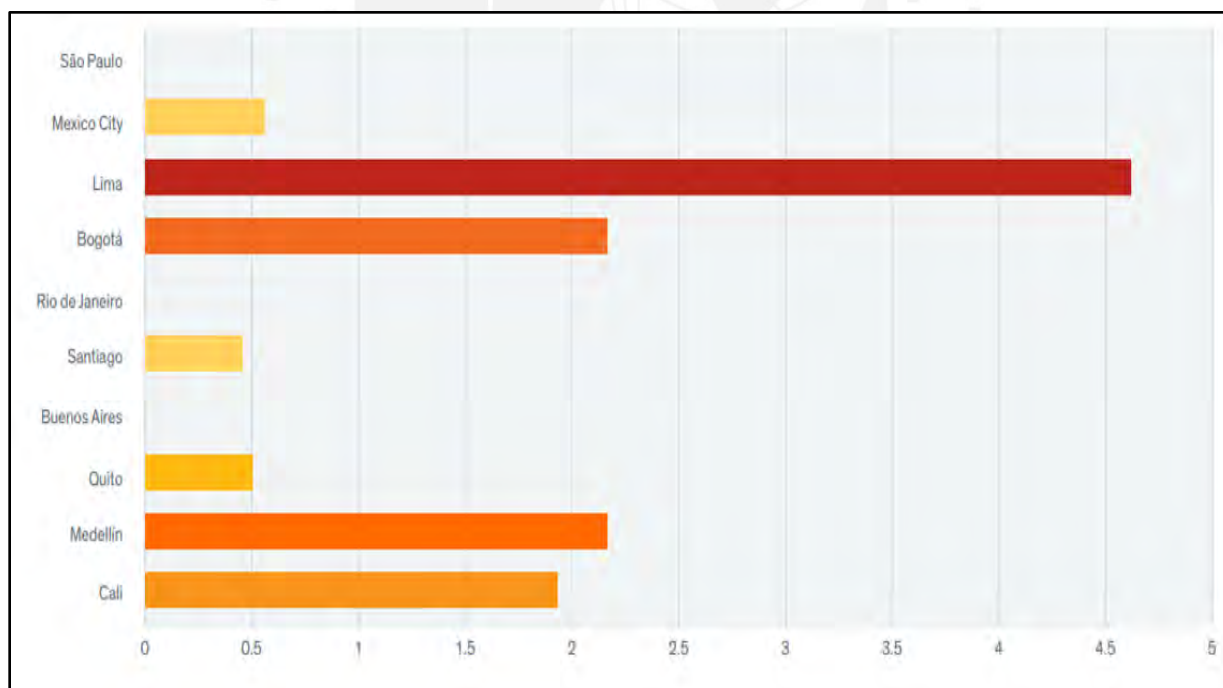
nuevos datos de la OMS revelan que el 99 % de la población mundial respira un aire contaminado que supera los límites mínimos establecidos por la OMS; dicho problema es la causante de alrededor de 7 millones de muertes prematuras al año (Huikuri, 2022).

En relación con lo anterior; el índice Air Quality Life Index (AQLI), que es una publicación del Instituto de Políticas Energéticas de la Universidad de Chicago, indica que más de la mitad de los 611 millones de latino americanos están expuestos a índices de  $PM_{2.5}$  que exceden los límites planteados por la OMS. Si bien, la reducción de la expectativa de vida debido a la contaminación del aire es baja en promedio en toda Latinoamérica (figura 4), existen ciudades con niveles de contaminación de aire muy preocupantes como Lima, Bogotá y Medellín; al respecto, la expectativa de vida de los habitantes de Lima se ha reducido 4.7 años a causa de la contaminación de aire. (Lee & Greenstone, 2021)

Con lo expuesto, es oportuno señalar que las cifras preocupantes en referencia a la contaminación del aire se deben en gran medida a la contaminación originada por el parque automotor Limeño; en referencia a lo último, una publicación de RPP manifiesta que en el Perú, el 70% de la contaminación del aire es originada por el parque automotor (RPP, 2021)



*Figura 4. Disminución de la expectativa de vida a causa de la contaminación del aire en Sudamérica. Tomado de Air Quality Life Index, por The University of Chicago (Estados Unidos), 2021*



*Figura 5. Reducción en años de la esperanza de las principales ciudades de Sudamérica debido de la contaminación del aire.*

*Tomado de Air Quality Life Index, por The University of Chicago (Estados Unidos), 2021*

### 2.1.1.2 Seguridad vial y accidentes de tránsito en Lima

En la ciudad de Lima, el sistema de transporte caótico, la falta de educación vial y las actitudes temerarias por parte de los conductores, hacen que se originen un número alarmante de accidentes de tránsito. En relación a ello, el sub oficial Gonzales de la oficina de tránsito de la comisaría de Jesús María manifiesta que las principales causas de accidentes de tránsito según su experiencia, en particular en la zona de estudio, son el exceso de velocidad, la falta de señalización clara, la imprudencia por parte de los conductores de vehículos menores e imprudencia del peatón. Ante esto también señala que, para dar una solución a los problemas de seguridad vial, se debería incidir de manera preponderante en la educación vial y en mejorar los medios de fiscalización de tránsito.

A su vez, el sub oficial dejó claro que es importante entender las causas de los accidentes de tránsito para poder prevenirlos lo que se refleja en la frase “La finalidad de la investigación del accidente tránsito no es la de buscar culpables; sino, sus causas para poder prevenirlos”. Dicha frase es destacada como un lema institucional para la mencionada oficina.

Ahora, con respecto a la percepción de seguridad vial en Lima metropolitana y el Callao, un estudio realizado por el observatorio Lima como vamos (tabla 2), muestra que el 71.2% de los encuestados percibe la seguridad vial entre poco seguro y nada seguro; también se pone de manifiesto que son las personas mayores de 45 años las que sienten una menor percepción de seguridad vial con 74% comparado con el 64.2% de los jóvenes entre 18 y 24 años que perciben la seguridad vial como poco seguro y nada seguro. Otro dato de interés, que se puede rescatar de dicho estudio, es que las personas del Callao perciben una mayor sensación de seguridad vial en comparación a sus similares de Lima. Por ejemplo, solo el 54.3% perciben la seguridad vial como

poco seguro y nada seguro en comparación a los 72.9% de las personas de Lima Norte.

Tabla 2. Percepción de seguridad vial en Lima y Callao

| Percepción de la seguridad vial en la ciudad |       |           |          |       |       |       |            |             |          |           |        |
|--|-------|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|-------------|----------|-----------|--------|
|  | TOTAL | GENERO    |          | EDAD  |       |       | ZONA       |             |          |           |        |
|  | 1,00  | MASCULINO | FEMENINO | 18/24 | 30/44 | 45+   | LIMA NORTE | LIMA CENTRO | LIMA SUR | LIMA ESTE | CALLAO |
| 1. NADA SEGURO                               | 46.2% | 42.3%     | 49.9%    | 37.6% | 46.3% | 52.0% | 49.8%      | 45.6%       | 49.1%    | 46.4%     | 31.8%  |
| 2. POCO SEGURO                               | 25.0% | 27.7%     | 22.4%    | 26.6% | 26.8% | 22.4% | 25.6%      | 27.3%       | 22.4%    | 24.9%     | 22.5%  |
| 3. MEDIANAMENTE PEQUEÑO                      | 21.8% | 23.7%     | 19.9%    | 28.8% | 22.0% | 16.7% | 18.8%      | 19.5%       | 22.5%    | 23.1%     | 31.3%  |
| 4. SEGURO                                    | 4.4%  | 4.8%      | 3.9%     | 5.3%  | 2.8%  | 5.0%  | 3.4%       | 4.5%        | 3.7%     | 3.2%      | 10.8%  |
| 5. MUY SEGURO                                | 1.5%  | 1.0%      | 2.0%     | 1.3%  | 1.2%  | 1.9%  | 1.0%       | 2.0%        | 1.4%     | 0.6%      | 3.6%   |
| 6. NO SABE                                   | 1.2%  | 0.5%      | 1.8%     | 0.5%  | 0.8%  | 1.9%  | 1.2%       | 1.0%        | 0.9%     | 1.9%      | 0.0%   |

Nota. Tomado de Lima como vamos, 2021

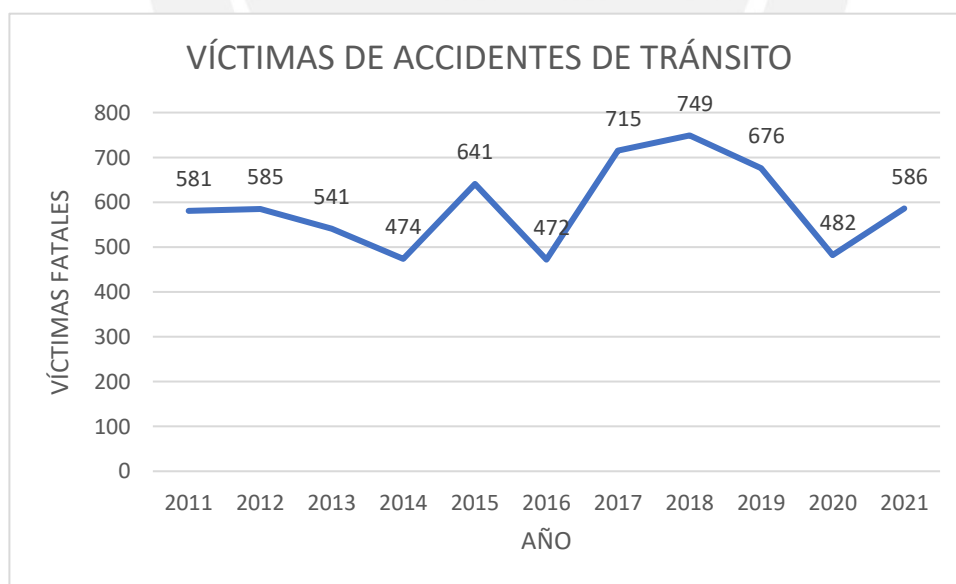


Figura 6. Víctimas de accidentes de tránsito fatales de lima.

Adaptado de INEI, 2021

Por otro lado, cabe resaltar que, en el Perú, y en general en Latinoamérica, los temas de prevención de accidentes de tránsito y a seguridad vial no están debidamente valorados y por ende no existe una verdadera política de estado como sí los hay en otros países con éxito en la prevención de accidentes de tránsito.

Respecto a lo último, Pirola manifiesta que en Estados Unidos de Norte América ya llevan un tiempo aplicando diseños de carreteras indulgentes; esto quiere decir, que el diseño de las vías perdona al automovilista y permite que se equivoque sin que ello conlleve a una consecuencia fatal o lesiva. Esto, debido a que llegaron a la conclusión de que el error humano es inevitable, se pusieron a trabajar en mitigar las consecuencias que conllevan las equivocaciones por parte de los automovilistas. En esa línea también en Europa se aplica el concepto de vía auto explicable; esto quiere decir que las calles y rutas estén provistos de elementos de seguridad y señalización adecuados; suficientes para indicar y advertir al usuario las contingencias del tránsito vehicular. También manifiesta que ya desde el año 2000 en parlamento europeo decretó un dictamen categórico y ejemplar: “Ningún accidente mortal en carreteras puede estar justificado” (Dextre, Pirola, Tabasso & García, 2008).

## **2.2 Sobre el transporte y la movilidad**

Sobre la movilidad y el transporte, si bien estos términos podrían usarse, en algunas ocasiones, indistintamente; porque en ambos se entiende como el desplazamiento de un lugar a otro de personas y/o cosas. Pero, en sentido estricto y técnico son conceptos distintos.

Con respecto a lo anterior el Dr. Manuel Herce (2009) señala que es un hecho que la palabra movilidad ha ido desplazando a la palabra transporte; no solo por motivos coyunturales, sino

porque son conceptos de diferente alcance.

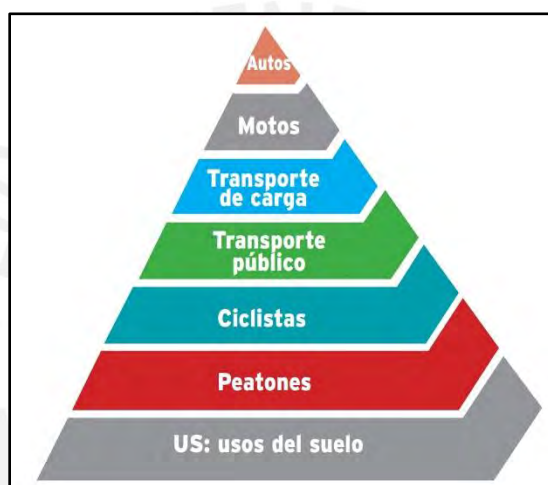
Con referencia a lo señalado, el mismo autor sostiene que la diferencia radica en que el transporte es la parte de la movilidad que implica dispendio de energía (ingresos y gastos), y en consecuencia, la creación de infraestructura especializada para abaratar el costo del viaje (...) Por lo tanto, este se centra en el tránsito o circulación de vehículos motorizados. Mientras que la movilidad abarca un campo mayor; pues tiene en cuenta, sobre todo, a las formas más autónomas de desplazamiento, oferta de alternativas posibles, gestión del gasto energético y del espacio desde una perspectiva más amplia que la del transporte que solo se enfoca en los gastos energéticos o en la adaptación de la capacidad de la infraestructura a la demanda de viajes. (Herce 2009).

En relación con lo anterior, un enfoque de la movilidad sostenible hace referencia a un modelo en donde se procura la diversidad de tipos de transporte, priorizando a los peatones; que sea eficiente económicamente; socialmente responsable y que no perjudique al medio ambiente.

Por esa razón, con el enfoque de la movilidad se prioriza al uso de suelos y el uso peatonal dejando rezagado al uso del vehículo privado (Figura 7). En términos sencillos la movilidad urbana es el desplazamiento que ocurre de un lugar de la ciudad hacia otro y a la vez está provista de un sistema orientado a la satisfacción de necesidades sociales, económicos y medioambientales.

También es oportuno enfatizar que muchos autores coinciden en señalar que la movilidad ha tomado mayor interés y protagonismo en la actualidad; muchos municipios, gobiernos, urbanistas, ingenieros y especialistas tienen en cuenta este concepto para el desarrollo de proyectos.

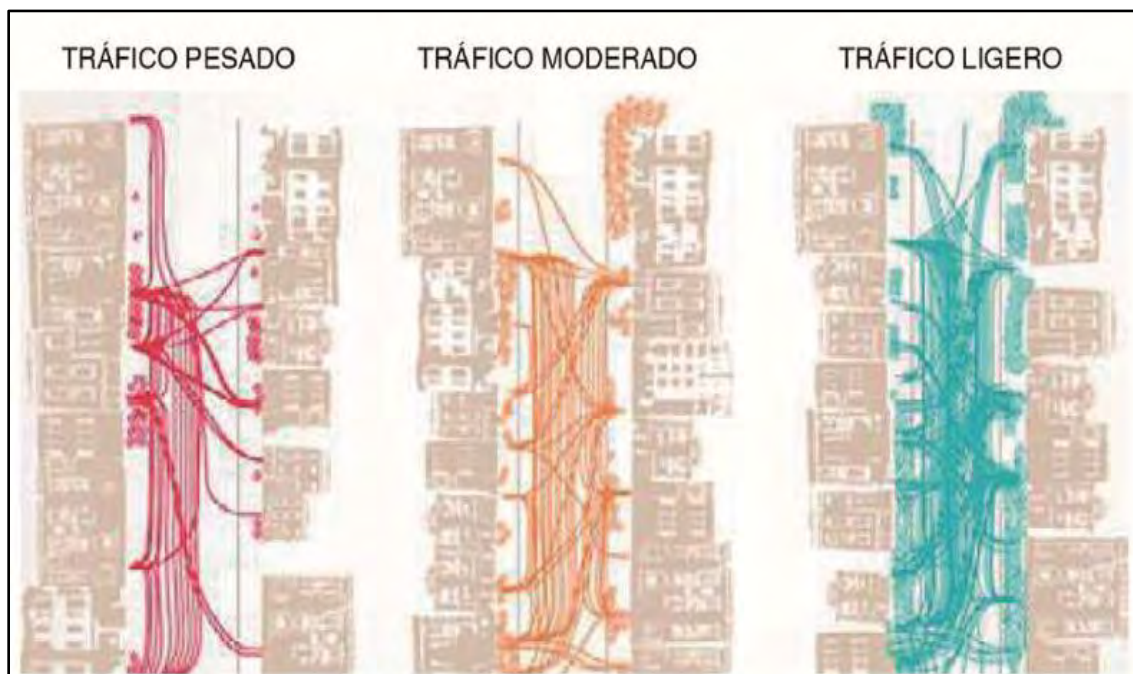
Con referencia a lo señalado, el Dr. Manuel Herce (2009) dice: “En la sociedad actual, la movilidad de las personas ha adquirido una importancia muy superior a la que tenía en periodos anteriores de la ciudad contemporánea. Prueba de ello es la relevancia que ha tomado esa palabra no solo en el discurso urbanístico y en el medioambiental, sino también en los planes de infraestructura de transporte, incluso cuando estos se hayan formulado con otros objetivos centrados en la articulación territorial o el desarrollo económico.”



*Figura 7. Pirámide ideal de prioridades para una movilidad sostenible y segura.  
Tomado de “Movilidad en zonas urbana” por Dextre (Perú), 2012*

En este punto es oportuno destacar que la movilidad sostenible potencia la interacción social y la permeabilidad entre dos zonas que podrían estar segregadas por una vía con alto tránsito vehicular. Al respecto es conveniente traer a colación el estudio realizado por Donald Appleyard en la ciudad de San Francisco y que resultado de la investigación publicaría el libro *Livable streets* en donde expone que existe un impacto negativo de la infraestructura de transporte y por ende del alto tránsito vehicular sobre la vida urbana y la calidad de vida de las personas. El estudio revela que un alto tráfico vehicular reduce las interacciones sociales. En la figura 8 se muestra un esquema

de las interacciones sociales en una calle dependiendo del tráfico vehicular.



*Figura 8. Interacción social en tres calles*

*Tomado de "Livable Streets", por Donald Appleyard (Estados Unidos), 2010*

### **2.3 Diseño urbano enfocado desde la perspectiva de la accesibilidad**

La palabra accesibilidad hace referencia al fácil acceso o llegada; este entendimiento es un punto de partida para conocer el alcance de este concepto en el ámbito de la movilidad y planeamiento urbano, que son los temas de interés en este trabajo.

Al respecto, según el Concepto Europeo de Accesibilidad (CCPT,1996) señala que la accesibilidad es una característica fundamental de un entorno construido. Es la condición que permite la llegada, entrada y salida de las personas a las casas, oficinas, lugares de trabajo, tiendas, espacios públicos, etc. La accesibilidad propicia que todas las personas participen de la actividad social y económica para las que fue concebido el entorno construido.



Además, esto implica que todos los lugares con una adecuada accesibilidad también puedan ser evacuados de manera segura ante un evento que lo amerite y cuando sea necesario. Con todo lo señalado antes, se puede afirmar que la falta de accesibilidad en un espacio determinado se traduce en una disminución en la calidad de vida de las personas y más aún de las personas con movilidad reducida como adultos mayores, mujeres embarazadas, personas con discapacidad, etc. Entonces, la falta de accesibilidad implicaría la marginación de las poblaciones vulnerables.

### **2.3.1 Diseño universal**

El concepto de diseño universal hace referencia a la pluralidad; esto es concebir los diseños que puedan ser utilizados por todos y como lo menciona Smead (2015), diseño para todos, que incluyan el mayor número de personas como niños, personas con alguna discapacidad, adultos mayores y todo esto sin la necesidad de adecuar el espacio en el futuro.

#### **2.3.1.1 Espacios requeridos para el desplazamiento**

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones; según la guía universal de diseño de calles:

- Los espacios con un desnivel deben considerar rampas adecuadas; de no más de 10% de inclinación y con un ancho de 1.8 m

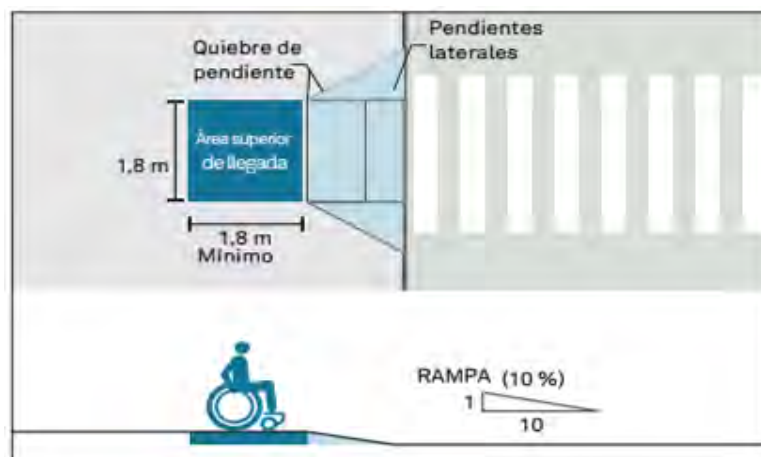


Figura 9. Diseño para rampas peatonales

Tomado de "Urban Street Design Guide", por la NACTO (Estados Unidos), 2020

- Las aceras y plazas deben estar provistos de superficies podotáctiles; esto permitiría mayor autonomía de las personas con discapacidad visual.
- Las veredas deben tener continuidad y ser amplias; que considere el volumen de peatones y contemplen la actividad comercial en la zona; de tal forma que no obstaculice la circulación; también se debe tener en cuenta los anchos mínimos que ocupa una persona en silla de ruedas para que circule sin dificultades.



Figura 10. Diseño de acera con criterios de accesibilidad y elementos para la circulación peatonal

Tomado de "Urban Street Design Guide", por la NACTO (Estados Unidos), 2020

- Los espacios de circulación peatonal deberán estar dotados de iluminación adecuada; la misma que permita crear espacios animados y dar mayor sensación de seguridad.
- Las vías de circulación peatonal deben estar provistas de un sistema de señalización coherente con lenguaje visual claro, universal e inclusivo. Tal es así que, por ejemplo, se deberían incluir señales en código Braille.
- Los diseños deben considerar los anchos mínimos que ocupa una persona en silla de ruedas.

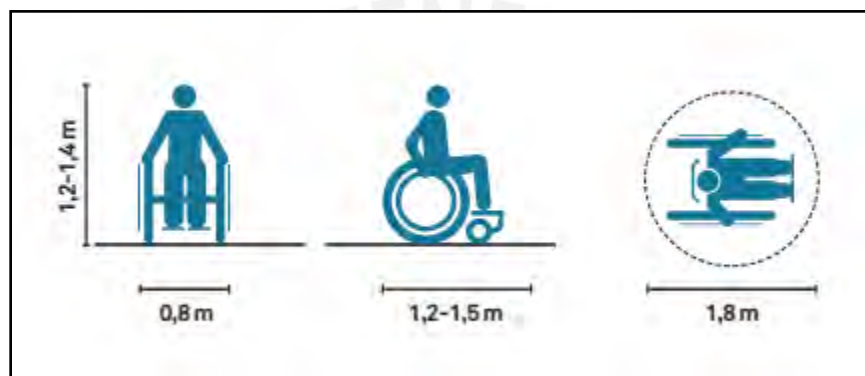


Figura 11. Personas con movilidad limitada

Tomado de "Urban Street Design Guide", por la NACTO (Estados Unidos), 2020

## 2.4 Espacio público

El concepto de espacio público, de cierta forma, depende del enfoque desde donde se lo aborde; Por ejemplo, para algunos, los Shopping centers, desde una determinada perspectiva, pueden ser concebidos como espacio público; mientras que, para otros, este espacio no cumple con las características necesarias para serlo.

Al respecto, Vega P. (2006, p.5) dice " Si partiéramos de suponer una hegemonía de la sociedad de consumo en los usos del espacio común en la vida cotidiana, evidentemente las propuestas de diseño urbano que parten de los grandes establecimientos comerciales sería una alternativa coherente y eficiente (coherente con la idea de espacio público y eficiente porque sería

un espacio económicamente autosostenible); sin embargo, las necesidades sociales que pueden expresarse en el uso del espacio común no se agotan en el consumo; sino que expresan la complejidad de las aspiraciones humanas construidas en contextos culturales específicos.”

Como se puede leer en la cita del Dr. Vega, el autor pone en manifiesto que la idea espacio público podría ser coherente con el planteamiento urbanístico de los *malls* o los grandes centros comerciales, dependiendo de la perspectiva desde donde se plantee. Entonces, resulta oportuno entender el sentido original del espacio público. En un primer acercamiento al concepto general de espacio público; este podría definirse como aquel lugar de dominio público en donde todas las personas pueden movilizarse libremente y hacer uso del mismo. Al respecto, Borja (2010, p. 124) sostiene que “El espacio público supone pues dominio público, uso social colectivo y multifuncionalidad. Se caracteriza físicamente por su accesibilidad lo que lo convierte en un factor de centralidad.”

Vega P. (2006) cita a los autores Remy y Voyé quienes definen al espacio público como “todo espacio accesible, sin importar el momento o la persona, sin discriminación alguna de actividades, las cuales no necesariamente son determinadas explícitamente, a condición que ellas sigan un reglamento de uso establecido por la autoridad pública.” (P.7).

En síntesis, tomando en consideración las definiciones anteriores y desde el enfoque de la movilidad, se entiende como espacio público a aquel lugar de dominio público, accesible, seguro, multifuncional en donde las personas pueden transitar y satisfacer libremente sus necesidades sociales; en este punto es oportuno aclarar la connotación que le estamos imprimiendo al concepto de necesidades sociales; pues de esta manera se entenderá mejor el alcance del concepto de espacio público.

Al respecto Lefebvre (1971) dice “las necesidades sociales tienen un fundamento antropológico; opuestas y complementarias a un tiempo, comprenden la necesidad de seguridad y a la de apertura, la de certidumbre y aventura, la de organización del trabajo y la del juego, las necesidades de previsibilidad y de lo imprevisto, de unidad y de diferencia; la de aislamiento y encuentro, de cambios y de inversiones, de independencia y de comunicación, de inmediatez y perspectiva a largo plazo”. (P.123).

Entonces, cuando se dice que el espacio público posibilita la satisfacción libre de las necesidades sociales, se debe entender que, de cierta forma, los espacios públicos; además de las características precisadas anteriormente, deberían ser tal que permitan satisfacer las necesidades planteadas por Lefebvre.

En la figura 12 se muestra un ejemplo de intersección vial en donde se tiene en cuenta un diseño desde la perspectiva de la movilidad con un espacio público funcional.



*Figura 12. Diseño de espacio público y la movilidad  
Tomado de “Página de Facebook de Utopias Urbanas”*

### 2.4.1 Tipos de espacio público

Como ya se mencionó, los espacios públicos son multifuncionales, pero ciertamente hay alguna actividad o una característica que los diferencia. Algunos autores han abordado el tema.

por ejemplo, Jan G. (2006) clasifica a los espacios públicos de acuerdo al uso o a una característica principal en:

- Plaza principal de la ciudad, es la plaza más importante de una ciudad, un pueblo o un barrio.
- Plaza de ocio, es aquel espacio público cuya principal característica es de servir de lugar de reunión, de encuentro y donde se realizan actividades de ocio.
- Paseo, es aquel espacio público cuya principal característica es su linealidad; pero también permiten realizar actividades de carácter estático.
- Plaza de tráfico, es aquel espacio público que ayuda a la circulación del tráfico, como también facilita el intercambio entre diferentes medios de transporte.
- Plaza monumental, es aquel espacio que supone una pausa en el tejido de la ciudad y tiene una importancia simbólica.

En este punto es conveniente aclarar que también hay otras clasificaciones para los espacios de uso público; pero que no entran en la categoría de espacio público que se aborda en el presente trabajo. A continuación, se presenta un cuadro en donde se detalla la clasificación mencionada.

Tabla 3. Clasificación de los espacios de uso público

|  |  |
|--|--|
| Espacio público<br>(acceso libre y abierto)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calle</li> <li>• Parque</li> <li>• Plaza</li> </ul>                     |
| Equipamiento público<br>(cerrado)                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro comunitario</li> <li>• Biblioteca</li> <li>• Mercado</li> </ul>  |
| Espacio privado de uso público<br>(acceso restringido) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros comerciales</li> <li>• Cafés</li> <li>• Restaurantes</li> </ul> |

*Nota.* Tomado de SEDESOL, 2014

Como se aprecia en el cuadro anterior, existen espacios de uso colectivo que podrían confundirse con el concepto original de espacio público que se usa en este trabajo.

En ese sentido, se hace hincapié que, en la presente tesis, se entiende como espacio público a aquel espacio de uso colectivo y fundamentalmente de acceso libre.

#### **2.4.2 Beneficio de los espacios públicos**

Los beneficios de los espacios públicos son diversos y se pueden plantear desde distintas dimensiones como pueden ser desde la salud, la seguridad, el ambiente, lo económico, etc. A continuación, se enumeran y explican los beneficios más relevantes:

- Los espacios públicos proporcionan seguridad en un entorno debido a la concurrencia de personas y a la presencia de comerciantes que actúan como vigilantes naturales.
- Desde la salud, estos espacios facilitan la realización de actividades físicas que se traducen en beneficios de salud tanto físicas como mentales.

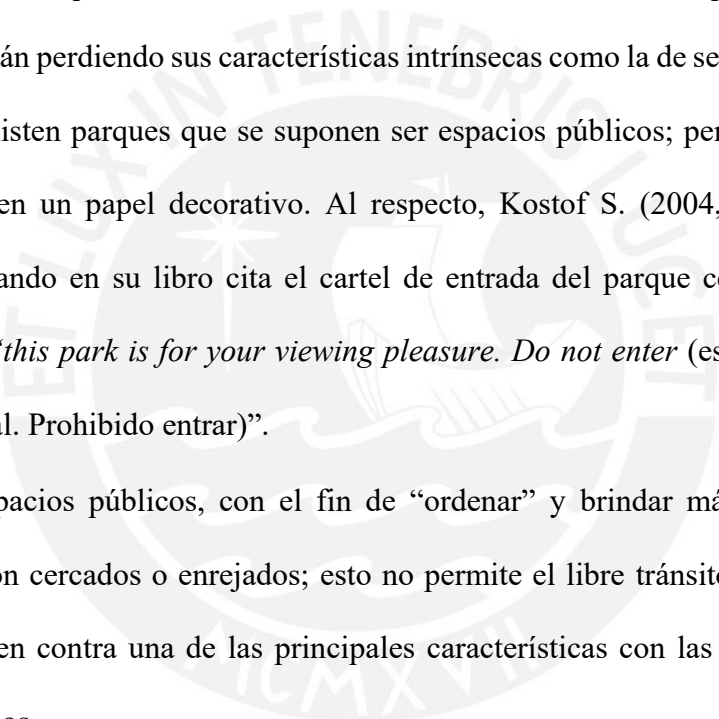
- Desde punto de vista del medio ambiente, muchas veces los espacios públicos contemplan áreas con vegetación y árboles, lo que favorece al ecosistema.
- Desde el lado económico, este tipo de espacios favorecen a dicha actividad; ya que, se presentan lugares de comercio, las propiedades cercanas los espacios públicos adquieren mayor valor económico, etc.
- Culturalmente, en muchas ocasiones, estos espacios propician la preservación del patrimonio cultural, revaloran la arquitectura histórica y se da apertura a las expresiones artísticas.
- Referente a los beneficios sociales; Borja J. y Castells (2000, p. 202-203) sostienen que los espacios públicos procuran el desarrollo sostenible de las ciudades en el sentido que, aseguran para las generaciones futuras la integración social; es decir, que propician la consolidación de un medio social pacífico y democrático.
- En cuanto a la dimensión de la movilidad y el ordenamiento urbano, los espacios públicos cumplen una función integradora de la ciudad, regulan el transporte público, son puntos de estructuración de la ciudad, etc.

### **2.4.3 Problemática de los espacios públicos**

Si bien, se ha señalado que los espacios públicos implican muchos beneficios; no obstante, estos no están exentos a las problemáticas; a continuación, se mencionan a las más relevantes:

- Uno de los principales problemas que enfrentan los espacios públicos es aquel que se relaciona con la inversión y el gasto público que son necesarios para la creación y mantenimiento de las mismas. Esto hace que la creación y mejoramiento de los espacios público sea menos atractiva para los administradores públicos.



- Existen muchos espacios públicos que carecen o son deficientes en lo relacionado a la accesibilidad; cuando esta debería ser una característica principal de estos espacios. Nos referimos a deficiencias en la accesibilidad cuando, por ejemplo, el acceso a estos espacios se realiza a través de un puente peatonal que cruza una vía de alto tránsito, cuando hay poca iluminación en los ingresos de estos espacios, cuando las veredas o calles de acceso presentan irregularidades en su superficie, etc.
- Otro problema que cada vez se está haciendo más común; es que algunos espacios públicos están perdiendo sus características intrínsecas como la de ser multifuncional. Por ejemplo, existen parques que se suponen ser espacios públicos; pero que en la realidad solo cumplen un papel decorativo. Al respecto, Kostof S. (2004, p.172) presenta un ejemplo cuando en su libro cita el cartel de entrada del parque central del pueblo de Sausalito: *“this park is for your viewing pleasure. Do not enter* (este parque es para su placer visual. Prohibido entrar)”.
- Muchos espacios públicos, con el fin de “ordenar” y brindar más “seguridad” a los usuarios, son cercados o enrejados; esto no permite el libre tránsito de las personas, lo que atenta en contra una de las principales características con las que deberían contar estos espacios.
- También se presentan espacios públicos con mala calidad de mobiliarios o en algunos casos no cuentan con estos. Por ejemplo, existen parques sin bancas ni lugares para descansar o carecen de depósitos para botar la basura.

## 2.5 Software empleado para la simulación PTV Vissim

Para abordar el concepto de simulación, es necesario definir la idea de modelo y sistema; en referencia a estos conceptos, Vitoriano (2012) manifiesta que un sistema es un conjunto de objetos o ideas que están interrelacionadas entre sí como una unidad para la consecución de un fin; mientras que el modelo es la representación simplificada de un sistema. Ahora, referente al concepto de Simulación Shannon (1975) precisa que la simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y experimentar con él; con el fin de entender el comportamiento del sistema o de evaluar alternativas para la operatividad del sistema.

Ya con el concepto de simulación fijado, sigue abordando la idea de simulación aplicado al tráfico vehicular y peatonal. Según la Guía de modelación de tráfico de Reino Unido (TFL 2021), para modelar el tránsito vehicular existen tipos de simulación; entre los más notorios se definen a la macrosimulación y a la microsimulación. La macrosimulación sirve para evaluar escenarios que abarcan una dimensión considerable y este en particular entiende a la circulación vehicular como un flujo uniforme; similar a un fluido y no considera la interacción entre los vehículos. Por otro lado, la microsimulación se enfoca y tiene en cuenta las interacciones que existen entre los elementos del modelo (vehículos); esto sirve para el análisis de áreas reducidas en comparación a los escenarios analizados en los modelos macroscópicos.

En el presente trabajo, se elaboraron modelos microscópicos, en particular se usó el software de origen alemán *PTV Vissim 2022*. Sobre las propiedades del programa, a continuación, se exponen las principales funciones enumeradas en la página web oficial del mencionado

- Simular interacciones complejas de vehículos de forma realista a nivel microscópico.

- Modelar la demanda, la oferta y revisar el comportamiento de movimiento a detalle.
- Simular nuevas formas de movilidad como CAV y MaaS.



## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

### **3.1 Reconocimiento de la zona de estudio**

La primera etapa para el desarrollo del proyecto consistió en el reconocimiento del lugar de estudio; esto con el fin observar in situ el funcionamiento de la circulación vehicular, las deficiencias, problemas relacionados a la accesibilidad y las potencialidades existentes en la zona de estudio. Para ello, se visitó el lugar de estudio en varias ocasiones y en diferentes horarios; tanto en la noche como en el día. Los datos relevantes fueron documentados en fotografías, videos y apuntes. Cabe resaltar que, como parte de esta etapa, no solo se reconoció la zona delimitada por el área de estudio; sino, que también para tener un mejor panorama de la situación, se hizo un recorrido por las inmediaciones de la zona de estudio. A su vez, se realizó una lista de chequeo, que se muestra en la tabla 4; esto con el fin de determinar de manera ordenada las deficiencias que se encontraron en la intersección vial a ser estudiada; también, se tuvo en cuenta los 12 principios planteados por Jan Gehl para evaluar la calidad del espacio público. Así mismo, se pudo entrevistar a los usuarios de la zona para consultarles acerca de los principales problemas relacionados al tránsito y movilidad existentes en el área de estudio.

### **3.2 Formulación del alcance y objetivos**

En esta etapa, ya con un mejor panorama acerca de las problemáticas y potencialidades relacionadas a la movilidad en lugar de estudio, se delimitaron el alcance y los objetivos; los cuales se plantaron de manera prudente y teniendo en cuenta que las mejoras puedan ser realizables con el uso de recursos razonables. Así, el alcance se delimitó a realizar el estudio y mejoras entre las primeras cuadras que circunscriben al cruce de vías conocido como el Óvalo de la Av. Brasil.

### 3.3 Recolección y tratamiento de datos de campo

A continuación, se detalla en orden cronológico el procedimiento llevado a cabo para la recolección de datos de campo y trabajo de gabinete:

- Se tomaron videograbaciones del área de estudio con la ayuda de un *drone* marca Phantom 4RTK SE; el vuelo en *drone* se realizó por el lapso de una hora a una altura de 90 metros; estas grabaciones de imagen en alta calidad se realizaron en horas de alto tráfico el día 15 de agosto del 2022 desde las 8:15 am hasta las 9:15 am.



Figura 13. Drone modelo 4 RTK SE (Fuente Propia)

- Posteriormente, se llevó a cabo el levantamiento de medidas de la zona en cuestión; para facilitar este trabajo se hizo uso de una imagen área tomada por el *drone* y escalada; con esto se procedió realizar las mediciones en el campo con una wincha de 60 m y se fueron corroborando las medidas que se obtuvieron de la imagen escalada.
- Como paso siguiente, se tomaron in situ los tiempos de duración de las fases semafóricas; para ello se hicieron 4 medidas por cada fase semafórica y para lograr mayor grado de certidumbre se hicieron medidas en los 2 sentidos de cada vía.

- Luego, se acudió a la comisaría de Jesús María con el fin de recopilar información pertinente relacionado con los accidentes de tránsito ocurridos en el área de ejecución de la investigación; también, se realizó una encuesta a los usuarios de la zona; la misma que contiene preguntas relacionadas a la accesibilidad y calidad del espacio público.
- Finalmente, con todos los datos de campo disponibles se procesaron los datos usando hojas de cálculo para ordenar y determinar todos los parámetros de entrada requeridos en el proceso de la micro simulación.

### **3.4 Desarrollo, calibración y validación del modelo de la situación actual**

En este paso, ya con todos los datos de entrada disponibles, se procedió a ejecutar la microsimulación del estado actual del tránsito en la zona de estudio; esto se realizó con el Software especializado *PTV Vissim 2022*. Posteriormente, tomando en consideración el parámetro de eficiencia a Tiempo de viaje; se realizó el procedimiento de calibración del modelo; y finalmente, con los datos tomados en condiciones similares a las medidas del día 15 de agosto del 2022, se procedió a validar el modelo.

### **3.5 Planteamiento de mejoras a la situación actual y su evaluación mediante un modelo de micro simulación del tráfico**

Una vez que el modelo de la situación actual se encontró calibrado y validado; se siguió con el análisis de la zona en estudio y se plantearon mejoras relacionadas a la movilidad, accesibilidad, seguridad vial y espacio público. Posteriormente se elaboró un modelo de micro simulación en donde se introdujeron las mejoras señaladas; de las que finalmente se obtuvieron parámetros de eficiencia que se compararon con el modelo anterior y así llegar a conclusiones y recomendaciones relevantes.

## CAPÍTULO 4: RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAMPO

### 4.1 Recolección de datos cualitativos

En relación a los datos cualitativos, se hizo una encuesta y una lista de chequeos. Las encuestas se realizaron a 30 personas de diferentes edades entre los 18 y 70 años; las preguntas de la encuesta están planteadas para evaluar la calidad del espacio público las mismas que tienen como base los 12 criterios definidos por Jan Gehl en la figura A1 del anexo se presentan las preguntas mencionadas. A continuación, en la figura 14 se muestran los resultados de la encuesta en mención.

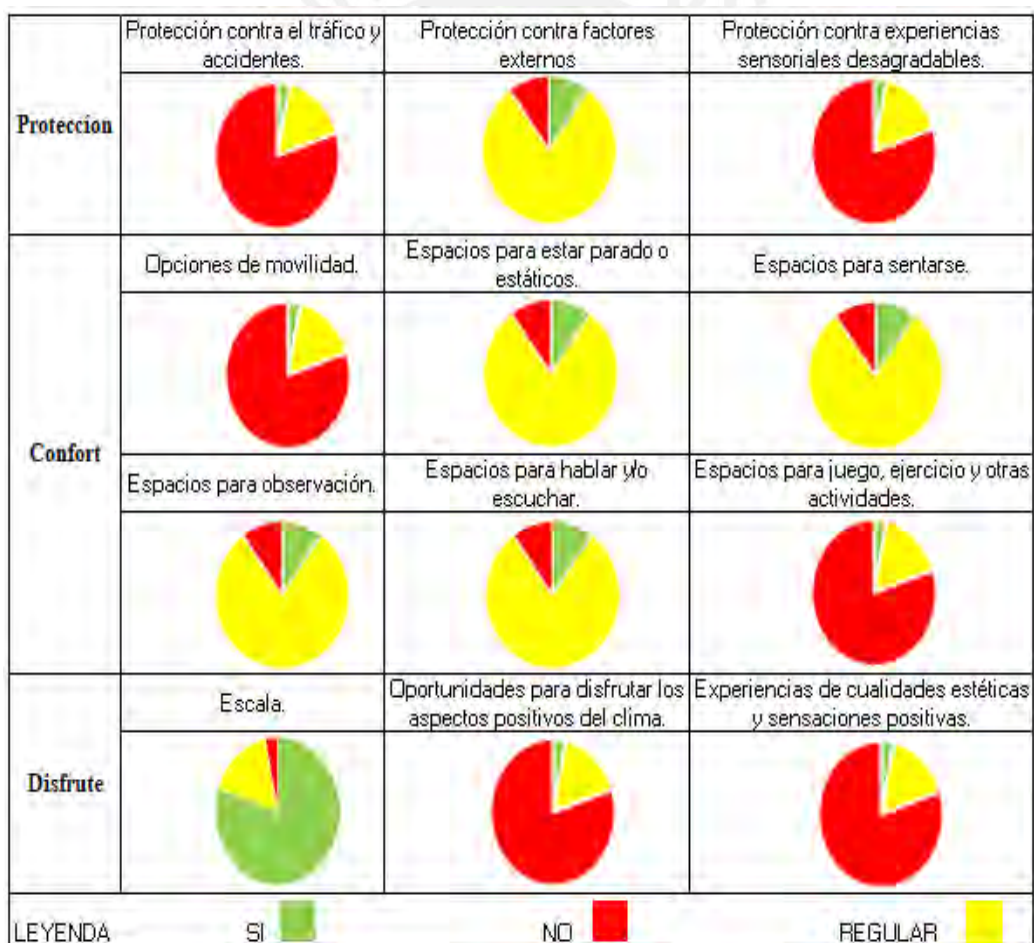


Figura 14. Resultados de la encuesta en base a los criterios de Jan Gehl (Fuente Propia)

Finalmente, referente a los datos cualitativos, también se empleó una lista de chequeo; la misma que se presenta en la tabla 4; esta fue adaptada de Cabrera (2019). Con la mencionada lista se pudo evaluar las condiciones actuales en cuanto a diseño y estado de elementos viales, obstáculos en las aceras y vías peatonales; sentidos humanos y navegación; gestión de tránsito; seguridad vial y accesibilidad en el área de estudio. De esta forma se pudo identificar que la zona en estudio no cumple con algunos aspectos y de esa manera se obtuvo un panorama más claro de la intersección en cuestión.

Tabla 4. Lista de chequeo de la intersección en estudio

| Pregunta   | ¿Cumple? |    | Comentario   |
|--|----------|----|--|
| Diseño y estado de elementos viales  |          |    |  |
| ¿Todos los cruces presentan rampa?   | SI       |    | Si presentan rampas, pero en estado deplorable   |
| ¿La orientación de las rampas es adecuada?   |          | NO | Ya que hay rampas que tienen una orientación con cierto ángulo ya sea a la derecha o a la izquierda        |
| ¿Las superficies de aceras o vías peatonales presentan protuberancias, son ásperas o tienen piso táctil? |          | NO | Si son ásperas, pero por el mal estado en el que se encuentran y no tienen pisos podotáctiles              |
| ¿Existe desnivel entre la acera y la calzada?  | SI       |    |  |
| ¿La calzada está pavimentada y es claro el mensaje del diseño de la vía?                                 | SI       |    | Si esta pavimentada, pero falta darle mantenimiento y le falta dar mantenimiento a la señalización.        |
| ¿Se pueden diferenciar la entrada a los pasajes de las intersecciones?                                   | SI       |    |  |
| ¿Las aceras se encuentran en buen estado y están libres de basura?                                       |          | NO | Las aceras se encuentran deterioradas. No solo bastaría con el mantenimiento sino un cambio de las mismas. |
| ¿Las rampas se encuentran en buen estado?  |          | NO | Las rampas se encuentran en mal estado no cumplen con la pendiente mínima y están en mal estado.           |
| ¿Se observan personas sin autonomía circulando por la calzada?   | SI       |    | Si se observó a varias personas, las mismas que se dificultan al ir de un origen a un destino.             |



| Continúa la tabla 4   |    |    |  |
|---|----|----|--|
| Obstáculos en las aceras y otras vías peatonales  |    |    |  |
| ¿Se observan obstáculos a nivel de la acera, o vía peatonal, como postes de luz, autos estacionados, tapas de buzones, etc.?                          | SI |    | En las islas de refugio se observó obstáculos de concreto armado, postes de señalización vertical, macetas y publicidad.                     |
| ¿Se observan buzones sin tapa?  |    | NO |  |
| ¿Se observan obstáculos elevados sobre la acera o vía peatonal como puertas de garajes, ramas de árboles, ventanas abiertas, tubos de quioscos, etc.? | SI |    | Si se observan puertas de garajes que no tienen que se abren automáticamente también se observó que hay árboles que faltan ser podados.      |
| ¿Los obstáculos se encuentran en los bordes de las aceras (junto a la calzada o a las edificaciones)?   | SI |    | Se encuentran junto a la calzada y también junto a las edificaciones.  |
| Sentidos humanos y navegación   |    |    |  |
| ¿La magnitud del flujo peatonal (peatones/min/m) puede afectar a las personas sin autonomía?  | SI |    | Si afecta y se observó más en los paraderos  |
| ¿La iluminación nocturna es adecuada?   |    | NO | La iluminación es mínima en la zona de estudio y al ser luz amarilla pues no ayuda mucho.  |
| ¿Es excesiva la cantidad de información que se debe procesar para cruzar las calles?  |    | NO |  |
| ¿Se observan dispositivos que brinden información a las personas sin autonomía que no esté visualmente orientada?                                     |    | NO |  |
| Gestión de tránsito   |    |    |  |
| ¿Los semáforos tienen tiempos y fases adecuadas para las personas sin autonomía?  |    | NO | No tiene, en la zona de estudio se observó que para cruzar desde un origen a un destino en la avenida Brasil se necesita 160 segundos        |
| ¿Las señales de tránsito se encuentran iluminadas adecuadamente de noche?   |    | NO |  |
| ¿La altura de las señales es adecuada para las personas sin autonomía?  |    | NO |  |
| Seguridad vial y ciudadana  |    |    |  |
| ¿Los vehículos al girar a la derecha e izquierda ceden el paso a los peatones?  |    | NO | Se ha observado en campo que algunos vehículos sí, pero la gran mayoría no es más tocan el claxon.   |
| ¿El nivel de tráfico vehicular intimida a las personas sin autonomía?   | SI |    | Si intimida porque el tráfico que se generan debido a las largas colas de los vehículos hace que los conductores manejen de manera agresiva. |
| ¿En la zona se producen accidentes donde se involucran personas sin autonomía?  | SI |    |  |

Nota. Tomado de Cabrera, 2019

## 4.2 Levantamiento de medidas del área de estudio

Como se mencionó en el acápite de metodología, para este proyecto se hizo un levantamiento de medidas y se elaboró un plano en CAD en donde se acotan todas las dimensiones de las calzadas, veredas, bermas, pasos peatonales y se ubican los elementos más importantes para el análisis de la zona en estudio. El plano en mención se muestra en el anexo J y a continuación se presenta una imagen del plano en donde se demarcan los principales elementos que componen el área del proyecto.

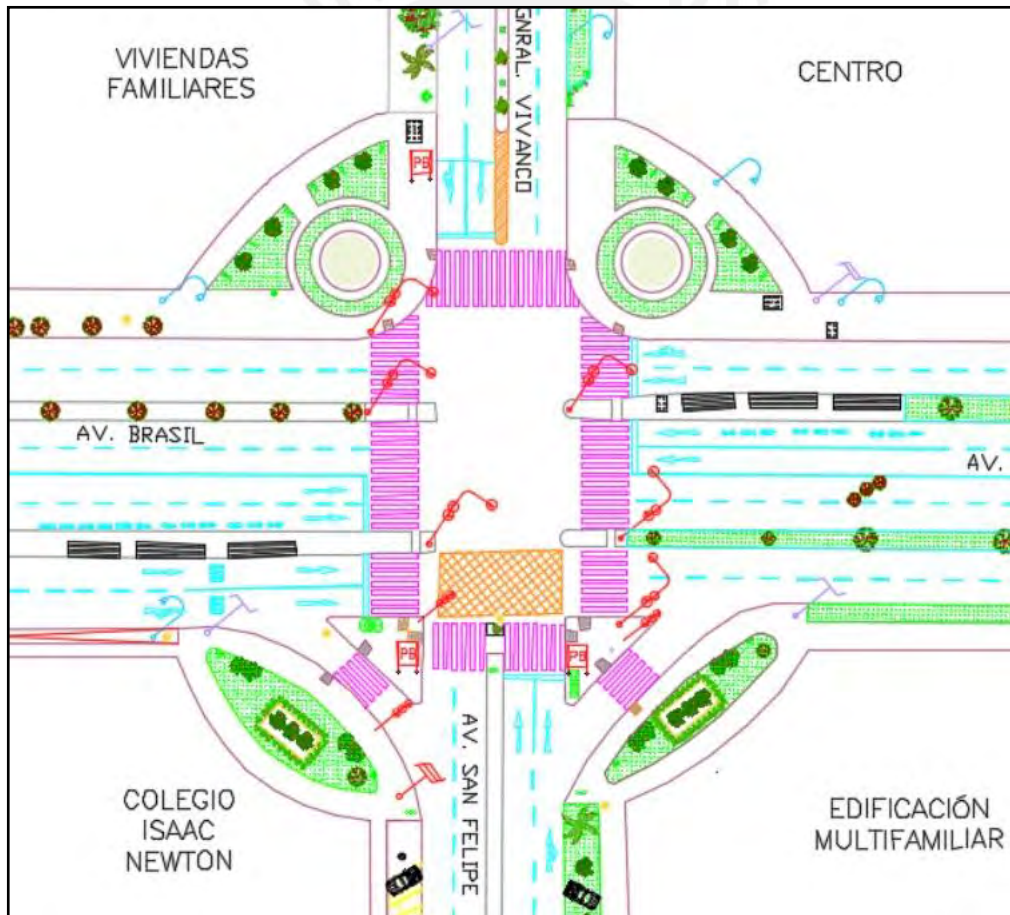


Figura 15. Representación en la zona de estudio (Fuente Propia)

### 4.3 Datos procesados de los videos tomados por *drone*

En seguida, se muestran los parámetros determinados a partir de las grabaciones obtenidas del *drone* el día 15 de agosto 2022 a las 8 am. Se eligió este escenario, debido a que se observó que es éste es el más crítico en relación a las problemáticas de tránsito y movilidad comparada con situaciones a otras horas del día (horas de menor tránsito vehicular y peatonal).

#### 4.3.1 Datos tomados para la introducción de parámetros vehiculares

##### 4.3.1.1 Aforo vehicular

Para determinar el aforo vehicular se hicieron observaciones de la videograbación en periodos de 15 minutos y que sumados hicieron un lapso de una hora; así, se logró computar la cantidad de vehículos por tipo (figura 17), y sentido de circulación (figura 16.). Este conteo se realizó en las cuatro vías que atraviesan el área en estudio; la Av. Brasil (con una vía principal exclusiva de servicio público y dos auxiliares), la Av. General Manuel Vivanco y la Av. San Felipe.

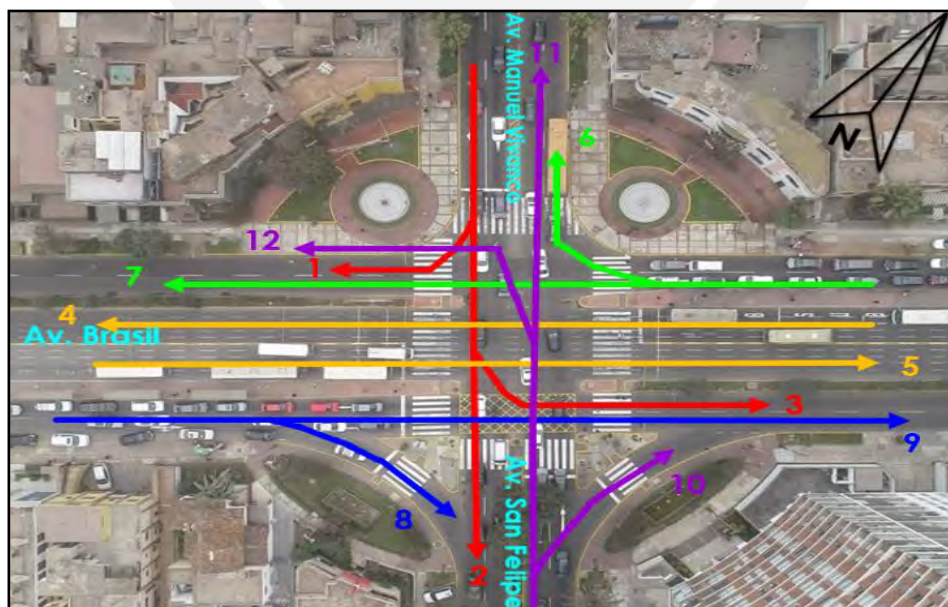


Figura 16. Sentidos de Circulación (Fuente Propia)



Figura 17. Tipos de vehículos (Fuente Propia)

Los conteos de aforo vehicular determinados para cada una de las avenidas en una hora de cómputo (las mediciones se hicieron cada 15 minutos) se presentan en las tablas del anexo B. A continuación, se presenta un cuadro donde se detalla los aforos vehiculares totales en una hora de observación y por cada tipo de vehículo.

Tabla 5. Aforo total por cada tipo de vehículos

|   | Movimiento | Auto | Causter | Combi | Bus | Corredor morado | Bicicleta | Moto | Camión | Total |
|---|------------|------|---------|-------|-----|-----------------|-----------|------|--------|-------|
| <b>Av. General Manuel Vivanco</b>       | 1          | 22   | 0       | 0     | 0   | 0               | 3         | 7    | 1      | 33    |
|   | 2          | 1178 | 24      | 14    | 11  | 0               | 34        | 142  | 25     | 1428  |
|   | 3          | 110  | 0       | 0     | 0   | 0               | 0         | 14   | 2      | 126   |
| <b>Av. Brasil carril principal</b>      | 4          | 39   | 96      | 25    | 28  | 11              | 0         | 31   | 0      | 230   |
|   | 5          | 55   | 86      | 16    | 25  | 10              | 0         | 20   | 0      | 212   |
| <b>Av. Brasil auxiliar Pueblo Libre</b> | 6          | 110  | 0       | 0     | 0   | 0               | 6         | 18   | 7      | 141   |
|   | 7          | 337  | 0       | 0     | 0   | 0               | 13        | 62   | 16     | 428   |
| <b>Av. Brasil auxiliar Jesús María</b>  | 8          | 159  | 0       | 0     | 0   | 0               | 10        | 14   | 5      | 188   |
|   | 9          | 460  | 0       | 0     | 0   | 0               | 8         | 44   | 6      | 518   |
| <b>Av. San Felipe</b>                   | 10         | 36   | 0       | 0     | 0   | 0               | 2         | 34   | 8      | 80    |
|   | 11         | 678  | 19      | 12    | 5   | 0               | 17        | 50   | 13     | 794   |
|   | 12         | 80   | 0       | 0     | 0   | 0               | 1         | 67   | 5      | 153   |
| <b>Total</b>                            |            | 3264 | 225     | 67    | 69  | 21              | 94        | 503  | 88     | 4331  |

Nota. Fuente Propia

#### 4.3.1.2 Velocidad vehicular deseada

Para determinar la velocidad vehicular deseada, esto es velocidad que tendría el vehículo a flujo libre, se cronometró el tiempo que transcurre para que un vehículo atravesase una determinada distancia y con ello se determina la velocidad del mencionado vehículo. Los tiempos contabilizados para los diferentes tipos de vehículos se presentan en el anexo C

Este procedimiento se realizó para cada tipo de vehículo. En el estudio se determinaron las velocidades deseadas del automóvil, para el cuál se computaron 40 medidas y la velocidad se determinó empleando una distancia de 15 m.; de igual manera se procedió con las *Causter*; mientras que para la combi se empleó una distancia de 20m; en tanto, para el bus y el corredor morado, se empleó una distancia de 30m; finalmente, para el caso del corredor morado, se contabilizaron 20 medidas.



A continuación, en la figura 18 se muestran las curvas de distribución continua que fueron determinados luego del procesamiento de la información para cada tipo de vehículos.

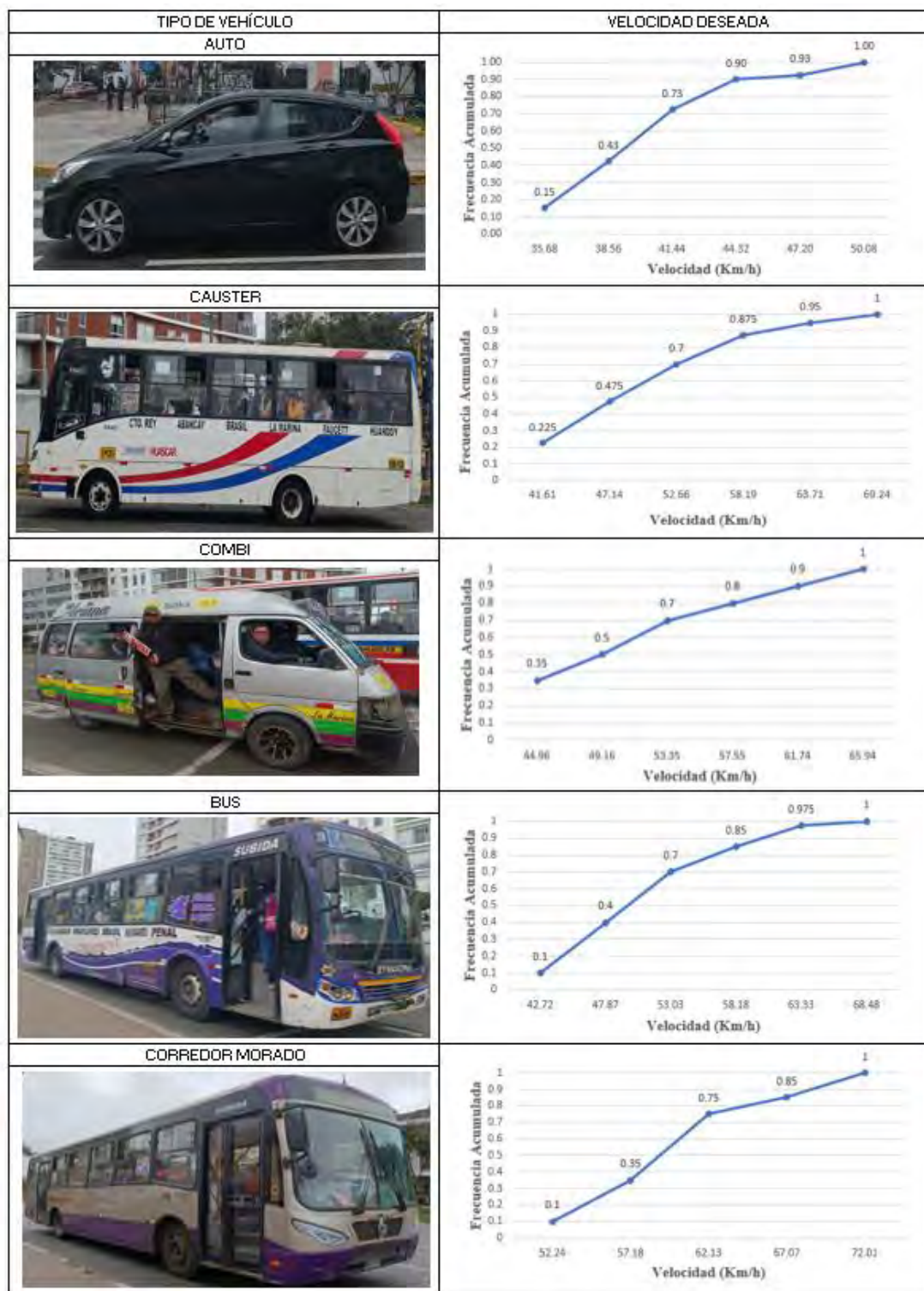


Figura 18. Velocidades deseadas por cada tipo de vehículos (Fuente Propia).

Cabe enfatizar que, para la moto, el camión y la bicicleta se consideraron velocidades predeterminadas del *software* y basados en las velocidades estándar a flujo libre, la misma que fueron tomadas de Cabrera (2018).

Tabla 6. Velocidad estándar a flujo libre

| <b>Velocidades a flujo libre</b> |    |
|----------------------------------|----|
| Camión (km/h)                    | 50 |
| Moto (km/h)                      | 40 |
| Bicicleta (km/h)                 | 12 |

*Nota.* Tomado de Cabrera, 2018

#### 4.3.1.3 Velocidad de giro vehicular

Para determinar la velocidad de giro vehicular, se establecieron 3 orientaciones de giro; las mismas que se muestran en la figura 19. En seguida, se procedió a delimitar la distancia de cada uno de los giros; para que con el cálculo del tiempo que tarda un vehículo en atravesar la mencionada distancia, se determine la velocidad de giro. Se realizaron 20 mediciones de tiempo por cada tipo de vehículo. Los datos totales computados se muestran en el anexo D. A continuación, en la siguiente figura se presentan los gráficos de frecuencias acumuladas para cada tipo de giro.

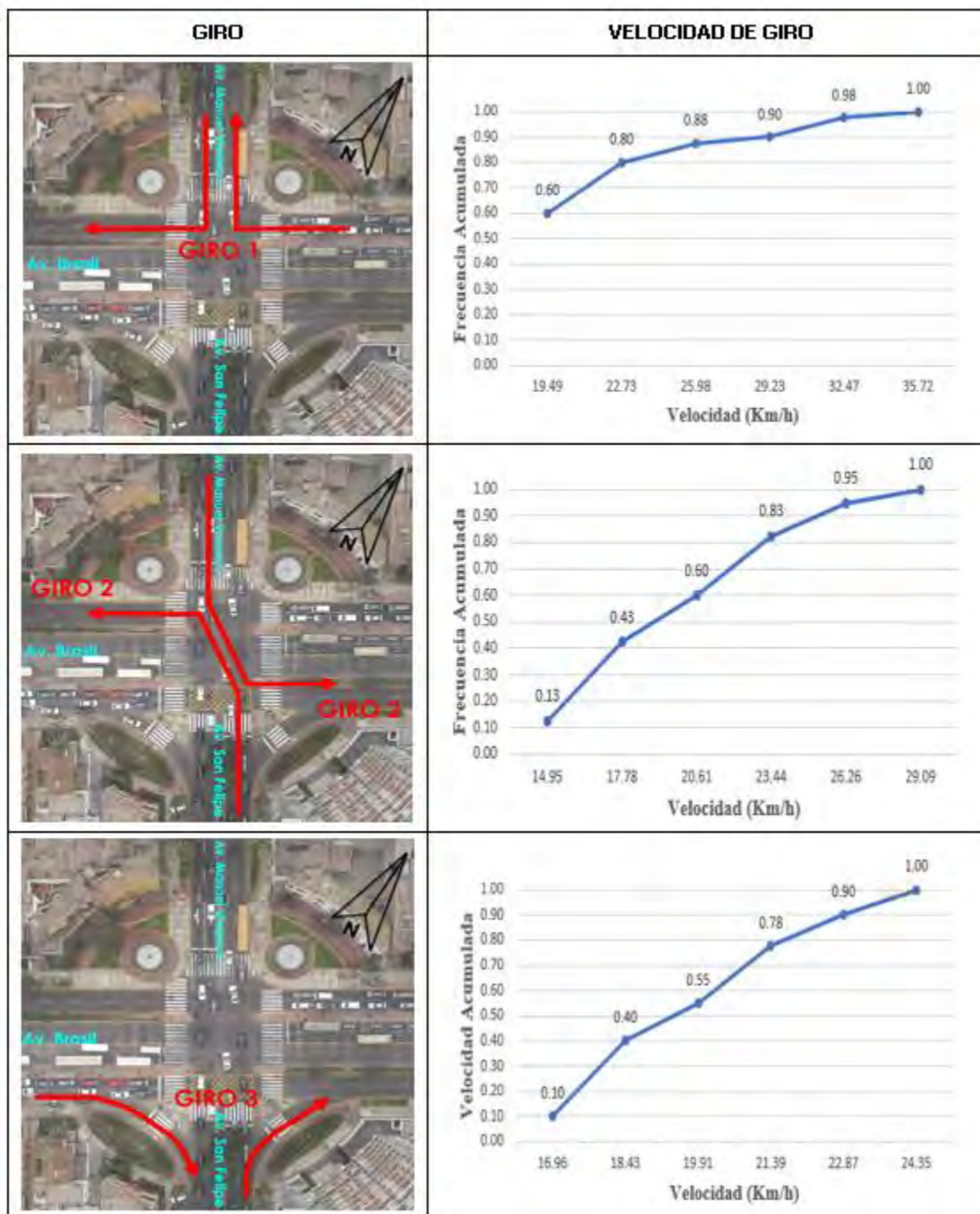


Figura 19. Velocidades de giro (Fuente Propia)

#### 4.3.1.4 Tiempo de parada del transporte público en los paraderos

Para tener un modelo más próximo a la realidad, también se determinó el tiempo de parada de los vehículos de transporte público en los paraderos. Esto es el tiempo que demoran los vehículos para la carga y descarga de pasajeros. En la zona de estudio se delimitaron 4 paraderos, 2 formales



en la Av. Brasil y 2 informales en la Av. Gral. Manuel Vivanco; para calcular el tiempo de parada que se dan en las estaciones, se cronometraron 20 tiempos por cada una de ellas; en el anexo E. Se muestran los datos computados. A continuación, la figura 20. Se presentan las ojivas de frecuencias determinadas para cada uno de los paraderos.

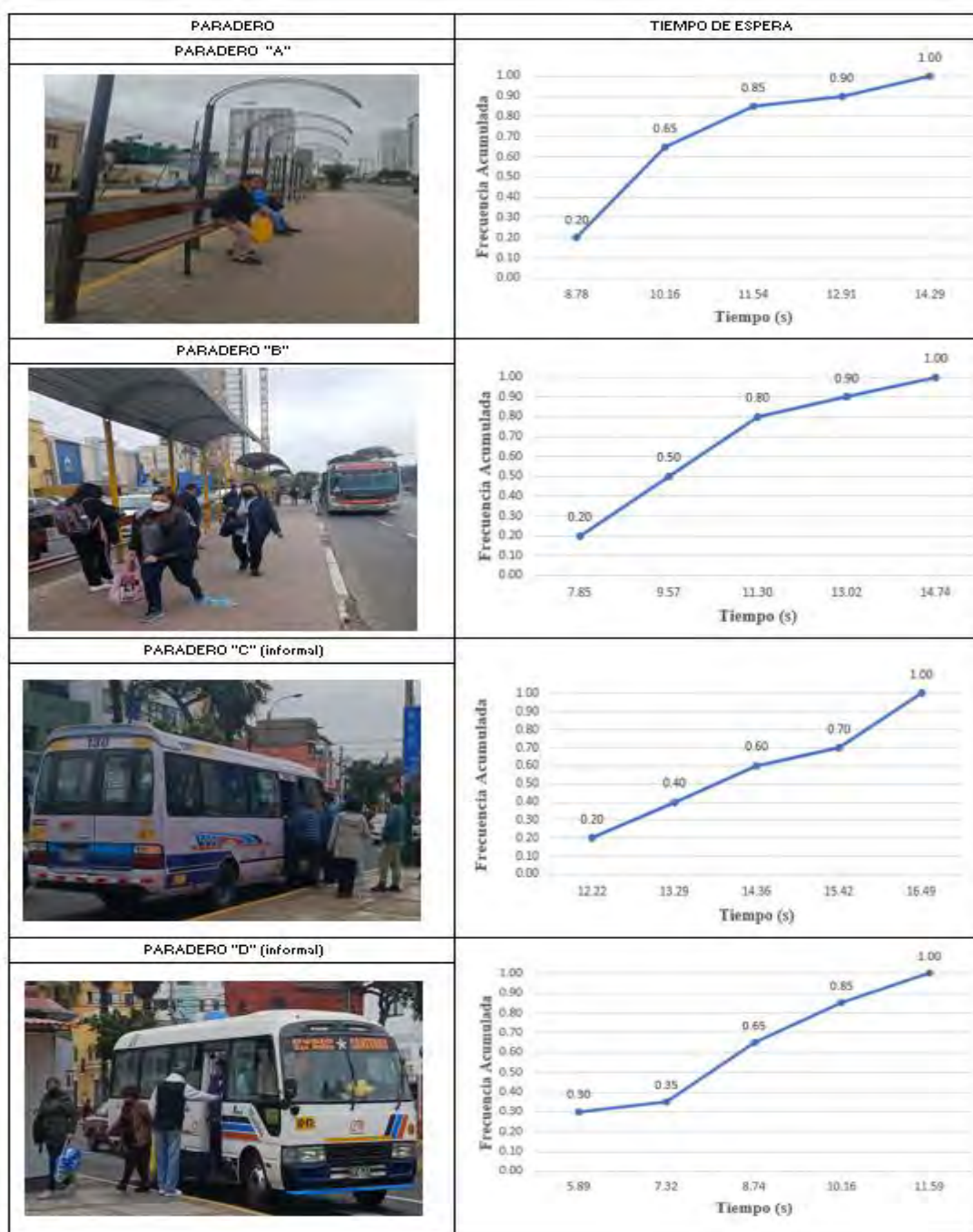


Figura 20. Tiempo de espera en los paraderos (Fuente Propia)

### 4.3.2 Datos tomados para la introducción de parámetros peatonales

#### 4.3.2.1 Aforo Peatonal

Para determinar el aforo peatonal, se procedió de la siguiente manera. En primer lugar, se demarcaron los 12 orígenes peatonales, que a su vez son determinados como lugares de llegada. Estos puntos de origen y destino se presentan en la figura 21. Posteriormente, se realizó el cómputo de los aforos peatonales; esto se hizo cada 15 minutos y por el lapso de una hora. Líneas más abajo, se presenta en la tabla 7, el aforo peatonal total computado en una hora de observación.

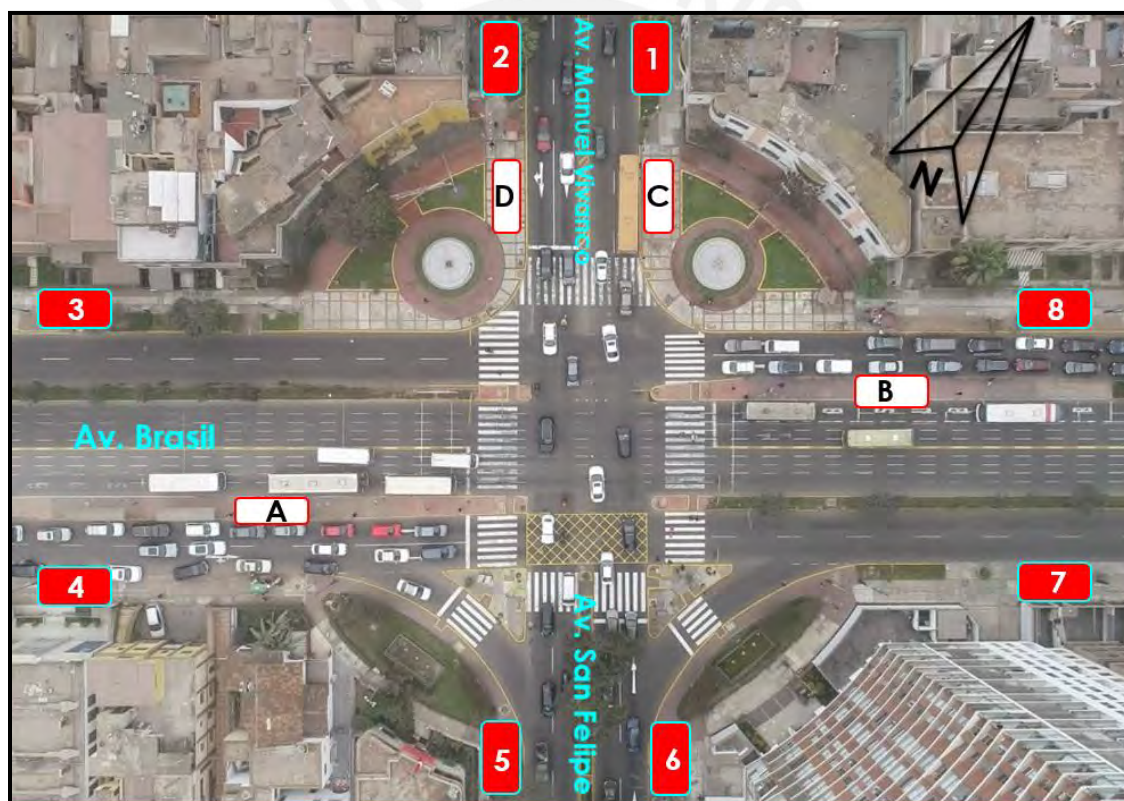


Figura 21. Origen y destino de los de los peatones (Fuente Propia)

Tabla 7. Aforo total peatonal en la zona de estudio

| O/D          | Aforo Total Peatonal |            |           |           |           |            |           |            |            |            |           |           | Total       |
|--------------|----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-------------|
|              | 1                    | 2          | 3         | 4         | 5         | 6          | 7         | 8          | A          | B          | C         | D         |             |
| 1            | 0                    | 12         | 5         | 10        | 3         | 20         | 2         | 14         | 7          | 27         | 5         | 2         | 107         |
| 2            | 2                    | 0          | 7         | 12        | 8         | 0          | 1         | 19         | 34         | 11         | 1         | 9         | 104         |
| 3            | 5                    | 7          | 0         | 2         | 5         | 0          | 1         | 8          | 3          | 3          | 1         | 1         | 36          |
| 4            | 1                    | 8          | 3         | 0         | 27        | 10         | 13        | 8          | 15         | 4          | 1         | 0         | 90          |
| 5            | 0                    | 13         | 3         | 5         | 0         | 5          | 18        | 5          | 23         | 14         | 0         | 0         | 86          |
| 6            | 33                   | 3          | 1         | 11        | 9         | 0          | 4         | 5          | 12         | 42         | 3         | 1         | 124         |
| 7            | 6                    | 2          | 0         | 8         | 1         | 8          | 0         | 4          | 10         | 11         | 3         | 0         | 53          |
| 8            | 24                   | 7          | 10        | 2         | 2         | 13         | 0         | 0          | 15         | 18         | 8         | 3         | 102         |
| A            | 7                    | 31         | 1         | 28        | 31        | 6          | 15        | 18         | 0          | 3          | 4         | 13        | 157         |
| B            | 85                   | 17         | 10        | 19        | 13        | 72         | 10        | 35         | 1          | 0          | 31        | 14        | 307         |
| C            | 4                    | 3          | 2         | 0         | 0         | 5          | 3         | 9          | 3          | 4          | 0         | 0         | 33          |
| D            | 5                    | 4          | 2         | 0         | 0         | 0          | 3         | 5          | 13         | 6          | 0         | 0         | 38          |
| <b>Total</b> | <b>172</b>           | <b>107</b> | <b>44</b> | <b>97</b> | <b>99</b> | <b>139</b> | <b>70</b> | <b>130</b> | <b>136</b> | <b>143</b> | <b>57</b> | <b>43</b> | <b>1237</b> |

Nota. Fuente Propia

#### 4.3.2.2 Velocidad Peatonal deseada

La velocidad peatonal deseada se calculó a partir de la determinación del tiempo que tardaron los peatones para cruzar una distancia de 12 m; en total se realizaron 80 mediciones; las mismas que se muestran en la tabla F1 del anexo F continuación, en la figura 22 se presenta la ojiva de frecuencias que representa la distribución de la velocidad peatonal deseada.

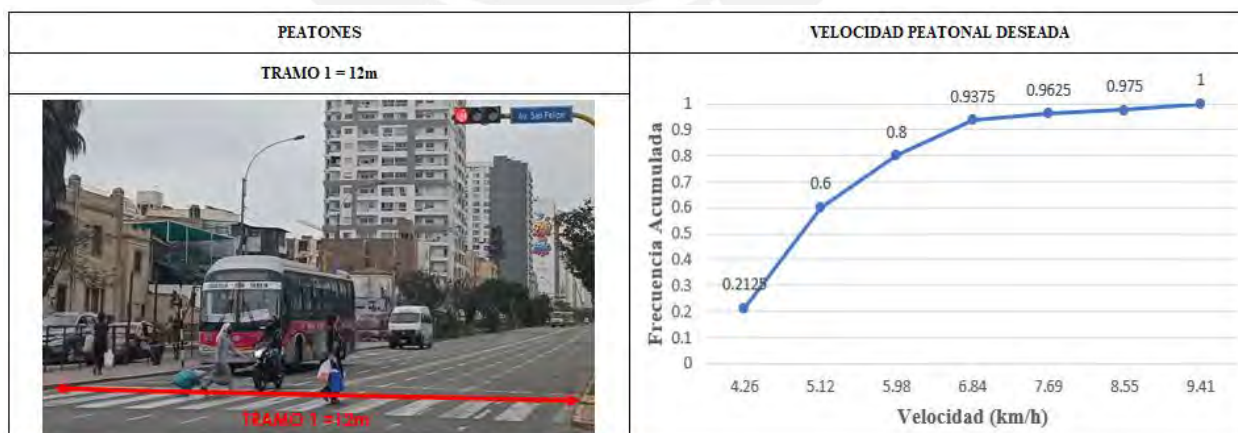


Figura 22. Velocidad deseada del peatón (Fuente Propia)

#### 4.4 Ciclo y fases de los semáforos en la zona de estudio

Las mediciones para calcular los ciclos semafóricos se realizaron in situ; para ello se cronometraron los tiempos de duración de cada fase semafórica; se realizaron 2 controles de tiempo por sentido de vía haciendo en total 4 mediciones por fase. En suma, se encontraron 4 fases; la fase 1 corresponde al control semafórico para los vehículos que circulan por la vía principal y las auxiliares de la Av. Brasil; mientras que la fase 2 controla el tránsito de las avenidas San Felipe y Av. Gral. Manuel Vivanco; por otro lado, la fase 3 hace referencia al control semafórico peatonal que dirige el paso de los peatones que cruzan la Av. San Felipe, Gral. Manuel Vivanco y el cruce peatonal hacia la isla ubicada al lado este de la Av. San Felipe. Finalmente, la fase 4, de manera análoga a la fase 3; controla el flujo peatonal que cruza a la Av. Brasil y el cruce peatonal hacia la isla ubicada al lado oeste de la Av. San Felipe. En la tabla 8, se muestran los conteos y los promedios de las fases semafóricas mencionadas; también se presenta la figura 23 que representa la interacción entre cada una de las fases mencionadas.

*Signal group 1:* Fase 1 vehicular (vehículos van por la Av. Brasil)

*Signal group 2:* Fase 2 vehicular (vehículos que cruzan la Av. Brasil)

*Signal group 3:* Fase 3 peatones cruzan vivanco/San Felipe) – isla del edificio alto

*Signal group 4:* Fase 4 peatones cruzan por la Av. Brasil – isla del letrero de Jesús maría

Tabla 8. Fases del semáforo de la zona de estudio

| FASES DEL SEMAFORO |       | Tiempo (s) |       |       |       | Promedio | Tomado |
|--------------------|-------|------------|-------|-------|-------|----------|--------|
|                    |       | 1          | 2     | 3     | 4     |          |        |
| FASE 1             | VERDE | 65.08      | 68.39 | 65.40 | 67.36 | 66.56    | 67     |
|                    | ÁMBAR | 2.91       | 2.76  | 2.76  | 2.89  | 2.83     | 3      |
|                    | ROJO  | 80.07      | 80.00 | 80.86 | 80.76 | 80.42    | 80     |
| FASE 2             | VERDE | 67.74      | 67.50 | 67.07 | 68.59 | 67.73    | 68     |
|                    | ÁMBAR | 3.00       | 2.50  | 2.59  | 3.01  | 2.78     | 3      |
|                    | ROJO  | 79.14      | 79.15 | 79.19 | 79.66 | 79.29    | 79     |

| Continúa la tabla 8 |       |       |       |       |       |       |    |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| FASE 3              | ROJO  | 79.19 | 80.90 | 79.58 | 79.80 | 79.87 | 80 |
|                     | VERDE | 69.85 | 69.70 | 70.36 | 69.38 | 69.82 | 70 |
| FASE 4              | ROJO  | 80.77 | 79.50 | 80.65 | 78.91 | 79.96 | 80 |
|                     | VERDE | 69.81 | 69.46 | 69.50 | 69.93 | 69.68 | 70 |

Nota. Fuente Propia

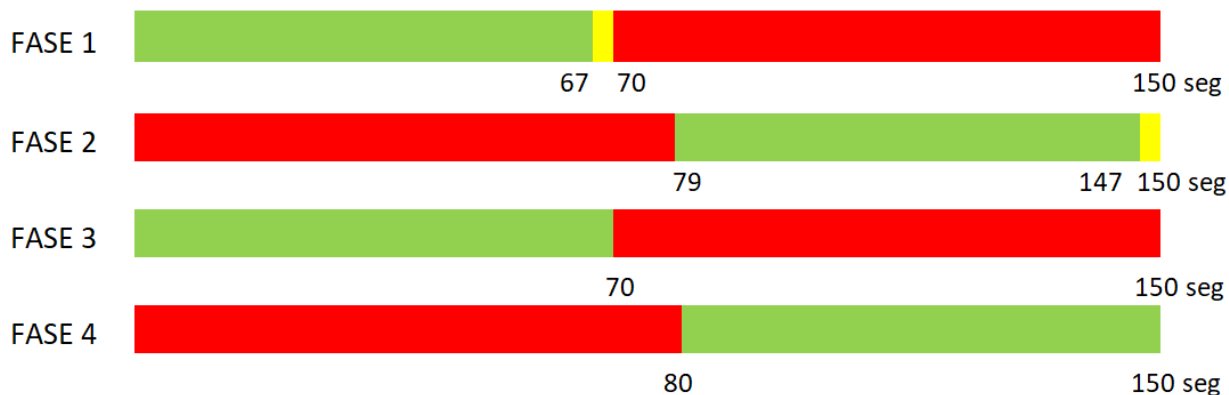


Figura 23. Ciclo del semáforo (Fuente Propia)

## 4.5 Datos para la calibración y validación

### 4.5.1 Calibración y validación vehicular

Para la calibración vehicular se determinó el tiempo de viaje en 3 tramos; el tramo 1 de 37.4 m ubicado en el carril principal de la Av. Brasil; el tramo 2 de 30.7 m se ubicó en el carril auxiliar de la Av. Brasil; mientras que el tramo 3 de 16.3 m se ubicó en la Av. San Felipe. En la tabla 9 se muestran los tiempos de viaje calculados en cada tramo. Es conveniente enfatizar que para cada tramo se realizaron 40 controles de tiempo de viaje y esta cantidad supera holgadamente al número mínimo de medidas que se halla con la expresión matemática mostrada en la figura G1 del anexo G. Para la validación Vehicular, se tomaron medidas de manera análoga a la etapa de toma de datos para la calibración; esto se realizó en un día similar y en un escenario muy parecido a las condiciones iniciales. Los datos totales para la validación se muestran en la tabla G1 del anexo G.



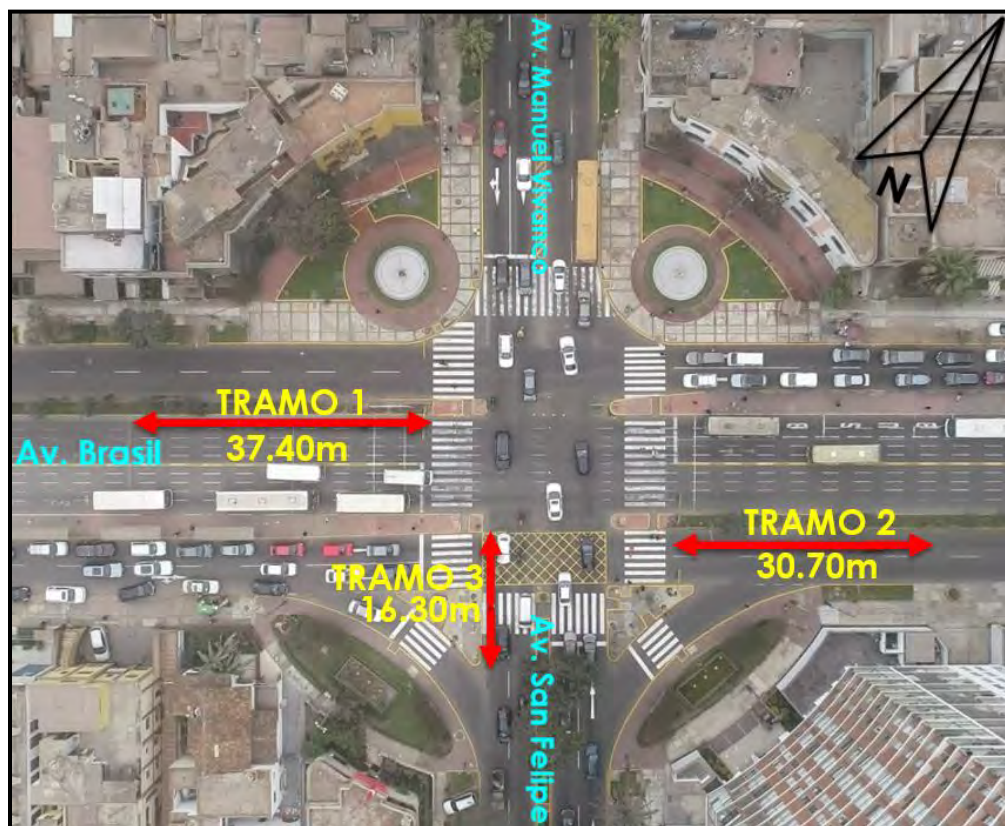


Figura 24. Tramos para la calibración vehicular (Fuente Propia)

Tabla 9. Tiempos de viaje para la calibración vehicular

| Nº | CALIBRACIÓN                                    |  |                                   |
|----|--|--|-----------------------------------|
|    | Tramo 1= 37.40m<br>Av. Brasil carril principal | Tramo 2=30.70m<br>Av. Brasil carril auxiliar | Tramo 2= 16.30m<br>Av. San Felipe |
|    | t (s)  | t (s)  | t (s)                             |
| 1  | 5.11   | 3.42   | 2.23                              |
| 2  | 5.08   | 3.54   | 2.18                              |
| 3  | 3.99   | 3.27   | 1.97                              |
| 4  | 4.21   | 3.41   | 2.30                              |
| 5  | 4.41   | 3.75   | 2.82                              |
| 6  | 4.37   | 3.36   | 1.97                              |
| 7  | 4.12   | 3.62   | 2.48                              |
| 8  | 4.84   | 3.34   | 2.70                              |
| 9  | 5.01   | 3.79   | 2.03                              |
| 10 | 5.16   | 3.89   | 2.19                              |
| 11 | 5.09   | 4.04   | 2.14                              |
| 12 | 4.20   | 4.10   | 2.80                              |
| 13 | 4.86   | 2.83   | 2.54                              |
| 14 | 3.98   | 3.40   | 2.52                              |
| 15 | 4.57   | 2.90   | 2.10                              |

| Continúa la tabla 9 |        |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|
| 16                  | 3.89   | 3.57   | 2.07   |
| 17                  | 4.19   | 3.46   | 1.87   |
| 18                  | 4.08   | 3.25   | 2.15   |
| 19                  | 4.10   | 3.65   | 2.90   |
| 20                  | 4.02   | 3.76   | 2.40   |
| 21                  | 4.21   | 3.74   | 2.16   |
| 22                  | 3.48   | 3.36   | 1.95   |
| 23                  | 4.52   | 3.26   | 2.40   |
| 24                  | 4.80   | 3.07   | 2.08   |
| 25                  | 5.84   | 3.30   | 2.32   |
| 26                  | 3.96   | 3.16   | 2.22   |
| 27                  | 4.24   | 3.68   | 2.29   |
| 28                  | 5.11   | 3.54   | 1.82   |
| 29                  | 4.45   | 3.68   | 2.32   |
| 30                  | 3.96   | 3.97   | 2.76   |
| 31                  | 4.41   | 2.99   | 1.99   |
| 32                  | 4.03   | 3.16   | 2.34   |
| 33                  | 3.99   | 3.29   | 2.69   |
| 34                  | 4.68   | 3.11   | 2.09   |
| 35                  | 4.83   | 2.96   | 1.92   |
| 36                  | 4.16   | 3.07   | 2.08   |
| 37                  | 5.03   | 3.91   | 2.40   |
| 38                  | 4.94   | 3.46   | 2.21   |
| 39                  | 5.01   | 3.34   | 2.16   |
| 40                  | 4.53   | 2.99   | 2.27   |
| <b>Promedio</b>     | 4.487  | 3.435  | 2.271  |
| <b>Desv. Std</b>    | 0.49   | 0.33   | 0.28   |
| <b>Error</b>        | 5%     | 5%     | 5%     |
| <b>t-Student</b>    | 2.045  | 2.045  | 2.045  |
| <b>Nº mínimo</b>    | 20.080 | 15.102 | 24.775 |

Nota. Fuente Propia

#### 4.5.2 Calibración y validación peatonal

Para realizar la calibración peatonal se efectuaron 40 mediciones en 2 tramos (figura 25) que coincidían con el cruce peatonal de la Av. Brasil, tramo 1 de 12m y el cruce peatonal de la Av. Gral. Manuel Vivanco (tramo 2 de 14.7 m); en total se realizaron 40 mediciones de tiempo por cada tramo; en la tabla 10 se presentan las 40 mediciones para la calibración peatonal. De manera similar, se realizaron 40 mediciones, en condiciones similares, para determinar los tiempos de viaje peatonales que sirven para la validación; en la tabla G2 del anexo G se muestran los datos obtenidos para la validación peatonal.

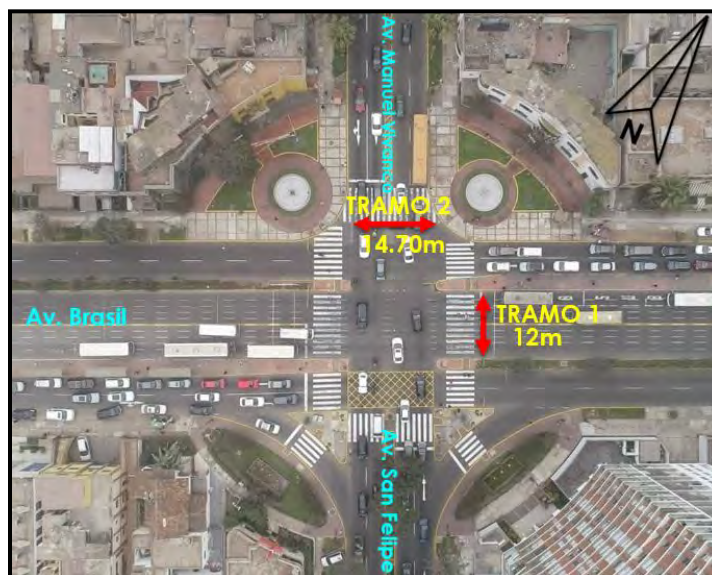


Figura 25. Tramos para la calibración peatonal (Fuente Propia)

Tabla 10. Número mínimo de datos para la calibración y validación peatonal

| Nº | CALIBRACIÓN                                    |  |
|----|--|--|
|    | Tramo 1= 12.00m<br>Av. Brasil carril principal | Tramo 2=14.70m<br>Av. General Manuel Vivanco |
|    | t (s)  | t (s)  |
| 1  | 8.8  | 7.77   |
| 2  | 6.12   | 8.63   |
| 3  | 8.9  | 10   |
| 4  | 9.22   | 12.5   |
| 5  | 7.53   | 7.41   |
| 6  | 7.2  | 11.8   |
| 7  | 6.33   | 9.67   |
| 8  | 7.34   | 8.83   |
| 9  | 6.55   | 7.88   |
| 10 | 7.12   | 9.11   |
| 11 | 8.43   | 9.71   |
| 12 | 9.36   | 8.95   |
| 13 | 8.12   | 8.43   |
| 14 | 8.07   | 9.48   |
| 15 | 9.06   | 10.32  |
| 16 | 10.4   | 9.76   |
| 17 | 6.59   | 8.98   |
| 18 | 8.11   | 11.02  |
| 19 | 6.83   | 12.52  |
| 20 | 9.25   | 10.53  |
| 21 | 6.98   | 8.94   |
| 22 | 6.99   | 9.25   |
| 23 | 8.04   | 10.13  |



| Continua la tabla 10 |             |             |
|----------------------|-------------|-------------|
| 24                   | 9.48        | 9.82        |
| 25                   | 7.05        | 9.78        |
| 26                   | 6.64        | 8.46        |
| 27                   | 8.79        | 8.69        |
| 28                   | 8.35        | 9.24        |
| 29                   | 7.74        | 10.23       |
| 30                   | 7.54        | 10.65       |
| 31                   | 8.59        | 9.94        |
| 32                   | 9.35        | 8.69        |
| 33                   | 8.69        | 9.67        |
| 34                   | 7.68        | 9.53        |
| 35                   | 7.52        | 8.97        |
| 36                   | 6.93        | 8.61        |
| 37                   | 8.01        | 8.38        |
| 38                   | 6.94        | 9.37        |
| 39                   | 7.25        | 9.11        |
| 40                   | 7.43        | 9.13        |
| <b>Promedio</b>      | 7.883       | 9.497       |
| <b>Desv. Std</b>     | 1.02        | 1.12        |
| <b>Error</b>         | 5%          | 5%          |
| <b>t-Student</b>     | 2.045       | 2.0452      |
| <b>Nº mínimo</b>     | 28.25175425 | 23.32176564 |

Nota. Fuente Propia

## CAPÍTULO 5: ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL CON EL SOFTWARE PTV VISSIM 2022 Y EVALUACION DE RESULTADOS

### 5.1 Elaboración del modelo

Ya con todos los parámetros de entrada ordenados, completos y teniendo un panorama general del funcionamiento del tránsito vehicular, peatonal y la movilidad en la zona de estudio; se procedió a realizar un modelo de microsimulación de tránsito; esto con la ayuda del *Software PTV Vissim*.

A continuación, se describen los pasos que se siguieron para el desarrollo del modelo:

- En primer lugar, se introdujo y escaló una imagen en alta calidad tomada por el *drone*. Esto sirvió de base para poder dibujar y ubicar los elementos como *links*, pasos peatonales, veredas, etc.
- Como paso siguiente se introdujeron los *links* que representan a las vías principales y los conectores, esto teniendo en cuenta el sentido de circulación de los vehículos; también, se colocaron las áreas para la circulación peatonal, las áreas que representan los orígenes/destinos peatonales; obstáculos y *links* para los cruces peatonales. Para finalizar este paso, se insertaron los aforos peatonales totales y la proporción de los mismos por cada origen.

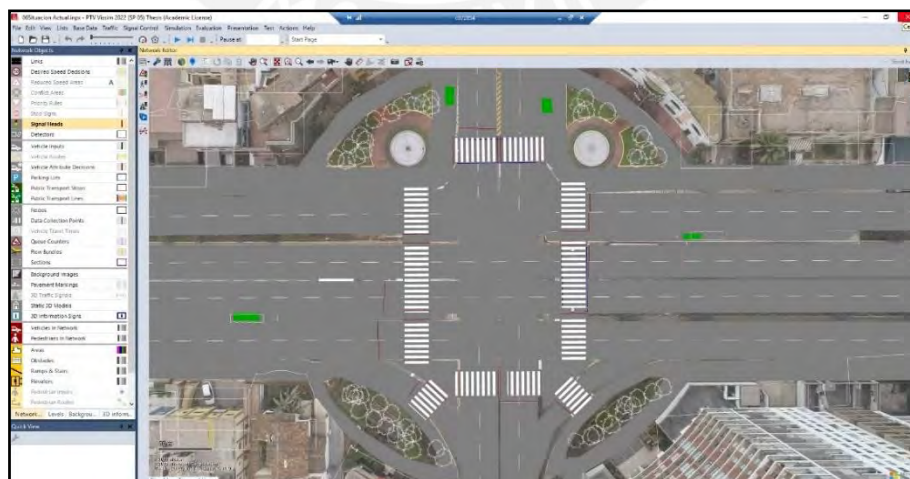


Figura 26. Introducción de las avenidas al software PTV *Vissim* 2022 (Fuente Propia)

- Posteriormente, como en el software de modelación no se incorporan por defecto algunos vehículos que se observaron en escenario real, como el corredor morado, combi, *coaster* y moto; se procedió a introducir al programa a los vehículos mencionados. Para ello, primero se desarrollaron modelos usando el programa; en seguida, se importan los modelos creados en formato *skp* al programa *V3DM*; una vez que el modelo fue incorporado en el *software* mencionado, se procede a unir todos los elementos en un solo bloque, orientar y centrar; para que luego se exporte en formato *v3dm*; este archivo es el que finalmente sirve para definir a los vehículos atípicos en el programa *PTV Vissim 2022*. A continuación, en la figura se muestra una imagen de la edición de modelos realizado en con el programa *V3DM*.

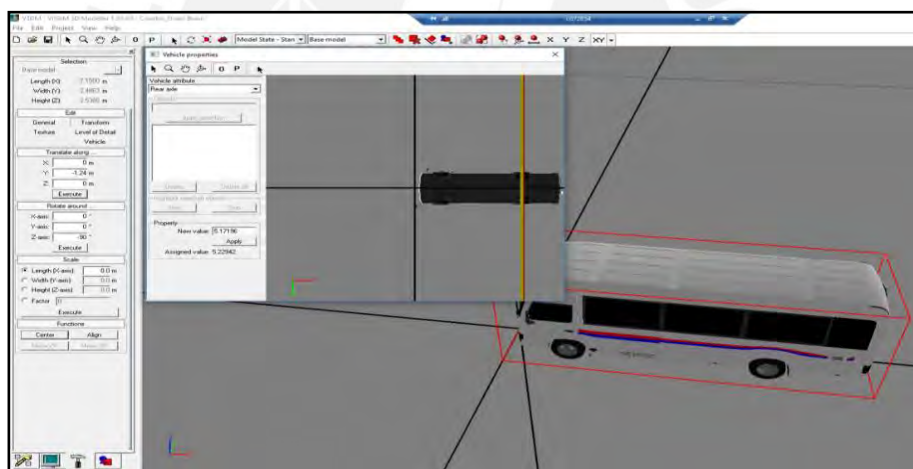


Figura 27. Introducción de vehículos de *skp* a *v3dm* (Fuente Propia)

- En seguida, se importan los vehículos atípicos a *Vissim* en formato *v3d* (figura 28); luego se proceden a definir el tipo de vehículo, clase de vehículo y las velocidades de cada una de ellas; en la figura 29 se muestra la velocidad deseada para el corredor morado. Posteriormente, ya con los vehículos definidos; se pasó a determinar la composición vehicular, esto para cada una de las vías del modelo.

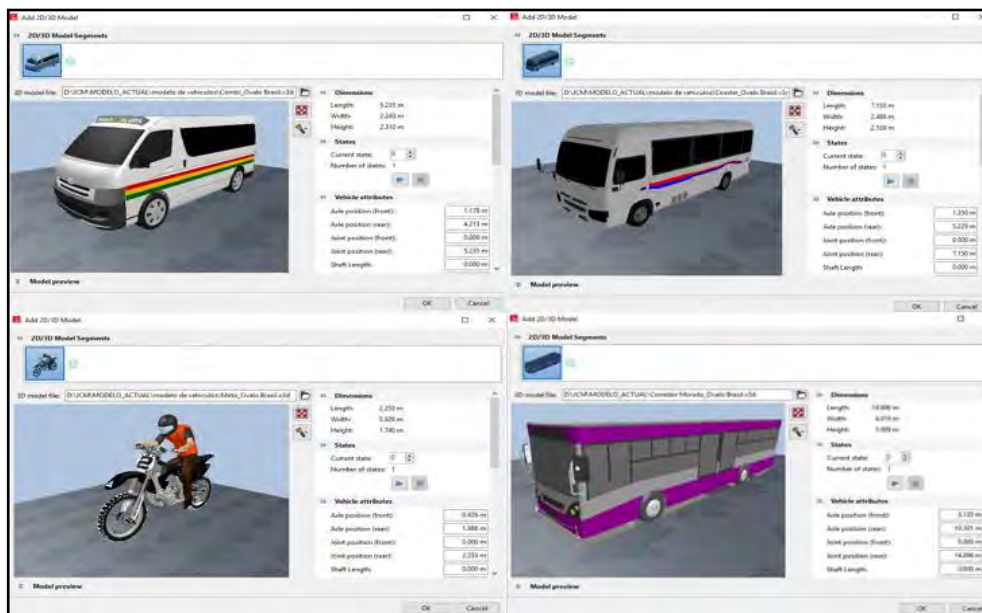


Figura 28. Introducción de nuevos vehículos al Vissim 2022 (Fuente Propia)

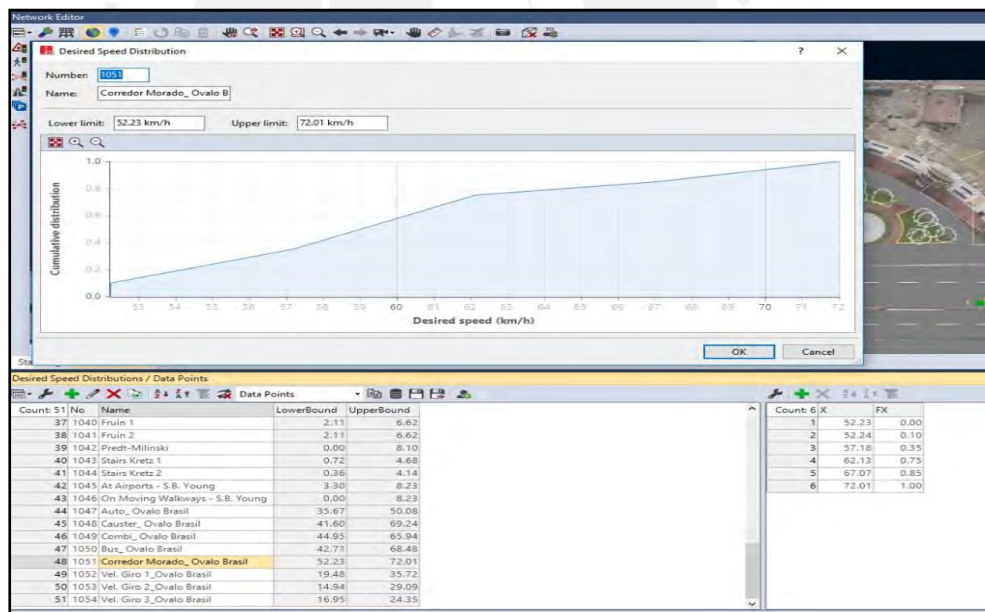


Figura 29. Velocidad deseada del corredor morado (Fuente Propia)

- Como paso siguiente; se introdujo el aforo vehicular y se definieron las rutas estáticas haciendo uso de la función *Vehicle Rout* (figura 30). Consecuentemente, para lograr que el modelo tenga una mayor proximidad al escenario real, se introdujeron reductores de velocidad vehicular; esto en la zona de intersección vial y para esto se consideró un intervalo de velocidades que en el programa se denomina 20 km/h.; también se consideró la reducción de velocidad en los giros; para ellos se introdujeron las velocidades reducidas que se determinaron para cada tipo de giro. A continuación, en la figura 31 se presenta el proceso en la que se están introduciendo las áreas de velocidad reducida.

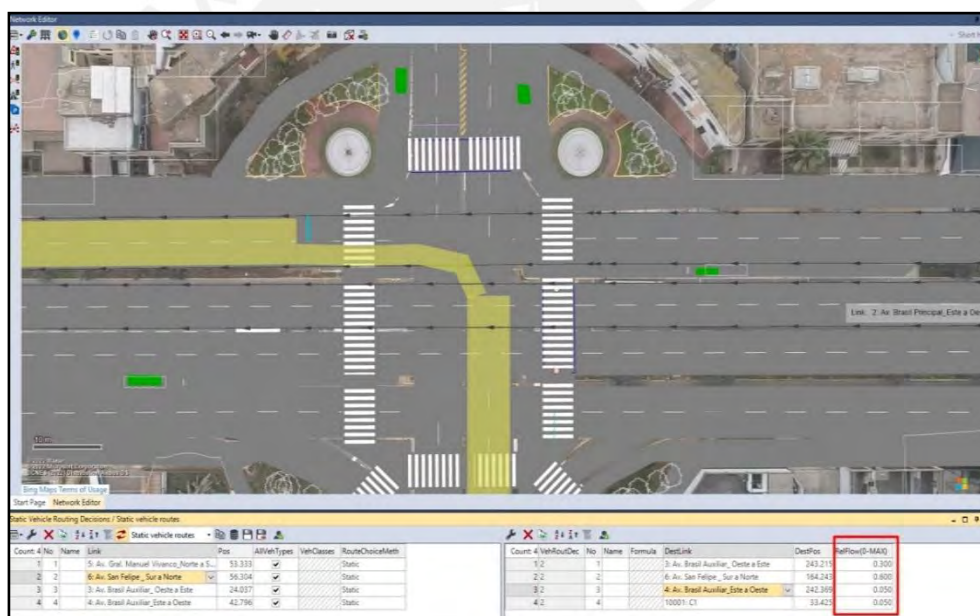


Figura 30. Introducción de citas vehiculares (Fuente Propia)



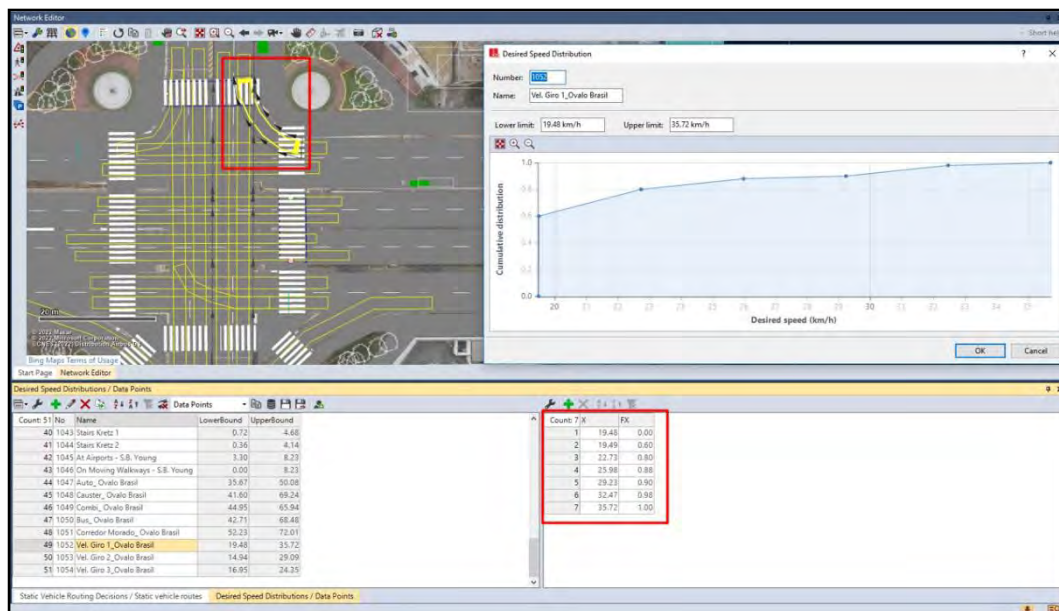


Figura 31. Reductor de velocidad en los giros (Fuentes de Propia)

- En el paso subsiguiente, se introdujeron los tiempos de parada para los vehículos de transporte público; para ello, como se menciona en capítulo anterior, se calcularon los tiempos que demoran los vehículos para la carga y descarga de pasajeros. En la figura 32 se muestra el procedimiento en donde se introducen los tiempos de parada. Esto se realiza para cada uno de los paraderos.

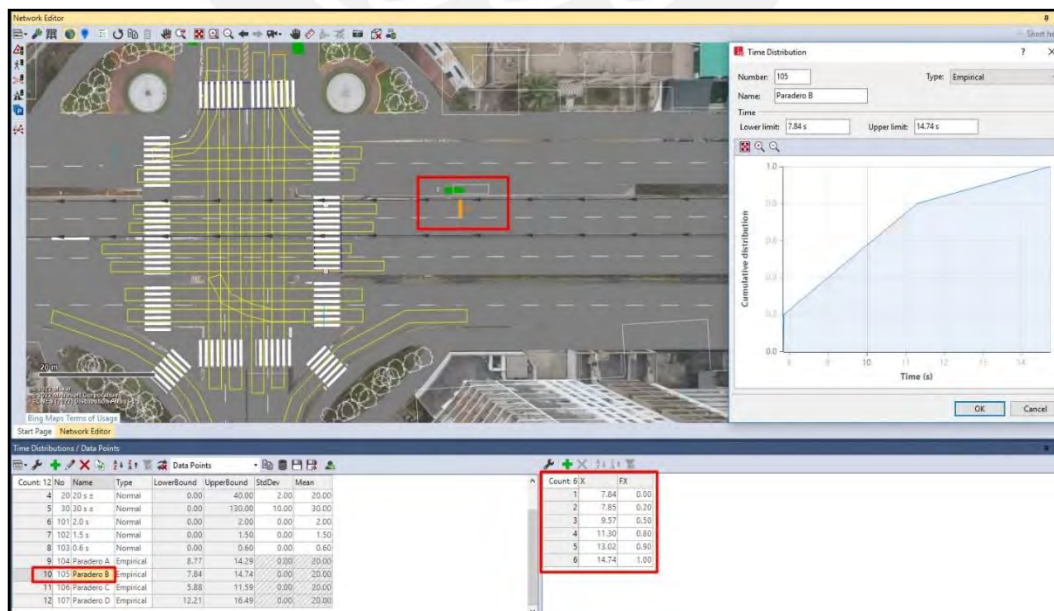


Figura 32. Tiempos de parada en el paradero B (Fuente Propia)

- A continuación, de acuerdo a los datos de campo, se adicionaron las 4 fases semafóricas (2 vehiculares y 2 peatonales) encontradas in situ. Para ello se hizo uso de la función *signal control*. En la figura se muestran las fases semafóricas definidas en el programa.

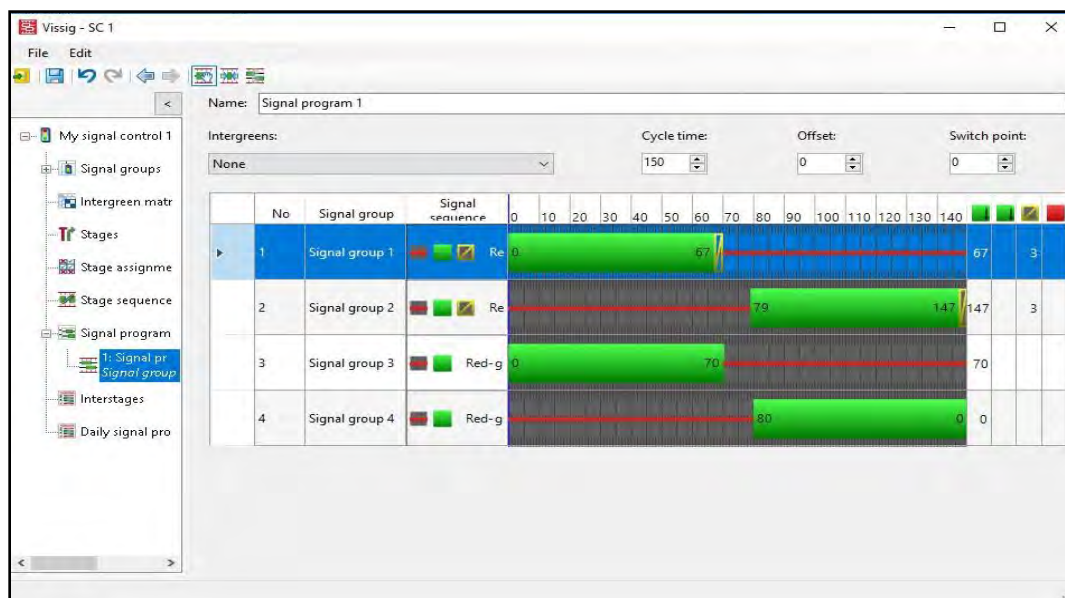


Figura 33. Asignación de las fases vehiculares y peatonales (Fuente Propia)

- Posteriormente, para dar solución a las zonas de conflicto, se introdujeron las reglas de prioridad *Priority Rules*; no obstante, esta no fue la única medida que se utilizó para solucionar los conflictos; Pues también se empleó la herramienta *Conflict Areas* (áreas de conflicto); Con la ayuda de las 2 herramientas en uso simultáneo y priorizando sobre todo a las reglas de prioridad, debido a que se ajusta más al comportamiento del tráfico limeño; se logró conseguir en el modelo un comportamiento que se asemeja al panorama real. En la figura 34 se presenta el uso simultáneo de las áreas de conflicto y las reglas de prioridad.



Figura 34. Asignación de *priority rules* y *conflict area* (Fuente Propia)

- Como paso siguiente, se procedió a definir los parámetros de eficiencia como la longitud de cola, tiempo de viaje peatonal, tiempo de viaje vehicular, etc. Y como paso previo a correr el programa se verifican los parámetros de simulación como se muestra en la figura 35; cabe señalar que para el proyecto se utilizó un número semilla igual a 22.

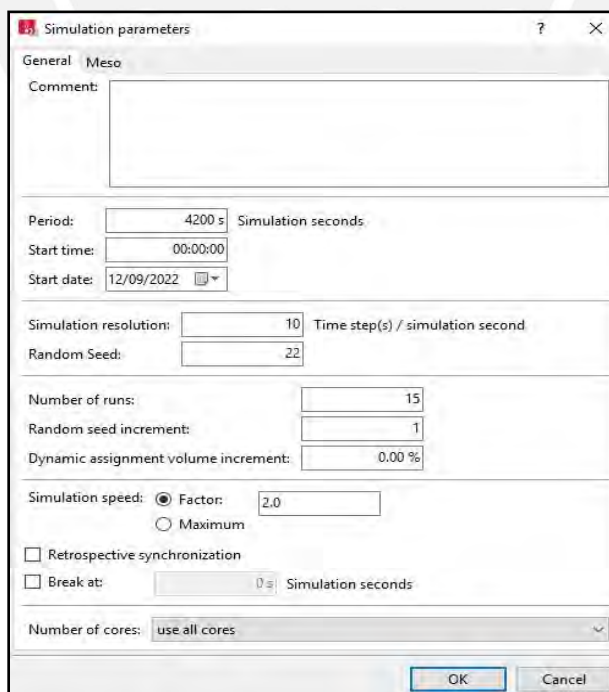


Figura 35. Introducción de parámetros de simulación (Fuente Propia)



- Es oportuno mencionar que los parámetros establecidos, en relación al comportamiento del conductor y el peatón (*Driving Behavior* y *Walking Behavior*) se determinaron a través de un proceso iterativo en la etapa de la calibración y validación; de esta manera se establecieron los mencionados parámetros; los mismos que se presentan en la figura 36 y figura 37.

| Count | VehClass              | W74ax | W74bxAdd | W74bxMult | W99cc0 | W99cc1Distr | IncrsAc... |
|-------|-----------------------|-------|----------|-----------|--------|-------------|------------|
| 1     | 10: Car               | 1.60  | 2.00     | 3.00      | 1.50   | 2: 0.9 s    | 100.0 %    |
| 2     | 20: HGV               | 2.00  | 2.00     | 3.00      | 1.50   | 2: 0.9 s    | 100.0 %    |
| 3     | 30: Bus               | 1.50  | 2.00     | 3.00      | 1.50   | 2: 0.9 s    | 100.0 %    |
| 4     | 60: Bike              | 1.00  | 2.00     | 3.00      | 1.50   | 2: 0.9 s    | 100.0 %    |
| 5     | 70: Clase Corredo...  | 1.80  | 2.00     | 3.00      | 1.50   | 2: 0.9 s    | 100.0 %    |
| 6     | 80: Clase Coaster_... | 2.00  | 2.00     | 3.00      | 1.50   | 2: 0.9 s    | 100.0 %    |
| 7     | 90: Clase Moto        | 1.00  | 2.00     | 3.00      | 1.50   | 2: 0.9 s    | 100.0 %    |

Figura 36. Introducción para la calibración vehicular (Fuente Propia)

| Count | No | Name                 | Tau   | ReactToN | ASocIso | BSocIso | Lambda | ASocMean | BSocMean | VD    | Noise | SidePref |
|-------|----|----------------------|-------|----------|---------|---------|--------|----------|----------|-------|-------|----------|
| 1     | 1  | Default              | 0.565 | 8        | 2.720   | 0.200   | 0.176  | 0.400    | 2.800    | 3.000 | 1.200 | None     |
| 2     | 2  | Elevator (In Cab)    | 0.400 | 8        | 2.720   | 0.200   | 0.176  | 0.400    | 2.800    | 3.000 | 0.300 | None     |
| 3     | 3  | Elevator (Alighting) | 0.200 | 8        | 2.040   | 0.300   | 0.176  | 0.400    | 2.800    | 3.000 | 1.200 | None     |

Figura 37. Introducción para la calibración peatonal (Fuente Propia)

- En este punto se procede a correr el programa, se observa que el modelo sea coherente. Finalmente se hallan los parámetros de salida que sirvieron para hacer una evaluación de la situación actual de tránsito en la zona de conflicto. A continuación, se presentan las tablas con los principales parámetros de salida del modelo actual:
  - En la tabla 11 se presentan los resultados de las longitudes de cola promedio de las 15 corridas en el modelo; las longitudes de cola se midieron desde la parada, antes de los cruces peatonales, en las avenidas San Felipe y Gral. Manuel Vivanco.

Tabla 11. Longitudes de cola determinadas del modelo de microsimulación

|           | Cola en la Av. San Felipe (m) | Cola en la Av. Gral. Manuel Vivanco (m) |
|-----------|-------------------------------|---|
|           | 78.39                         | 82.11                                   |
|           | 78.88                         | 82.14                                   |
|           | 78.11                         | 82.11                                   |
|           | 78.73                         | 82.89                                   |
|           | 78.97                         | 82.19                                   |
|           | 78.73                         | 81.29                                   |
|           | 78.71                         | 82.01                                   |
|           | 78.32                         | 82.09                                   |
|           | 78.93                         | 82.33                                   |
|           | 77.99                         | 81.93                                   |
|           | 78.68                         | 81.94                                   |
|           | 79.23                         | 81.93                                   |
|           | 79.01                         | 82.29                                   |
|           | 78.94                         | 82.1                                    |
|           | 78.01                         | 81.93                                   |
| Promedio  | 78.64                         | 82.08                                   |
| Desv. Std | 0.39                          | 0.33                                    |
| Mínimo    | 77.99                         | 81.29                                   |
| Máximo    | 79.23                         | 82.89                                   |

*Nota.* Fuente Propia

- Los resultados de los tiempos de viaje vehicular para los 3 tramos definidos se presentan en los anexos en la tabla H1 del anexo. En promedio el tiempo de viaje en el tramo 1 de 37.4 m fue de 4.62 seg.

- Referente a los parámetros de rendimiento vehicular de la red en el escenario actual se observó del modelo, que el promedio de la demora vehicular es de 113.15 seg/veh.; lo que quiere decir que un vehículo tardaría 113.15 segundos más de lo que tardaría el vehículo a flujo libre. También, se precisa que la velocidad vehicular en la red tiene un promedio de 5.92 km/h.
- Con respecto a los tiempos de viaje peatonal (tabla H2 de lo anexos), se definieron 3 tramos; el tramo 1 en el cruce principal de la av. Brasil; el tramo 2 en el cruce peatonal de la Av. Gral. Manuel Vivanco y el tramo 3 entre el origen 1 y el destino 6. Los tiempos de viaje promedio en estos tramos fueron de 8.16; 11.17 y 133.67 seg. respectivamente.
- Sobre los parámetros de eficiencia peatonal en la red, se determinó que las velocidades de los peatones en la red tienen un máximo de 3.16km/h y un mínimo de 3.04 km/h; siendo 3.10 km/h el promedio

## 5.2 Calibración y Validación

Ya con el modelo listo; el paso siguiente a realizar fue la calibración, que es un procedimiento que consiste en comparar los datos de salida del modelo con los datos tomados en campo y someterlos a la evaluación *T Student*, esto se llevó a cabo con la ayuda de una hoja de cálculo. Para el presente proyecto; el parámetro usado para la calibración fue el tiempo de viaje y en total se tomaron los tiempos de viaje vehicular para 3 tramos y los tiempos de viaje peatonal para 2 tramos. Con estos datos ordenados en una hoja de cálculo se procedió a realizar la evaluación *T student*; y en todos los casos arrojaron un *P value* mayor al 5%; con esto se llegó a resolver que el modelo se encontraba calibrado. Se siguió de manera análoga para el proceso de validación. En las tablas 12

y tabla 13, se muestran los resultados de la prueba *T student* para los tiempos de viaje vehicular y peatonal respectivamente.

Tabla 12. Resultados del proceso de calibración vehicular

| CALIBRACIÓN VEHICULAR | CAMPO                       | SIMULACIÓN       | CAMPO                      | SIMULACIÓN        | CAMPO             | SIMULACIÓN        |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                       | Av. Brasil carril principal |                  | Av. Brasil carril auxiliar |                   | Av. San Felipe    |                   |
|                       | Tramo 1<br>37.4m            | Tramo 1<br>37.4m | Tramo 2<br>30.70m          | Tramo 2<br>30.70m | Tramo 3<br>16.30m | Tramo 3<br>16.30m |
| Promedio              | 4.487                       | 4.621            | 3.435                      | 3.459             | 2.271             | 2.199             |
| Desv. Std             | 0.492                       | 0.019            | 0.326                      | 0.086             | 0.276             | 0.016             |
| Error                 | 0.05                        | 0.05             | 0.05                       | 0.05              | 0.05              | 0.05              |
| T-Student             | 2.045                       | 2.045            | 2.045                      | 2.045             | 2.045             | 2.045             |
| N° mínimo             | 20.080                      | 0.027            | 15.102                     | 1.042             | 24.775            | 0.093             |
| ¿Cumple N mínimo?     | SÍ                          | SÍ               | SÍ                         | SÍ                | SÍ                | SÍ                |
| P Value               | 0.093                       |                  | 0.664                      |                   | 0.108             |                   |
| ¿Modelo calibrado?    | Sí                          |                  | Sí                         |                   | Sí                |                   |

Nota. Fuente Propia

Tabla 13. Resultados del proceso de calibración peatonal

| CALIBRACIÓN PEATONAL | CAMPO                       | SIMULACIÓN        | CAMPO                    | SIMULACIÓN        |
|----------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|                      | Av. Brasil carril principal |                   | Av. Gral. Manuel Vivanco |                   |
|                      | Tramo 1<br>12.00m           | Tramo 1<br>12.00m | Tramo 2<br>14.70m        | Tramo 2<br>14.70m |
| Promedio             | 8.167                       | 8.234             | 11.176                   | 11.177            |
| Desv. Std            | 0.934                       | 0.209             | 9.686                    | 0.456             |
| Error                | 0.05                        | 0.05              | 0.05                     | 0.05              |
| T-Student            | 2.045                       | 2.045             | 2.045                    | 2.045             |
| N° mínimo            | 21.868                      | 1.076             | 2.045                    | 2.045             |
| ¿Cumple N mínimo?    | SÍ                          | SÍ                | SÍ                       | SÍ                |
| P Value              | 0.673                       |                   | 1.000                    |                   |
| ¿Modelo calibrado?   | Sí                          |                   | Sí                       |                   |

Nota. Fuente Propia

En la tabla 14 se muestran los resultados de la prueba *T student* para la validación vehicular mientras que en la tabla 15 se presentan los resultados para la validación peatonal

Tabla 14. Resultados del proceso de validación vehicular

| VALIDACIÓN<br>VEHÍCULAR | CAMPO                       | SIMULACIÓN       | CAMPO                      | SIMULACIÓN        | CAMPO             | SIMULACIÓN        |
|-------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                         | Av. Brasil carril principal |                  | Av. Brasil carril auxiliar |                   | Av. San Felipe    |                   |
|                         | Tramo 1<br>37.4m            | Tramo 1<br>37.4m | Tramo 2<br>30.70m          | Tramo 2<br>30.70m | Tramo 3<br>16.30m | Tramo 3<br>16.30m |
| Promedio                | 4.631                       | 4.621            | 3.459                      | 3.459             | 2.284             | 2.199             |
| Desv. Std               | 0.593                       | 0.019            | 0.526                      | 0.086             | 0.382             | 0.016             |
| Error                   | 0.05                        | 0.05             | 0.05                       | 0.05              | 0.05              | 0.05              |
| T-Student               | 2.045                       | 2.045            | 2.045                      | 2.045             | 2.045             | 2.045             |
| N° mínimo               | 27.441                      | 0.027            | 38.721                     | 1.042             | 46.708            | 0.093             |
| ¿Cumple N mínimo?       | SÍ                          | SÍ               | SÍ                         | SÍ                | SÍ                | SÍ                |
| P Value                 | 0.915                       |                  | 0.995                      |                   | 0.167             |                   |
| ¿Modelo calibrado?      | Sí                          |                  | Sí                         |                   | Sí                |                   |

Nota. Fuente Propia

Tabla 15. Resultados del proceso de validación peatonal

| VALIDACIÓN<br>PEATONAL | CAMPO                       | SIMULACIÓN        | CAMPO                    | SIMULACIÓN        |
|------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|                        | Av. Brasil carril principal |                   | Av. Gral. Manuel Vivanco |                   |
|                        | Tramo 1<br>12.00m           | Tramo 1<br>12.00m | Tramo 2<br>14.70m        | Tramo 2<br>14.70m |
| Promedio               | 8.468                       | 8.234             | 10.547                   | 11.177            |
| Desv. Std              | 0.904                       | 0.209             | 1.236                    | 0.456             |
| Error                  | 0.05                        | 0.05              | 0.05                     | 0.05              |
| T-Student              | 2.045                       | 2.045             | 2.045                    | 2.045             |
| N° mínimo              | 19.067                      | 1.076             | 2.045                    | 2.045             |
| ¿Cumple N mínimo?      | SÍ                          | SÍ                | SÍ                       | SÍ                |
| P Value                | 0.132                       |                   | 0.008                    |                   |
| ¿Modelo calibrado?     | Sí                          |                   | Sí                       |                   |

Nota. Fuente Propia

### 5.3 Análisis de la situación actual

En este acápite, luego de la observación in situ, evaluación de datos procesados en campo y datos arrojados por el modelo; se hace una descripción de la situación actual del escenario concerniente a la movilidad, espacio público, accesibilidad y seguridad vial encontrado en el área de estudio.

#### 5.3.1 Espacio público

Concerniente al espacio público se observaron las siguientes deficiencias:

- Se notó que el espacio público presente en la cercanía de la zona de estudio (delimitado entre los distritos de Jesús María y Pueblo Libre) es un espacio con mucho potencial he infrautilizado. Esto en gran medida se debe a que existen piletas que están cercadas y ocupan un espacio valioso y a su vez no se encuentran en funcionamiento (figura 38); lo que hace que el entorno de la mencionada área se vuelva poco atractiva; también, y sobre todo referente a las piletas que se ubica en Jesús María, representan un obstáculo para el tránsito fluido de los peatones lo que evidencia un notorio corte a las líneas de deseo del peatón.



*Figura 38.* Piletas en estado precario (Fuente Propia)

- Por otro lado, si bien existen mobiliarios, se advirtió que estos no eran suficientes (figura 39); especialmente en la zona de Jesús María; hecho que refuerza lo planteado previamente, la falta de atractivo para la permanencia en el lugar.



*Figura 39. Mobiliario insuficiente en la zona de estudio (Fuente Propia)*

- Otra observación relevante está relacionada con el uso del espacio público; se pudo apreciar que, si bien este lugar goza de potencial para convertirse en un centro de atracción, lugar para la permanencia y en donde se observen diversidad de actividades; esto no se refleja en la realidad; tal es así que al realizar el análisis basado en los 12 criterios de Jan Gehl para determinar la calidad de un espacio público, los resultados fueron notoriamente deficientes como se observó en el capítulo 4.

### **5.3.2 Accesibilidad**

En relación a la accesibilidad se evidenciaron múltiples falencias; a continuación, se describen a las más relevantes:

- Muchas de las veredas se encuentran en mal estado y con un nivel de deterioro notable lo



que provoca mayor dificultad para las personas más vulnerables.

- Las rampas ubicadas en las islas de refugio presentan diversas deficiencias; tales como se puede apreciar en la figura 40 en donde se observa una pendiente excesiva, deterioro, dimensiones no apropiadas; es preciso señalar que muchas de las rampas no cumplen con las recomendaciones establecidas en el manual NACTO.



*Figura 40.* Pendiente excesiva en las rampas (Fuente Propia)

- No se presentan superficies podotáctiles que contribuyan a la movilidad de las personas con alguna discapacidad visual; por el contrario, se observan los obstáculos de concreto armado en las islas de refugio.



*Figura 41.* Obstáculos y ausencia de piso podotáctiles en la zona de estudio (Fuente Propia)



- Los pasos a nivel de la calzada ubicadas en las islas de refugio, que son destinadas para el tránsito de las personas con movilidad reducida presentan deficiencias. En la figura 42 se observa que los pasos a nivel poseen dimensiones mínimas y a la vez presentan deterioro evidente como hundimiento, agua empozada, discontinuidad, baches, etc.



*Figura 42.* Hundimiento de pasos a nivel de la calzada (Fuente Propia)

- La vía peatonal hacia los paraderos de la Av. Brasil carece de accesibilidad para las personas con movilidad reducida; ya que no se observaron rampas hacia los paraderos



*Figura 43.* Ausencia de rampas peatonales hacia los paraderos (Fuente Propia)

### 5.3.3 Ciclos semafóricos inadecuados

Referente a los controles semafóricos; se advirtió que estos presentan un control deficiente de los flujos vehiculares y peatonales; en principio, porque la secuencia de las 4 fases encontradas no es eficiente para ordenar el tránsito. Por otro lado, se encontró que los tiempos semafóricos no son para nada regulares; por ejemplo, en la figura 44 se nota el instante en que el conteo regresivo para el semáforo peatonal, no llega a cero para que cambie de indicación; si no que tuvo un cambio repentino de 7 segundos.

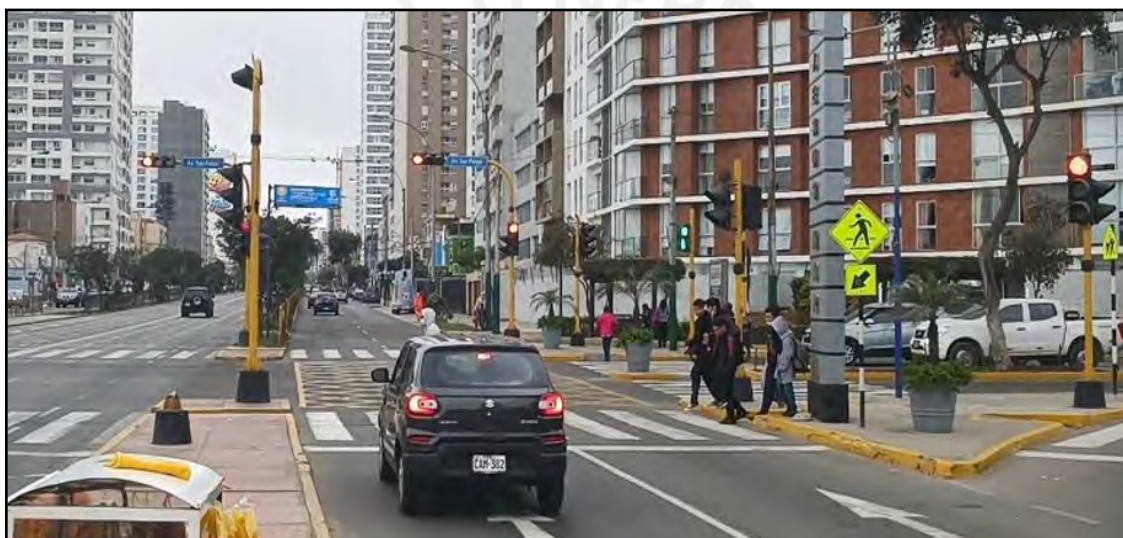


Figura 44. Fase semafórica inadecuada (Fuente Propia)

### 5.3.4 Circulación vehicular

Con relación al tránsito y a la movilidad vehicular; se hicieron las siguientes apreciaciones:

- Una de las principales causas de la congestión vehicular observadas en la intersección, es que hay un número considerable de vehículos que realizan los giros a la izquierda 12 y 13; entonces, al tratar de hacer estos giros, los vehículos disminuyen su velocidad o incluso se detienen; en consecuencia, se disminuye y en ocasiones se corta el flujo vehicular de las Av. San Felipe y Av. Gral. Manuel Vivanco.

- Los carriles de la vía principal de la Av. Brasil son de 3 m; se observó que esta dimensión, si bien cumple con la dimensión mínima recomendada por la NACTO. En la figura 45, se puede observar que los vehículos de transporte público de dimensiones considerables realizan maniobras temerarias e invaden el carril contrario al intentar pasar a otro bus que se encuentra estacionado.



*Figura 45.* Vehículos de transporte público invaden los carriles (Fuente Propia)

- Debido a la falta de educación vial y el poco entendimiento de las consecuencias que originaría infringir las normas de tránsito; se encontró que se cometen innumerables faltas a la mencionada norma. En la figura 46 se puede apreciar que muchos vehículos particulares y sobre todo motos lineales invaden las vías de uso exclusivo del transporte público.



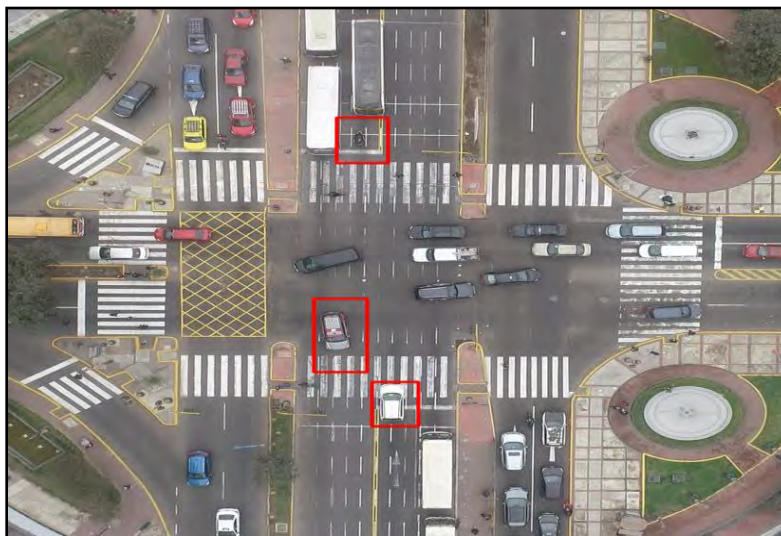


Figura 46. Vehículos particulares invaden carril exclusivo de transporte público (Fuente Propia)

- En la zona de estudio se han establecido de manera espontánea e informal 2 paraderos. Los cuales se ubican en el distrito de Pueblo Libre; en la figura 47, se puede apreciar los dos paraderos de naturaleza informal; ya que, no fueron concebidos como tal; además representa un problema para lograr un tránsito fluido en el mencionado sector.



Figura 47. Paradero informal en el distrito de Pueblo Libre (Fuente Propia)

- Las longitudes de cola vehicular presentes en la zona es un número considerable; esto quiere decir que la circulación por dicha área es deficiente.



Figura 48. Longitud de cola vehicular (Fuente Propia)

### 5.3.5 Seguridad vial

Referente a la seguridad vial se realizaron las siguientes observaciones:

- La falta apropiada de señalización horizontal y vertical, puede ser una causante de accidentes de tránsito. Al respecto, el Sub oficial Gonzales, describió el siguiente caso:  
 “Un vehículo menor y un automóvil protagonizaron un accidente, la conductora usaba el Waze y no se ubicaba en el espacio completo; además, por falta de señalización y al no percatarse del uso exclusivo de servicio público, tomó la vía principal de la Av. Brasil e imprudentemente giró a la izquierda, hacia la Av. San Felipe colisionando con otro vehículo menor que también invadió el carril principal de la Av. Brasil.

- Los accidentes, por lo general ocurren entre las 7am y las 9 am y por las noches, entre las 7 pm y 10 pm; esto principalmente debido al exceso de velocidad, conductores en estado etílico y a la imprudencia de los conductores de vehículos menores; por ejemplo, los motociclistas, al haber pocos vehículos en el horario señalado, invaden el carril exclusivo de transporte público y circulan a excesiva velocidad.
- Otra causa de accidentes es que la programación del ciclo semafórico y eso sumado a la complejidad de circulación en la intersección hace que los conductores entren en nerviosismo al tratar de ganar el pase y se produzcan accidentes. A continuación, en la figura 48 se muestra un accidente de tránsito originados por la mencionada causa.



Figura 49. Accidente de tránsito en la zona de estudio (Fuente Propia)



## CAPÍTULO 6: PROPUESTAS DE MEJORA Y EVALUACION DE LAS MISMAS MEDIANTE SOFTWARE PTV VISSIM 2022

### 6.1 Propuestas de mejora siguiendo el enfoque de movilidad

En el presente capítulo se plantean propuestas de mejora desde el enfoque de la movilidad sostenible; las mismas que se presentan en un plano (revisar anexo J). También se exponen los parámetros de salida del modelo de microsimulación propuesto.

#### 6.1.1 Espacio publico

Las mejoras planteadas con referencia al espacio público son las siguientes:

- Se removieron las 4 piletas y se eliminaron los carriles de giro exclusivo del y hacia el distrito de Jesús María; esto se traduce en un mayor espacio para las personas.



Figura 50. Eliminación del giro exclusivo (Fuente Propia)

- Se han retirado estacionamientos ubicados en la Av. San Felipe para ser remplazados por espacio público y *Parklets*. La recuperación del espacio público se aprecia en la figura 51.





*Figura 51. Vista aérea del área en estudio (Fuente Propia)*

- Se plantea mejorar y potenciar el lugar público teniendo en cuenta el confort, la protección y el disfrute de las personas.



*Figura 52. Recuperación del espacio público (Fuente Propia)*

### 6.1.2 Accesibilidad

Referente a la accesibilidad, se planteó subsanar todas las observaciones deficientes que se notaron en la zona de estudio; para ello se tuvo en consideración el manual de diseño universal de la NACTO. A continuación, se describen los principales cambios:

- Se instaló superficie podo táctil en las aceras.
- Se reconfiguraron las rampas peatonales haciéndolas más amplias y con una pendiente adecuada; también se instalaron las mismas en lugares que las requerían como por ejemplo en los paraderos.



*Figura 53.* Rampa peatonal con acceso a los paraderos de la Av. Brasil (Fuente Propia)

- Se ampliaron los cruces a nivel de la calzada dispuestos para en las islas de refugio se ampliaron; ya que originalmente contaban con una medida mínima de 90 cm
- Ampliar las dimensiones del cruce peatonal
- Incorporar señal sonora en los semáforos y señalética Braille.



Figura 54. Cruceos a nivel de la calzada y uso de bolardos (Fuente Propia)

### 6.1.3 Circulación vial y peatonal

Las principales medidas tomadas para mejorar la circulación vial en la zona de estudio son las siguientes:

- Una medida importante fue plantear fases semafóricas eficientes; las cuales permitan una mejor circulación vehicular y también ayuden a la seguridad vial. De este modo, el ciclo se redujo a 120 segundos (de acuerdo a lo recomendado por la guía de la NACTO) y se plantearon 3 fases semafóricas vehiculares y 2 peatonales; las fases vehiculares se dispusieron de tal forma que permita dosificar el tránsito y así evitar las interrupciones provocadas por los vehículos que realizan el giro 12 y giro 3. Mientras que los tiempos de luz verde para el pase peatonal se dispusieron en 70 segundos en el cruceo de la Av. Brasil y 47 segundos para el cruceo peatonal de las avenidas Gral. Manuel Vivanco y San Felipe.
- Para logra un flujo vehicular más ordenado y eficiente, también se dispuso en los 2 paraderos de la Av., Brasil (paradero A y paradero B) una sección que funcione como paradero exclusivo para los buses del Corredor morado.





Figura 55. Paradero exclusivo del corredor morado (Fuente Propia)

- Otra medida no menor, fue la de ampliar el ancho de los carriles principales de la Av. Brasil de 3 m a 3.2m por carril. Esto con el fin otorgar mayor holgura, minimizar el desorden e inseguridad vial provocados por los vehículos de servicio público que por lo general son de dimensiones considerables; ya que, se observaron in situ, maniobras temerarias provocadas por los buses al invadir el carril contrario cuando los choferes se proponían a adelantar a los vehículos estacionados delante de ellos en el paradero.



Figura 56. Ampliación del carril exclusivo del transporte público (Fuente Propia)

- Los paraderos informales que se localizan en la Av. Gral. Manuel Vivanco se reubicaron, adecuaron y formalizaron; uno en la Av. San Felipe y otro en la Av. Gral. Manuel Vivanco.



*Figura 57. Implementación de nuevos paraderos (Fuente Propia)*

### 6.1.2 Seguridad vial

A continuación, se describen las mejoras que se realizaron concerniente a la seguridad vial:

- Se han reducido los radios de giro según las recomendaciones de la NACTO; esto para disminuir las velocidades de giro y en consecuencia salvaguardar la seguridad de los peatones que cruzan la vía.
- Se han implementado bolardos en diferentes puntos como en las islas y aceras con el fin de generar mayor seguridad y sensación de seguridad para los peatones.
- Se plateó incorporar mayor señalética de tránsito vertical y horizontal; además, que las mismas sean claras y que no se presten a ambigüedades.
- Se ampliaron y adecuaron las islas de refugio para brindar mayor seguridad a los transeúntes.



*Figura 58.* Elementos de seguridad vial implementados en el área de estudio (Fuente Propia)

- En búsqueda de mejorar la seguridad vial y ordenar la circulación de los peatones, se propuso la instalación de vallas de seguridad en las rutas de salida de los paraderos de la Av. Brasil; tal como se muestran en la figura 59; también se propuso la instalación de cercos vivos en las bermas centrales de las avenidas San Felipe y Gral. Manuel Vivanco.



*Figura 59.* Vallas de seguridad en los paraderos (Fuente Propia)



## 6.2 Evaluación del nuevo modelo con las propuestas de mejora

Teniendo en cuenta los mismos parámetros de modelación, número semilla, comportamiento vehicular y peatonal del modelo anterior; además planteando las mejores propuestas líneas arriba; se procedió a desarrollar el modelo propuesto. A continuación, se enumeran a los principales parámetros de eficiencia determinados a partir del modelo en mención:

- En la tabla I1 del anexo, se presentan las longitudes de cola promedio medidas, de manera similar al modelo anterior, en las avenidas Gral. Manuel Vivanco y San Felipe. Se observa que las longitudes de cola promedio son de 77.56 m. y 76.44m respectivamente.
- En relación a los tiempos de viaje vehicular, en la tabla I2 de los anexos se presentan los resultados para los 3 tramos definidos. En promedio, para el tramo 1 de 37.4 m. se obtuvo 3.57 segundos; para el tramo 2 de 30.7 m. se obtuvo 3.23 segundos y finalmente para el tramo 3 de 16.3 m. se obtuvo 1.6 segundos.
- Con respecto a los parámetros de rendimiento vehicular en la red, se observa principalmente que las demoras tienen un promedio de 79.84 seg/veh mientras que la velocidad vehicular promedio en la red varía entre 7.54 y 7.82 km/h siendo el promedio 7.7 km/h.
- De manera similar al punto anterior, en la tabla I3 de los anexos se presentan los valores de los tiempos de viaje peatonal que resultan de las 15 corridas al modelo propuesto. Para el tramo 1 que está ubicado en el cruce peatonal de los carriles principales de la avenida Brasil, se obtuvo un promedio de 8.57 segundos; para el tramo 2 que está ubicado en el cruce peatonal de la avenida Gral. Manuel Vivanco se obtuvo un promedio de 10.96 segundos y finalmente para el tercer tramo comprendido entre el origen 1 y destino 6 se determinó un tiempo promedio de 64 segundos.



- Referente a los parámetros de eficiencia peatonales de toda la red, se observó que la velocidad de los peatones en toda la red oscila entre 3.86 y 4.05 km/h teniendo como promedio 3.96 km/h



## CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

- Una de las deficiencias más notorias en relación a la circulación vehicular, es que las fases semafóricas están dispuestas de manera ineficiente. Esto se traduce en congestión vehicular e inseguridad vial. En consecuencia, el hecho de plantear, en la propuesta, un ciclo semafórico eficiente generó una mejora sustancial en relación a la movilidad. El ciclo semafórico se redujo a 120 segundos y se plantearon 5 fases semafórica.
- Para mejorar el escenario de la movilidad en la zona de estudio; se propuso eliminar los giros exclusivos hacia y desde la Av. San Felipe; esta medida, tal vez polémica desde la perspectiva de paradigmas clásicos de transporte, se sustenta en aspectos técnicos y en la comprobación mediante el modelo de microsimulación. En primer lugar, este tipo de giros exclusivos se plantean cuando aguas arriba existe un carril excluyente para dar pase al giro; el mismo que no existe en la zona de estudio y por ende el planteamiento del giro exclusivo carece de sustento técnico. También, se observó una baja demanda vehicular que hacen uso del mencionado giro; pues, la demanda máxima observada en campo fue de 26.6%. Finalmente, se observó, del modelo propuesto, que los parámetros de eficiencia vehicular no fueron mermados con la eliminación de los giros; por el contrario, se logró la recuperación de un espacio público importante que favorece a la movilidad sostenible y mejoraría la actividad social en la zona y por ende la calidad de vida de los usuarios.
- En el modelo propuesto se consiguió una notable mejora en relación a los indicadores peatonales. El tiempo de viaje entre los puntos 1 y 6 se redujo en un 52.1% pasando de 133.6 segundos a 64 segundos. Esto en gran medida a que se eliminó el giro exclusivo y la mejor programación del ciclo semafórico.

- En la zona de estudio se observó que la gran cantidad de los accidentes de tránsito son originados principalmente por el exceso de velocidad, y la imprudencia por parte de los conductores de los vehículos menores.
- Las longitudes de cola después de los planteamientos de mejora resultaron tener una ligera disminución o se mantuvieron. En la Av. Gral. Manuel Vivanco la longitud de cola pasó de 78.64 metros a 77.56; mientras que en la Av. San Felipe pasó de 82.08m a 76.44m. Además, debido a los cambios en la programación semafórica, el aumento del ancho en los carriles; se logró que la congestión y desorden que se formaba en la zona central de la intersección se aliviara notoriamente y que el flujo vehicular en la avenida Brasil se desarrolle de manera más eficiente.
- Se cumplió con el objetivo principal; ya que, los resultados del modelo con mejoras arrojan números alentadores; favoreciendo a una movilidad sostenible en la zona, creando, recuperando y potenciando los espacios públicos; se eliminaron estacionamientos que infrutilizaban el escaso y valioso suelo de la zona; se mejoró la accesibilidad y seguridad vial y todo ello en virtud de devolverle la preponderancia y darle el lugar que le corresponde al usuario peatonal en la pirámide de prioridades para una movilidad ideal.
- Sobre los modelos y la simulación; se logró un modelo que representa de manera aceptable al escenario actual. Se validó el modelo y se pudo constatar que los parámetros determinados mediante el software son comparables a los hallados en campo; por ende, se puede afirmar que los parámetros hallados en el modelo de la propuesta se pueden tomar como aceptables y confiables.

## 7.2 Recomendaciones

- Del análisis a la zona de estudio en relación a la red que comprende; se recomienda realizar estudios más amplios que comprendan una extensión más grande de la red; ya que, se observaron potencialidades y posibilidades para mejorar el sistema de la movilidad en la red; por ejemplo, interviniendo y proponiendo, aguas arriba y aguas debajo del área en estudio, cruces vehiculares y peatonales entre las zonas que segrega la avenida Brasil. Así se lograría mayor permeabilidad entre las 2 zonas segregadas y hacer las mejoras pertinentes desde la mirada de la movilidad sostenible.
- También, es oportuno mencionar que es recomendable hacer una reprogramación de los ciclos semafóricos en toda la av. Brasil esto conjuntamente con los cruces peatonales y vehiculares planteados en el punto anterior; lograrían que el volumen vehicular pueda dosificarse en toda la avenida y mejoraría la movilidad en la mencionada vía arterial.
- Sobre la zona en estudio se recomienda que para estudios posteriores de mayor alcance se plantee eliminar los giros a la izquierda desde la avenida Gral. Manuel Vivanco hacia la auxiliar de la Av. Brasil y desde la Av. San Felipe hacia la auxiliar de la Av. Brasil y la demanda de estos giros llevarlas por rutas alternas.

## CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA

Accesibilidad, C. C. (1996). *Concepto Europeo de Accesibilidad*. Madrid: CEAPAT-IMSERSO.

Appleyard, B. (2020). *Livable Street 2.0*. Elsevier.

Borja, J. (2010). *La ciudad conquistada*. Madrid: Alianza editorial.

Borja, J., & Castells, M. (2000). *Local y global: la gestión de las ciudades en la era de*. México: Editorial Taurus.

Cabrera. (2018). *Apuntes de Curso de Ingeniería de Tráfico*. Lima: Pontificia Católica del Perú

Dextre, J. C., & Avellaneda, P. (2014). *Movilidad en zonas urbanas*. Lima: Fondo editorial de la PUCP.

El Comercio, E. (2017). Tráfico en la Av. Brasil.

<https://elcomercio.pe/lima/trafico-av-brasil-andamios-parada-militar-fotos-178289-noticia/?ref=ecr>

Gehl, J. (2006). *La humanización del espacio urbano: la vida social entre los edificios*.

Barcelona: Editorial Reverté.

Gehl, J. (2010). *Ciudades para la gente*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.

Gogle (2022). Vista en planta de la Av. Brasil . Obtenido de Google Maps:

<https://www.google.com/maps/@-12.0796408,-77.0583774,17.75z>

PTV Group(2022). Características de *PTV Vissim*.

Recuperado de <https://www.ptvgroup.com/es/soluciones/productos/ptv-vissim-nuevo/>

TFL (2021) Traffic Modelling Guides. Transport for London

H, Lefebvre (1971). *Barrio y vida de barrios: de lo rural a lo urbano*. Barcelona: Península.

- Herce, M. (2009). *Sobre la movilidad en la ciudad*. Barcelona: Reverté.
- Huikuri, S. (11 de abril de 2022). *La llave para abordar la contaminación atmosférica*. Recuperado de <https://www.undp.org/es/blog/datos-la-llave-para-abordar-la-contaminacion-atmosferica>
- INEI. (2021). *Informe técnico - Seguridad Ciudadana y Registros*.
- Jacobs, J. (2011). *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Navarra: Gráficas Lizarra.
- Juan, D., Pirota, M. D., Tabasso, C., Bermúdez, J., & García, A. (2008). *Vías Humanas*. Lima.
- Lee, K., & Greenstone, M. (2021). More than Half of Latin Americans. *Air Quality Life Index Annual Update*, 16-17.
- Lima Cómo Vamos. (8 de setiembre de 2022). *Lima Cómo Vamos DATA*. Obtenido de <http://www.limacomovamos.org/data/>
- Marticorena, M. (7 de abril de 2010). Enatrus: Las líneas amarillas en las calles de Lima. *El Comercio*.
- Montoya, M. (s.f.). *Obras en democracia*.
- NACTO (2016). *Urban Street Design Guide*. National Association of City Transportation
- Orrego Penagos, J. (07 de julio de 2011). *El transporte público en Lima, siglo XX: ENATRUPERÚ*. Recuperado de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/juanluisorrego/2011/07/07/el-transporte-publico-en-lima-siglo-xx-enatruperu/>
- RPP. (08 de febrero de 2021). *Rpp noticias*. Recuperado de <https://rpp.pe/peru/actualidad/parque-automotor-genera-el-70-de-la-contaminacion-del-aire-en-el-peru-noticia-1319221>
- Secretaría de desarrollo social de México . (2014). *Guía de diseño de espacio público*. Mexico.

- Shannon, R. (1975). *La simulación de los sistemas. El arte y ciencia, los principios de Englewood*. Nueva Jersey: Prentice - Hall.
- Smead, L., Orfanos, Y., Lee, J., & Chen, C. (2015). *Mobility, Universal Design, Health, and Place*. Obtenido de [https://research.gsd.harvard.edu/hapi/files/2015/11/HAPI\\_ResearchBrief\\_UniversalDesign-112315.pdf](https://research.gsd.harvard.edu/hapi/files/2015/11/HAPI_ResearchBrief_UniversalDesign-112315.pdf)
- Spiro Kostof. (2004). *The city assembled*. China: C&C Pffset Priting Co.,Ltd.
- Tom Tom. (2021). *Traffic congestion ranking*. Recuperado de <https://www.tomtom.com/traffic-index/>
- Utopías urbanas (s.f). *Regeneración urbana de la Av. Abancay* Facebook. Obtenido de [https://www.facebook.com/photo/?fbid=635809283598308&set=ms.c.eJw1zM ERAEEERNGMttD0kH9iUzs4vqI~%3BESllgaiE6sd2PkuOD8XoZWfsyoLS9u7ejjXbGPLP~\\_nnH30O7vf~\\_D1Qy4~%3BgR1M.bps.a.635809170264986](https://www.facebook.com/photo/?fbid=635809283598308&set=ms.c.eJw1zM ERAEEERNGMttD0kH9iUzs4vqI~%3BESllgaiE6sd2PkuOD8XoZWfsyoLS9u7ejjXbGPLP~_nnH30O7vf~_D1Qy4~%3BgR1M.bps.a.635809170264986)
- Vega, P. (2006). *Cuadernos de Arquitectura y Ciudad*. Lima: PUCP.



## ANEXO A: Recolección y procesamiento de datos cualitativos

|            |  |   |   |
|------------|--|---|---|
| Protección | <p><b>Protección contra el tráfico y accidentes.</b><br/>¿Hay medidas de seguridad vial en este espacio para grupos de distintas edades y capacidades? ¿Se puede andar en bicicleta y caminar sin miedo de ser atropellado por un conductor?</p>   | <p><b>Protección contra factores externos</b><br/>¿Este espacio se percibe como seguro tanto de día como de noche? ¿Hay personas y actividades durante todo el día dado que, por ejemplo, el área tiene un uso mixto entre habitacional y comercial? ¿La iluminación brinda una sensación de seguridad y una atmósfera agradable por la noche?</p>  | <p><b>Protección contra experiencias sensoriales desagradables.</b><br/>¿Hay ruido, polvo, olores u otro tipo de contaminación? ¿El espacio público funciona bien cuando hace viento? ¿Hay refugio contra el sol, la lluvia o pequeñas inundaciones?</p>  |
| Confort    | <p><b>Opciones de movilidad.</b><br/>Es accesible este espacio? ¿Existen elementos físicos que puedan limitar la movilidad personal al caminar, utilizar una silla de ruedas o llevar una carriola? ¿Las trayectorias para trasladarse son evidentes sin que sea necesario tomar desvíos ilógicos?</p> | <p><b>Espacios para estar parado o estático.</b><br/>¿El lugar tiene elementos, como una fachada interesante, una parada de autobús, un banco, un árbol o algún nicho, en los que se pueda pasar un rato o recargarse?</p>  | <p><b>Espacios para sentarse.</b><br/>¿Tiene elementos atractivos para sentarse como bancas o sillas? ¿O solo hay opciones secundarias como una escalera, murete o la orilla de alguna fuente? ¿Hay opciones adecuadas de asientos no comerciales donde sentarse no requiera gastar dinero?</p> |
| Confort    | <p><b>Espacios para observación.</b><br/>¿Los asientos están colocados de manera que haya elementos interesantes que observar?</p>   | <p><b>Espacios para hablar y/o escuchar.</b><br/>¿Se puede conversar en este espacio? ¿Son evidentes los espacios disponibles para sentarse con otros y conversar?</p>  | <p><b>Espacios para juego, ejercicio y otras actividades.</b><br/>¿Hay opciones para realizar actividades en diversos momentos del día y el año?</p>  |
| Disfrute   | <p><b>Escala.</b><br/>¿El espacio público y los edificios aledaños están a escala humana? Si las personas están en los bordes del espacio, ¿aún podemos relacionarnos con ellas como personas o se pierden con sus alrededores?</p>  | <p><b>Oportunidades para disfrutar los aspectos positivos del clima.</b><br/>¿Los aspectos climáticos locales, como el viento y el sol, han sido tomados en cuenta? ¿Existen condiciones variadas para pasar tiempo en el espacio durante distintos momentos del año? Tomando esto en cuenta, ¿dónde se encuentran las opciones para sentarse? ¿Están ubicadas por completo en el sol o la sombra? ¿Cómo están orientadas en relación al viento? ¿Están protegidas?</p> | <p><b>Experiencia de cualidades estéticas y sensaciones positivas.</b><br/>¿Este espacio público es bello? ¿Es evidente que hay buen diseño, tanto en términos de forma como de su perdurabilidad?</p>  |

Figura A1. Encuesta para medir la calidad del espacio público basado en los 12 criterios de Jan Gehl. Adaptado de Cidades para la gente, 2010

## ANEXO B: Aforo vehicular en una hora medición

Tabla B1. Aforo vehicular de la Av. General Manuel Vivanco en una hora

| Movimiento | Auto | Couster | Combi | Bus | Corredor morado | Bicicleta | Moto | Camión | Total |
|------------|------|---------|-------|-----|-----------------|-----------|------|--------|-------|
| 1          | 22   | 0       | 0     | 0   | 0               | 3         | 7    | 1      | 33    |
| 2          | 1181 | 24      | 14    | 11  | 0               | 34        | 142  | 16     | 1422  |
| 3          | 113  | 0       | 0     | 0   | 0               | 0         | 14   | 2      | 129   |
| Total      | 1316 | 24      | 14    | 11  | 0               | 37        | 163  | 19     | 1584  |

*Nota.* Fuente Propia

Tabla B2. Aforo vehicular de la Av. Brasil carril principal

| Movimiento | Auto | Couster | Combi | Bus | Corredor morado | Bicicleta | Moto | Camión | Total |
|------------|------|---------|-------|-----|-----------------|-----------|------|--------|-------|
| 4          | 39   | 96      | 25    | 28  | 11              | 0         | 31   | 0      | 230   |
| 5          | 55   | 86      | 16    | 25  | 10              | 0         | 20   | 0      | 212   |
| Total      | 94   | 182     | 41    | 53  | 21              | 0         | 51   | 0      | 442   |

*Nota.* Fuente Propia

Tabla B3. Aforo vehicular de la Av. Brasil - carril auxiliar hacia el distrito de pueblo libre

| Movimiento | Auto | Couster | Combi | Bus | Corredor morado | Bicicleta | Moto | Camión | Total |
|------------|------|---------|-------|-----|-----------------|-----------|------|--------|-------|
| 6          | 109  | 0       | 0     | 0   | 0               | 6         | 18   | 6      | 139   |
| 7          | 399  | 0       | 0     | 0   | 0               | 13        | 62   | 9      | 483   |
| Total      | 508  | 0       | 0     | 0   | 0               | 19        | 80   | 15     | 622   |

*Nota.* Fuente Propia

Tabla B4. Aforo vehicular de la Av. Brasil-carril auxiliar hacia el distrito Jesús María

| Movimiento | Auto | Couster | Combi | Bus | Corredor morado | Bicicleta | Moto | Camión | Total |
|------------|------|---------|-------|-----|-----------------|-----------|------|--------|-------|
| 8          | 160  | 0       | 0     | 0   | 0               | 10        | 14   | 5      | 189   |
| 9          | 371  | 0       | 0     | 0   | 0               | 8         | 42   | 4      | 425   |
| Total      | 531  | 0       | 0     | 0   | 0               | 18        | 56   | 9      | 614   |

*Nota.* Fuente Propia

Tabla B5. Aforo vehicular de la Av. San Felipe

| Movimiento | Auto | Couster | Combi | Bus | Corredor morado | Bicicleta | Moto | Camión | Total |
|------------|------|---------|-------|-----|-----------------|-----------|------|--------|-------|
| 10         | 36   | 0       | 0     | 0   | 0               | 2         | 34   | 8      | 80    |
| 11         | 678  | 19      | 12    | 5   | 0               | 17        | 50   | 13     | 794   |
| 12         | 80   | 0       | 0     | 0   | 0               | 1         | 67   | 5      | 153   |
| Total      | 794  | 19      | 12    | 5   | 0               | 20        | 151  | 26     | 1027  |

*Nota.* Fuente Propia



### ANEXO C: Velocidad vehicular deseada

Tabla C1. Velocidad vehicular deseada del Auto

| N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) | N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) |
|----------------|-------|---------------|------------------|----------------|-------|---------------|------------------|
| 1              | 1.27  | 15            | 42.63            | 21             | 1.32  | 15            | 41.05            |
| 2              | 1.31  | 15            | 41.19            | 22             | 1.36  | 15            | 39.66            |
| 3              | 1.21  | 15            | 44.59            | 23             | 1.26  | 15            | 42.94            |
| 4              | 1.26  | 15            | 42.76            | 24             | 1.31  | 15            | 41.17            |
| 5              | 1.39  | 15            | 38.88            | 25             | 1.44  | 15            | 37.44            |
| 6              | 1.24  | 15            | 43.39            | 26             | 1.29  | 15            | 41.79            |
| 7              | 1.34  | 15            | 40.28            | 27             | 1.39  | 15            | 38.78            |
| 8              | 1.24  | 15            | 43.65            | 28             | 1.28  | 15            | 42.04            |
| 9              | 1.40  | 15            | 38.47            | 29             | 1.46  | 15            | 37.04            |
| 10             | 1.44  | 15            | 37.48            | 30             | 1.50  | 15            | 36.09            |
| 11             | 1.50  | 15            | 36.09            | 31             | 1.55  | 15            | 34.75            |
| 12             | 1.52  | 15            | 35.56            | 32             | 1.58  | 15            | 34.24            |
| 13             | 1.05  | 15            | 51.52            | 33             | 1.09  | 15            | 49.61            |
| 14             | 1.26  | 15            | 42.88            | 34             | 1.31  | 15            | 41.29            |
| 15             | 1.07  | 15            | 50.28            | 35             | 1.12  | 15            | 48.41            |
| 16             | 1.32  | 15            | 40.84            | 36             | 1.37  | 15            | 39.33            |
| 17             | 1.28  | 15            | 42.14            | 37             | 1.33  | 15            | 40.58            |
| 18             | 1.20  | 15            | 44.86            | 38             | 1.25  | 15            | 43.20            |
| 19             | 1.35  | 15            | 39.95            | 39             | 1.40  | 15            | 38.47            |
| 20             | 1.39  | 15            | 38.78            | 40             | 1.45  | 15            | 37.34            |

Nota. Fuente Propia

Tabla C2. Velocidad vehicular deseada del *Causter*

| N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) | N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) |
|----------------|-------|---------------|------------------|----------------|-------|---------------|------------------|
| 1              | 1.34  | 15            | 40.16            | 21             | 0.92  | 15            | 58.70            |
| 2              | 1.16  | 15            | 46.55            | 22             | 0.92  | 15            | 58.97            |
| 3              | 1.05  | 15            | 51.43            | 23             | 1.19  | 15            | 45.40            |
| 4              | 1.11  | 15            | 48.74            | 24             | 1.26  | 15            | 42.75            |
| 5              | 0.91  | 15            | 59.65            | 25             | 1.34  | 15            | 40.30            |
| 6              | 1.15  | 15            | 46.96            | 26             | 1.04  | 15            | 51.82            |
| 7              | 1.08  | 15            | 49.81            | 27             | 1.12  | 15            | 48.40            |

| Continúa la tabla C2 |      |    |       |    |      |    |       |
|----------------------|------|----|-------|----|------|----|-------|
| 8                    | 1.27 | 15 | 42.40 | 28 | 1.38 | 15 | 39.24 |
| 9                    | 1.32 | 15 | 40.96 | 29 | 1.17 | 15 | 46.11 |
| 10                   | 0.82 | 15 | 65.85 | 30 | 1.04 | 15 | 51.82 |
| 11                   | 1.29 | 15 | 41.86 | 31 | 0.97 | 15 | 55.67 |
| 12                   | 1.11 | 15 | 48.86 | 32 | 0.84 | 15 | 64.29 |
| 13                   | 1.39 | 15 | 38.85 | 33 | 1.12 | 15 | 48.21 |
| 14                   | 1.05 | 15 | 51.56 | 34 | 0.94 | 15 | 57.45 |
| 15                   | 1.20 | 15 | 44.90 | 35 | 0.87 | 15 | 62.07 |
| 16                   | 1.02 | 15 | 52.75 | 36 | 0.78 | 15 | 69.23 |
| 17                   | 0.96 | 15 | 56.22 | 37 | 0.75 | 15 | 72.00 |
| 18                   | 1.02 | 15 | 52.89 | 38 | 0.89 | 15 | 60.67 |
| 19                   | 1.08 | 15 | 50.05 | 39 | 1.34 | 15 | 40.30 |
| 20                   | 1.06 | 15 | 51.04 | 40 | 0.99 | 15 | 54.55 |

Nota. Fuente Propia

Tabla C3. Velocidad vehicular deseada del Combi

| N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) | N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) |
|----------------|-------|---------------|------------------|----------------|-------|---------------|------------------|
| 1              | 1.14  | 20            | 63.38            | 21             | 1.00  | 20            | 63.38            |
| 2              | 1.06  | 20            | 68.04            | 22             | 1.28  | 20            | 68.04            |
| 3              | 1.31  | 20            | 54.93            | 23             | 1.13  | 20            | 54.93            |
| 4              | 1.46  | 20            | 49.44            | 24             | 1.61  | 20            | 49.44            |
| 5              | 1.59  | 20            | 45.22            | 25             | 1.17  | 20            | 45.22            |
| 6              | 1.22  | 20            | 58.86            | 26             | 1.16  | 20            | 58.86            |
| 7              | 1.10  | 20            | 65.63            | 27             | 1.20  | 20            | 65.63            |
| 8              | 1.60  | 20            | 44.95            | 28             | 1.06  | 20            | 44.95            |
| 9              | 1.53  | 20            | 46.94            | 29             | 1.20  | 20            | 46.94            |
| 10             | 1.30  | 20            | 55.34            | 30             | 1.31  | 20            | 55.34            |
| 11             | 1.16  | 20            | 62.32            | 31             | 1.53  | 20            | 62.32            |
| 12             | 1.49  | 20            | 48.47            | 32             | 1.25  | 20            | 48.47            |
| 13             | 1.58  | 20            | 45.50            | 33             | 1.17  | 20            | 45.50            |
| 14             | 1.35  | 20            | 53.35            | 34             | 1.27  | 20            | 53.35            |
| 15             | 1.40  | 20            | 51.50            | 35             | 1.20  | 20            | 51.50            |
| 16             | 1.24  | 20            | 57.94            | 36             | 1.04  | 20            | 57.94            |
| 17             | 1.58  | 20            | 45.50            | 37             | 1.28  | 20            | 45.50            |
| 18             | 1.41  | 20            | 51.14            | 38             | 1.43  | 20            | 51.14            |
| 19             | 1.68  | 20            | 42.87            | 39             | 1.22  | 20            | 42.87            |
| 20             | 1.62  | 20            | 44.41            | 40             | 1.53  | 20            | 44.41            |

Nota. Fuente Propia

Tabla C4. Velocidad vehicular deseada del Bus

| <b>N° De Vehículo</b> | <b>T (S)</b> | <b>Distancia (m)</b> | <b>Velocidad (Km/h)</b> | <b>N° De Vehículo</b> | <b>T (S)</b> | <b>Distancia (m)</b> | <b>Velocidad (Km/h)</b> |
|-----------------------|--------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-------------------------|
| 1                     | 2.00         | 30                   | 54.00                   | 21                    | 2.15         | 30                   | 50.23                   |
| 2                     | 2.54         | 30                   | 42.52                   | 22                    | 2.35         | 30                   | 45.96                   |
| 3                     | 2.18         | 30                   | 49.54                   | 23                    | 1.94         | 30                   | 55.67                   |
| 4                     | 1.89         | 30                   | 57.14                   | 24                    | 2.24         | 30                   | 48.21                   |
| 5                     | 2.05         | 30                   | 52.68                   | 25                    | 2.09         | 30                   | 51.67                   |
| 6                     | 1.99         | 30                   | 54.27                   | 26                    | 1.87         | 30                   | 57.75                   |
| 7                     | 2.13         | 30                   | 50.70                   | 27                    | 2.15         | 30                   | 50.23                   |
| 8                     | 2.65         | 30                   | 40.75                   | 28                    | 2.37         | 30                   | 45.57                   |
| 9                     | 2.69         | 30                   | 40.15                   | 29                    | 2.07         | 30                   | 52.17                   |
| 10                    | 1.87         | 30                   | 57.75                   | 30                    | 1.96         | 30                   | 55.10                   |
| 11                    | 1.75         | 30                   | 61.71                   | 31                    | 2.02         | 30                   | 53.47                   |
| 12                    | 1.72         | 30                   | 62.79                   | 32                    | 2.14         | 30                   | 50.47                   |
| 13                    | 1.69         | 30                   | 63.91                   | 33                    | 2.20         | 30                   | 49.09                   |
| 14                    | 1.84         | 30                   | 58.70                   | 34                    | 1.76         | 30                   | 61.36                   |
| 15                    | 2.15         | 30                   | 50.23                   | 35                    | 2.09         | 30                   | 51.67                   |
| 16                    | 2.01         | 30                   | 53.73                   | 36                    | 2.28         | 30                   | 47.37                   |
| 17                    | 2.36         | 30                   | 45.76                   | 37                    | 2.31         | 30                   | 46.75                   |
| 18                    | 1.69         | 30                   | 63.91                   | 38                    | 2.02         | 30                   | 53.47                   |
| 19                    | 2.40         | 30                   | 45.00                   | 39                    | 1.89         | 30                   | 57.14                   |
| 20                    | 1.52         | 30                   | 71.05                   | 40                    | 2.32         | 30                   | 46.55                   |

Nota. Fuente Propia

Tabla C5. Velocidad vehicular deseada del Corredor morado

| <b>N° De Vehículo</b> | <b>T (S)</b> | <b>Distancia (m)</b> | <b>Velocidad (Km/h)</b> | <b>N° De Vehículo</b> | <b>T (S)</b> | <b>Distancia (m)</b> | <b>Velocidad (Km/h)</b> |
|-----------------------|--------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-------------------------|
| 1                     | 1.54         | 30                   | 70.13                   | 11                    | 2.17         | 30                   | 49.77                   |
| 2                     | 1.87         | 30                   | 57.75                   | 12                    | 1.84         | 30                   | 58.70                   |
| 3                     | 1.48         | 30                   | 72.97                   | 13                    | 1.74         | 30                   | 62.07                   |
| 4                     | 1.73         | 30                   | 62.43                   | 14                    | 1.56         | 30                   | 69.23                   |
| 5                     | 2.14         | 30                   | 50.47                   | 15                    | 1.69         | 30                   | 63.91                   |
| 6                     | 1.69         | 30                   | 63.91                   | 16                    | 1.78         | 30                   | 60.67                   |
| 7                     | 1.45         | 30                   | 74.48                   | 17                    | 1.81         | 30                   | 59.67                   |
| 8                     | 1.89         | 30                   | 57.14                   | 18                    | 1.95         | 30                   | 55.38                   |
| 9                     | 1.61         | 30                   | 67.08                   | 19                    | 1.73         | 30                   | 62.43                   |
| 10                    | 1.72         | 30                   | 62.79                   | 20                    | 1.84         | 30                   | 58.69                   |

Nota. Fuente Propia





### ANEXO D. Velocidad de giro vehicular

Tabla D1. Velocidad de Giro 1

| N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) | N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) |
|----------------|-------|---------------|------------------|----------------|-------|---------------|------------------|
| 1              | 3.88  | 19.8          | 18.37            | 21             | 2.93  | 19.8          | 24.33            |
| 2              | 3.48  | 19.8          | 20.48            | 22             | 2.17  | 19.8          | 32.85            |
| 3              | 2.36  | 19.8          | 30.20            | 23             | 3.54  | 19.8          | 20.14            |
| 4              | 3.16  | 19.8          | 22.56            | 24             | 2.77  | 19.8          | 25.73            |
| 5              | 3.46  | 19.8          | 20.60            | 25             | 3.54  | 19.8          | 20.14            |
| 6              | 3.62  | 19.8          | 19.69            | 26             | 3.49  | 19.8          | 20.42            |
| 7              | 3.48  | 19.8          | 20.48            | 27             | 3.96  | 19.8          | 18.00            |
| 8              | 3.41  | 19.8          | 20.90            | 28             | 3.69  | 19.8          | 19.32            |
| 9              | 3.18  | 19.8          | 22.42            | 29             | 3.99  | 19.8          | 17.86            |
| 10             | 3.65  | 19.8          | 19.53            | 30             | 3.88  | 19.8          | 18.37            |
| 11             | 3.51  | 19.8          | 20.31            | 31             | 3.43  | 19.8          | 20.78            |
| 12             | 2.29  | 19.8          | 31.13            | 32             | 3.46  | 19.8          | 20.60            |
| 13             | 2.80  | 19.8          | 25.46            | 33             | 3.58  | 19.8          | 19.91            |
| 14             | 2.93  | 19.8          | 24.33            | 34             | 3.29  | 19.8          | 21.67            |
| 15             | 2.30  | 19.8          | 30.99            | 35             | 3.74  | 19.8          | 19.06            |
| 16             | 2.90  | 19.8          | 24.58            | 36             | 3.16  | 19.8          | 22.56            |
| 17             | 3.60  | 19.8          | 19.80            | 37             | 3.39  | 19.8          | 21.03            |
| 18             | 3.75  | 19.8          | 19.01            | 38             | 3.52  | 19.8          | 20.25            |
| 19             | 3.38  | 19.8          | 21.09            | 39             | 3.10  | 19.8          | 22.99            |
| 20             | 3.04  | 19.8          | 23.45            | 40             | 3.41  | 19.8          | 37.34            |

Nota. Fuente Propia

Tabla D2. Velocidad de Giro 2

| N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) | N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) |
|----------------|-------|---------------|------------------|----------------|-------|---------------|------------------|
| 1              | 2.56  | 15            | 21.09            | 21             | 2.27  | 15            | 23.79            |
| 2              | 2.65  | 15            | 20.38            | 22             | 3.54  | 15            | 15.25            |
| 3              | 3.08  | 15            | 17.53            | 23             | 2.39  | 15            | 22.59            |
| 4              | 1.77  | 15            | 30.51            | 24             | 2.89  | 15            | 18.69            |
| 5              | 2.89  | 15            | 18.69            | 25             | 3.12  | 15            | 17.31            |
| 6              | 3.12  | 15            | 17.31            | 26             | 2.37  | 15            | 22.78            |
| 7              | 2.22  | 15            | 24.32            | 27             | 3.38  | 15            | 15.98            |

| Continúa la tabla D2 |      |    |       |    |      |    |       |
|----------------------|------|----|-------|----|------|----|-------|
| 8                    | 1.99 | 15 | 27.14 | 28 | 2.56 | 15 | 21.09 |
| 9                    | 2.48 | 15 | 21.77 | 29 | 3.98 | 15 | 13.57 |
| 10                   | 2.38 | 15 | 22.69 | 30 | 2.59 | 15 | 20.85 |
| 11                   | 1.96 | 15 | 27.55 | 31 | 3.75 | 15 | 14.40 |
| 12                   | 2.31 | 15 | 23.38 | 32 | 3.22 | 15 | 16.77 |
| 13                   | 2.75 | 15 | 19.64 | 33 | 3.99 | 15 | 13.53 |
| 14                   | 2.43 | 15 | 22.22 | 34 | 3.21 | 15 | 16.82 |
| 15                   | 2.94 | 15 | 18.37 | 35 | 2.82 | 15 | 19.15 |
| 16                   | 2.14 | 15 | 25.23 | 36 | 2.97 | 15 | 18.18 |
| 17                   | 1.86 | 15 | 29.03 | 37 | 3.17 | 15 | 17.03 |
| 18                   | 2.42 | 15 | 22.31 | 38 | 2.19 | 15 | 24.66 |
| 19                   | 2.74 | 15 | 19.71 | 39 | 1.98 | 15 | 27.27 |
| 20                   | 2.95 | 15 | 18.31 | 40 | 2.09 | 15 | 25.84 |

Nota. Fuente Propia

Tabla D3. Velocidad de Giro 3

| N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) | N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) |
|----------------|-------|---------------|------------------|----------------|-------|---------------|------------------|
| 1              | 3.26  | 20            | 22.09            | 21             | 3.87  | 20            | 18.60            |
| 2              | 3.63  | 20            | 19.83            | 22             | 3.75  | 20            | 19.20            |
| 3              | 4.38  | 20            | 16.44            | 23             | 3.99  | 20            | 18.05            |
| 4              | 4.00  | 20            | 18.00            | 24             | 3.82  | 20            | 18.85            |
| 5              | 3.62  | 20            | 19.89            | 25             | 3.84  | 20            | 18.75            |
| 6              | 4.44  | 20            | 16.22            | 26             | 3.78  | 20            | 19.05            |
| 7              | 3.08  | 20            | 23.38            | 27             | 3.44  | 20            | 20.93            |
| 8              | 2.95  | 20            | 24.41            | 28             | 3.52  | 20            | 20.45            |
| 9              | 3.26  | 20            | 22.09            | 29             | 3.08  | 20            | 23.38            |
| 10             | 3.25  | 20            | 22.15            | 30             | 2.99  | 20            | 24.08            |
| 11             | 3.38  | 20            | 21.30            | 31             | 2.98  | 20            | 24.16            |
| 12             | 3.82  | 20            | 18.85            | 32             | 3.88  | 20            | 18.56            |
| 13             | 3.35  | 20            | 21.49            | 33             | 3.43  | 20            | 20.99            |
| 14             | 3.76  | 20            | 19.15            | 34             | 3.53  | 20            | 20.40            |
| 15             | 3.89  | 20            | 18.51            | 35             | 3.91  | 20            | 18.41            |
| 16             | 3.52  | 20            | 20.45            | 36             | 3.27  | 20            | 22.02            |
| 17             | 3.48  | 20            | 20.69            | 37             | 3.18  | 20            | 22.64            |
| 18             | 4.17  | 20            | 17.27            | 38             | 3.88  | 20            | 18.56            |
| 19             | 3.26  | 20            | 22.09            | 39             | 2.87  | 20            | 25.09            |
| 20             | 4.08  | 20            | 17.65            | 40             | 3.19  | 20            | 22.57            |

Nota. Fuente Propia

### ANEXO E. Tiempo de parada del transporte público

Tabla E1: Tiempo de parada del transporte público en los paraderos

| N° De Vehículo | Paradero A | Paradero B | Paradero C | Paradero D |
|----------------|------------|------------|------------|------------|
|                | T (S)      | T (S)      | T (S)      | T (S)      |
| 1              | 10.06      | 10.64      | 14.50      | 8.15       |
| 2              | 10.68      | 10.41      | 16.10      | 5.18       |
| 3              | 11.49      | 10.70      | 15.18      | 9.75       |
| 4              | 8.09       | 10.02      | 13.46      | 9.43       |
| 5              | 8.54       | 7.92       | 11.69      | 5.62       |
| 6              | 9.63       | 12.93      | 12.74      | 6.68       |
| 7              | 8.33       | 7.98       | 17.02      | 5.66       |
| 8              | 10.07      | 6.99       | 16.95      | 8.54       |
| 9              | 14.98      | 11.86      | 16.84      | 8.33       |
| 10             | 9.95       | 10.35      | 12.86      | 9.97       |
| 11             | 9.20       | 10.55      | 13.19      | 5.60       |
| 12             | 11.55      | 10.37      | 13.96      | 6.25       |
| 13             | 9.47       | 7.28       | 12.57      | 5.59       |
| 14             | 12.33      | 15.43      | 13.51      | 12.30      |
| 15             | 11.41      | 15.60      | 14.25      | 9.72       |
| 16             | 11.19      | 11.76      | 14.02      | 11.54      |
| 17             | 10.54      | 11.53      | 12.46      | 11.29      |
| 18             | 13.99      | 13.17      | 16.08      | 8.20       |
| 19             | 9.68       | 10.34      | 16.11      | 10.39      |
| 20             | 9.92       | 9.68       | 15.24      | 9.08       |

Nota. Fuente Propia

## ANEXO F. Velocidad peatonal

Tabla F1. Velocidad peatonal deseada

| N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) | N° De Vehículo | T (S) | Distancia (m) | Velocidad (Km/h) |
|----------------|-------|---------------|------------------|----------------|-------|---------------|------------------|
| 1              | 8.80  | 12            | 4.91             | 41             | 6.63  | 12            | 6.52             |
| 2              | 6.12  | 12            | 7.06             | 42             | 7.86  | 12            | 5.50             |
| 3              | 8.90  | 12            | 4.85             | 43             | 8.46  | 12            | 5.11             |
| 4              | 9.22  | 12            | 4.69             | 44             | 7.70  | 12            | 5.61             |
| 5              | 9.06  | 12            | 4.77             | 45             | 7.18  | 12            | 6.02             |
| 6              | 10.40 | 12            | 4.15             | 46             | 8.23  | 12            | 5.25             |
| 7              | 6.59  | 12            | 6.56             | 47             | 9.07  | 12            | 4.76             |
| 8              | 8.11  | 12            | 5.33             | 48             | 8.51  | 12            | 5.08             |
| 9              | 6.83  | 12            | 6.33             | 49             | 7.73  | 12            | 5.59             |
| 10             | 9.25  | 12            | 4.67             | 50             | 9.77  | 12            | 4.42             |
| 11             | 5.22  | 12            | 8.28             | 51             | 11.27 | 12            | 3.83             |
| 12             | 7.53  | 12            | 5.74             | 52             | 9.28  | 12            | 4.66             |
| 13             | 10.01 | 12            | 4.32             | 53             | 6.52  | 12            | 6.63             |
| 14             | 6.33  | 12            | 6.82             | 54             | 7.35  | 12            | 5.88             |
| 15             | 7.34  | 12            | 5.89             | 55             | 8.77  | 12            | 4.93             |
| 16             | 6.55  | 12            | 6.60             | 56             | 11.28 | 12            | 3.83             |
| 17             | 7.12  | 12            | 6.07             | 57             | 6.16  | 12            | 7.01             |
| 18             | 8.43  | 12            | 5.12             | 58             | 10.58 | 12            | 4.08             |
| 19             | 9.36  | 12            | 4.62             | 59             | 8.42  | 12            | 5.13             |
| 20             | 8.12  | 12            | 5.32             | 60             | 7.58  | 12            | 5.70             |
| 21             | 8.07  | 12            | 5.35             | 61             | 8.02  | 12            | 5.39             |
| 22             | 9.35  | 12            | 4.62             | 62             | 7.29  | 12            | 5.93             |
| 23             | 8.04  | 12            | 5.37             | 63             | 8.16  | 12            | 5.29             |
| 24             | 9.48  | 12            | 4.56             | 64             | 10.13 | 12            | 4.26             |
| 25             | 7.05  | 12            | 6.13             | 65             | 9.02  | 12            | 4.79             |
| 26             | 6.64  | 12            | 6.51             | 66             | 8.64  | 12            | 5.00             |
| 27             | 8.79  | 12            | 4.91             | 67             | 8.38  | 12            | 5.16             |
| 28             | 8.35  | 12            | 5.17             | 68             | 8.27  | 12            | 5.22             |
| 29             | 7.74  | 12            | 5.58             | 69             | 8.86  | 12            | 4.88             |
| 30             | 8.59  | 12            | 5.03             | 70             | 9.08  | 12            | 4.76             |
| 31             | 9.44  | 12            | 4.58             | 71             | 8.23  | 12            | 5.25             |
| 32             | 5.83  | 12            | 7.41             | 72             | 6.55  | 12            | 6.60             |
| 33             | 5.66  | 12            | 7.63             | 73             | 6.27  | 12            | 6.89             |
| 34             | 8.86  | 12            | 4.88             | 74             | 10.23 | 12            | 4.22             |
| 35             | 6.25  | 12            | 6.91             | 75             | 7.87  | 12            | 5.49             |
| 36             | 7.71  | 12            | 5.60             | 76             | 9.34  | 12            | 4.63             |
| 37             | 9.76  | 12            | 4.43             | 77             | 8.03  | 12            | 5.38             |
| 38             | 7.46  | 12            | 5.79             | 78             | 6.93  | 12            | 6.23             |
| 39             | 4.59  | 12            | 9.41             | 79             | 7.74  | 12            | 5.58             |
| 40             | 7.91  | 12            | 5.46             | 80             | 4.39  | 12            | 9.84             |

Nota. Fuente Propia

## ANEXO G. Datos para la validación

Tabla G1. Tiempos de viaje para la validación vehicular

| N° | Tramo 1= 37.40m Av. Brasil carril principal | Tramo 2=30.70m Av. Brasil carril auxiliar | Tramo 3= 16.30m Av. San Felipe |
|----|---|---|--------------------------------|
|    | t (s)                                       | t (s)                                     | t (s)                          |
| 1  | 3.89  | 3.21                                      | 1.84                           |
| 2  | 4.78  | 2.78                                      | 2.17                           |
| 3  | 3.97  | 3.98                                      | 1.87                           |
| 4  | 4.25  | 3.45                                      | 2.05                           |
| 5  | 4.97  | 4.12                                      | 2.81                           |
| 6  | 5.14  | 4.04                                      | 1.76                           |
| 7  | 4.63  | 3.58                                      | 2.84                           |
| 8  | 4.78  | 4.06                                      | 2.43                           |
| 9  | 5.67  | 2.85                                      | 2.87                           |
| 10 | 4.32  | 3.45                                      | 1.94                           |
| 11 | 3.68  | 3.69                                      | 2.45                           |
| 12 | 4.59  | 3.87                                      | 1.76                           |
| 13 | 5.17  | 4.21                                      | 2.94                           |
| 14 | 4.29  | 2.84                                      | 2.67                           |
| 15 | 5.81  | 3.13                                      | 2.84                           |
| 16 | 4.12  | 3.54                                      | 1.88                           |
| 17 | 3.87  | 2.78                                      | 1.96                           |
| 18 | 5.34  | 4.03                                      | 2.09                           |
| 19 | 4.13  | 4.1                                       | 2.26                           |
| 20 | 5.6   | 4.31                                      | 1.96                           |
| 21 | 4.25  | 2.91                                      | 2.53                           |
| 22 | 4.08  | 3.26                                      | 2.64                           |
| 23 | 5.32  | 2.56                                      | 2.39                           |
| 24 | 4.48  | 3.84                                      | 2.46                           |
| 25 | 4.12  | 4.01                                      | 1.76                           |
| 26 | 5.36  | 3.88                                      | 2.63                           |
| 27 | 3.78  | 3.96                                      | 2.07                           |
| 28 | 5.29  | 2.99                                      | 2.24                           |
| 29 | 4.64  | 3.55                                      | 1.82                           |
| 30 | 3.75  | 4.3                                       | 2.25                           |
| 31 | 4.79  | 2.78                                      | 2.67                           |
| 32 | 4.95  | 3.18                                      | 2.68                           |
| 33 | 5.14  | 2.65                                      | 2.34                           |
| 34 | 3.88  | 3.54                                      | 1.99                           |
| 35 | 4.74  | 3.02                                      | 2.43                           |
| 36 | 3.84  | 2.98                                      | 2.83                           |
| 37 | 4.97  | 3.45                                      | 1.69                           |
| 38 | 5.08  | 3.68                                      | 2.61                           |
| 39 | 4.73  | 2.84                                      | 2.09                           |
| 40 | 5.04  | 2.95                                      | 1.84                           |

Nota. Fuente Propia

Tabla G2. Tiempos de viaje para la validación peatonal

| N° | Tramo 1= 12.00m Av. Brasil carril principal | Tramo 2=14.70m Av. General Manuel Vivanco |
|----|---|---|
|    | t (s)                                       | t (s)                                     |
| 1  | 8.43  | 9.54                                      |
| 2  | 8.64  | 8.63                                      |
| 3  | 8.46  | 10.98                                     |
| 4  | 8.54  | 9.54                                      |
| 5  | 9.45  | 10.37                                     |
| 6  | 8.13  | 11.39                                     |
| 7  | 10.34                                       | 12.47                                     |
| 8  | 6.89  | 9.64                                      |
| 9  | 8.54  | 8.97                                      |
| 10 | 9.64  | 12.31                                     |
| 11 | 10.21                                       | 10.25                                     |
| 12 | 7.64  | 11.64                                     |
| 13 | 6.88  | 9.83                                      |
| 14 | 7.56  | 9.17                                      |
| 15 | 8.09  | 11.37                                     |
| 16 | 7.45  | 12.08                                     |
| 17 | 9.78  | 9.64                                      |
| 18 | 7.96  | 10.97                                     |
| 19 | 8.64  | 11.61                                     |
| 20 | 8.94  | 9.84                                      |
| 21 | 7.83  | 8.47                                      |
| 22 | 9.07  | 9.42                                      |
| 23 | 8.69  | 10.93                                     |
| 24 | 7.49  | 12.07                                     |
| 25 | 7.91  | 10.91                                     |
| 26 | 9.01  | 11.48                                     |
| 27 | 8.41  | 9.86                                      |
| 28 | 8.69  | 10.54                                     |
| 29 | 7.51  | 12.97                                     |
| 30 | 9.26  | 11.46                                     |
| 31 | 8.13  | 9.42                                      |
| 32 | 8.68  | 9.73                                      |
| 33 | 6.57  | 11.33                                     |
| 34 | 7.64  | 12.16                                     |
| 35 | 8.99  | 9.18                                      |
| 36 | 9.56  | 8.76                                      |
| 37 | 9.5   | 12.41                                     |
| 38 | 9.45  | 8.86                                      |
| 39 | 7.49  | 10.29                                     |
| 40 | 8.64  | 11.37                                     |

*Nota.* Fuente Propia

$$n \geq \left[ (t_{\alpha}) * \frac{s}{e * \bar{x}} \right]^2 \quad \longrightarrow \quad \text{Número mínimo}$$

e: error de tolerancia de observaciones de campo

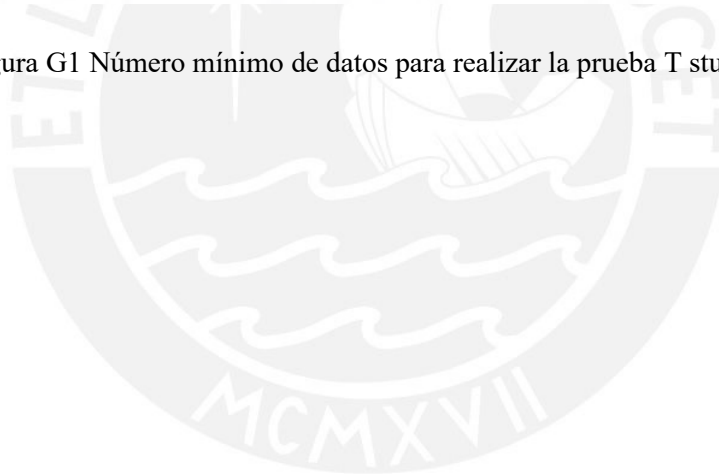
$\bar{x}$ : media de las corridas

$t_{(\alpha)}$ : t-student (error de dos colas),

$\alpha = 0.025$ , con N-1 grados de libertad

s: desviación estándar de las corridas

Figura G1 Número mínimo de datos para realizar la prueba T student





## ANEXO H. Parámetros de salida del modelo actual

Tabla H1: Tiempo de viaje vehicular

| <b>DATOS SIMULACIÓN</b> |  |  |   |
|-------------------------|--|--|---|
|                         | <b>Tramo 1= 37.40m Av.<br/>Brasil carril principal</b> | <b>Tramo 2=30.70m Av.<br/>Brasil carril auxiliar</b> | <b>Tramo 3= 16.30m Av.<br/>San Felipe</b> |
|                         | <b>t (s)</b>   | <b>t (s)</b>   | <b>t (s)</b>                              |
|                         | 4.63   | 3.4  | 2.17                                      |
|                         | 4.61   | 3.5  | 2.22                                      |
|                         | 4.63   | 3.44   | 2.2                                       |
|                         | 4.62   | 3.46   | 2.2                                       |
|                         | 4.59   | 3.49   | 2.2                                       |
|                         | 4.62   | 3.35   | 2.18                                      |
|                         | 4.62   | 3.69   | 2.17                                      |
|                         | 4.66   | 3.46   | 2.2                                       |
|                         | 4.59   | 3.57   | 2.21                                      |
|                         | 4.61   | 3.46   | 2.2                                       |
|                         | 4.62   | 3.4  | 2.22                                      |
|                         | 4.61   | 3.39   | 2.21                                      |
|                         | 4.65   | 3.41   | 2.21                                      |
|                         | 4.62   | 3.37   | 2.18                                      |
|                         | 4.63   | 3.5  | 2.21                                      |
| Promedio                | 4.62   | 3.46   | 2.20                                      |
| Desv. Std               | 0.02   | 0.09   | 0.02                                      |
| Mínimo                  | 4.59   | 3.35   | 2.17                                      |
| Máximo                  | 4.66   | 3.69   | 2.22                                      |

Nota. Fuente Propia

Tabla H2: Tiempo de viaje peatonal

| <b>DATOS DE SIMULACIÓN</b> |                        |                                      |        |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------|
| <b>Tramo 1= 12.00m</b>     | <b>Tramo 2= 14.70m</b> | <b>Tramo de origen 1 a destino 6</b> |        |
| <b>t (s)</b>               | <b>t (s)</b>           | <b>T (s)</b>                         |        |
| 8.22                       | 10.87                  | 120.65                               |        |
| 8.38                       | 10.92                  | 130.53                               |        |
| 7.91                       | 11.29                  | 135.15                               |        |
| 8.31                       | 11.37                  | 134.11                               |        |
| 8.36                       | 11.56                  | 146.98                               |        |
| 8.32                       | 11.32                  | 126.32                               |        |
| 8.13                       | 11.33                  | 127.69                               |        |
| 8.41                       | 11.11                  | 115.51                               |        |
| 8.17                       | 11.36                  | 138.87                               |        |
| 8.31                       | 12.12                  | 132.38                               |        |
| 8.04                       | 10.4                   | 138.43                               |        |
| 8                          | 10.92                  | 144.75                               |        |
| 8.73                       | 10.52                  | 141.12                               |        |
| 8.24                       | 11.76                  | 136.15                               |        |
| 7.98                       | 10.8                   | 136.36                               |        |
| <b>Promedio</b>            | 8.23                   | 11.18                                | 133.67 |
| <b>Desv. Std</b>           | 0.21                   | 0.46                                 | 8.54   |
| <b>Mínimo</b>              | 7.91                   | 10.4                                 | 115.51 |
| <b>Máximo</b>              | 8.73                   | 12.12                                | 146.98 |

*Nota.* Fuente Propia

## ANEXO I. Parámetros de salida del modelo propuesto

Tabla 11: Longitud de cola vehicular

| N°        | DATOS DE LA SIMULACIÓN |                          |
|-----------|------------------------|--------------------------|
|           | Av. San Felipe         | Av. Gral. Manuel Vivanco |
|           | t (s)                  | t (s)                    |
| 1         | 77.72                  | 77.69                    |
| 2         | 75.82                  | 77.96                    |
| 3         | 76.72                  | 78.20                    |
| 4         | 77.31                  | 77.49                    |
| 5         | 77.21                  | 77.61                    |
| 6         | 76.71                  | 77.91                    |
| 7         | 76.45                  | 77.88                    |
| 8         | 76.26                  | 77.24                    |
| 9         | 76.83                  | 77.65                    |
| 10        | 75.41                  | 76.65                    |
| 11        | 75.56                  | 76.68                    |
| 12        | 76.60                  | 77.66                    |
| 13        | 76.08                  | 77.58                    |
| 14        | 75.98                  | 77.45                    |
| 15        | 76.01                  | 77.70                    |
| Promedio  | 76.44                  | 77.56                    |
| Desv. Std | 0.66                   | 0.43                     |
| Mínimo    | 75.41                  | 76.65                    |
| Máximo    | 77.72                  | 78.20                    |

Nota. Fuente Propia

Tabla I2: Tiempo de viaje vehicular

| <b>DATOS DE LA SIMULACIÓN</b> |  |  |                                       |
|-------------------------------|--|--|---------------------------------------|
|                               | <b>Tramo 1= 37.40m Av. Brasil carril principal</b> | <b>Tramo 2=30.70m Av. Brasil carril auxiliar</b> | <b>Tramo 3= 16.30m Av. San Felipe</b> |
|                               | <b>t (s)</b>                                       | <b>t (s)</b>                                     | <b>t (s)</b>                          |
|                               | 3.61   | 3.24   | 1.53                                  |
|                               | 3.59   | 3.25   | 1.64                                  |
|                               | 3.59   | 3.30   | 1.60                                  |
|                               | 3.56   | 3.18   | 1.59                                  |
|                               | 3.60   | 3.26   | 1.67                                  |
|                               | 3.52   | 3.21   | 1.58                                  |
|                               | 3.55   | 3.17   | 1.55                                  |
|                               | 3.57   | 3.23   | 1.54                                  |
|                               | 3.54   | 3.21   | 1.60                                  |
|                               | 3.58   | 3.20   | 1.57                                  |
|                               | 3.57   | 3.17   | 1.61                                  |
|                               | 3.57   | 3.28   | 1.61                                  |
|                               | 3.55   | 3.20   | 1.70                                  |
|                               | 3.64   | 3.25   | 1.60                                  |
|                               | 3.55   | 3.24   | 1.55                                  |
| Promedio                      | 3.57   | 3.23   | 1.60                                  |
| Desv. Std                     | 0.03   | 0.04   | 0.05                                  |
| Mínimo                        | 3.52   | 3.17   | 1.53                                  |
| Máximo                        | 3.64   | 3.30   | 1.70                                  |

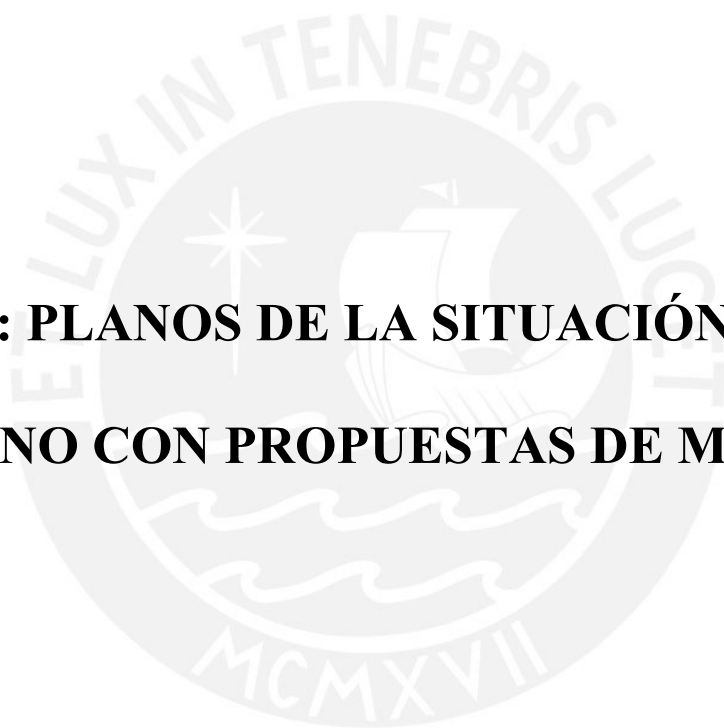
*Nota.* Fuente Propia

Tabla I3: Tiempo de viaje peatonal

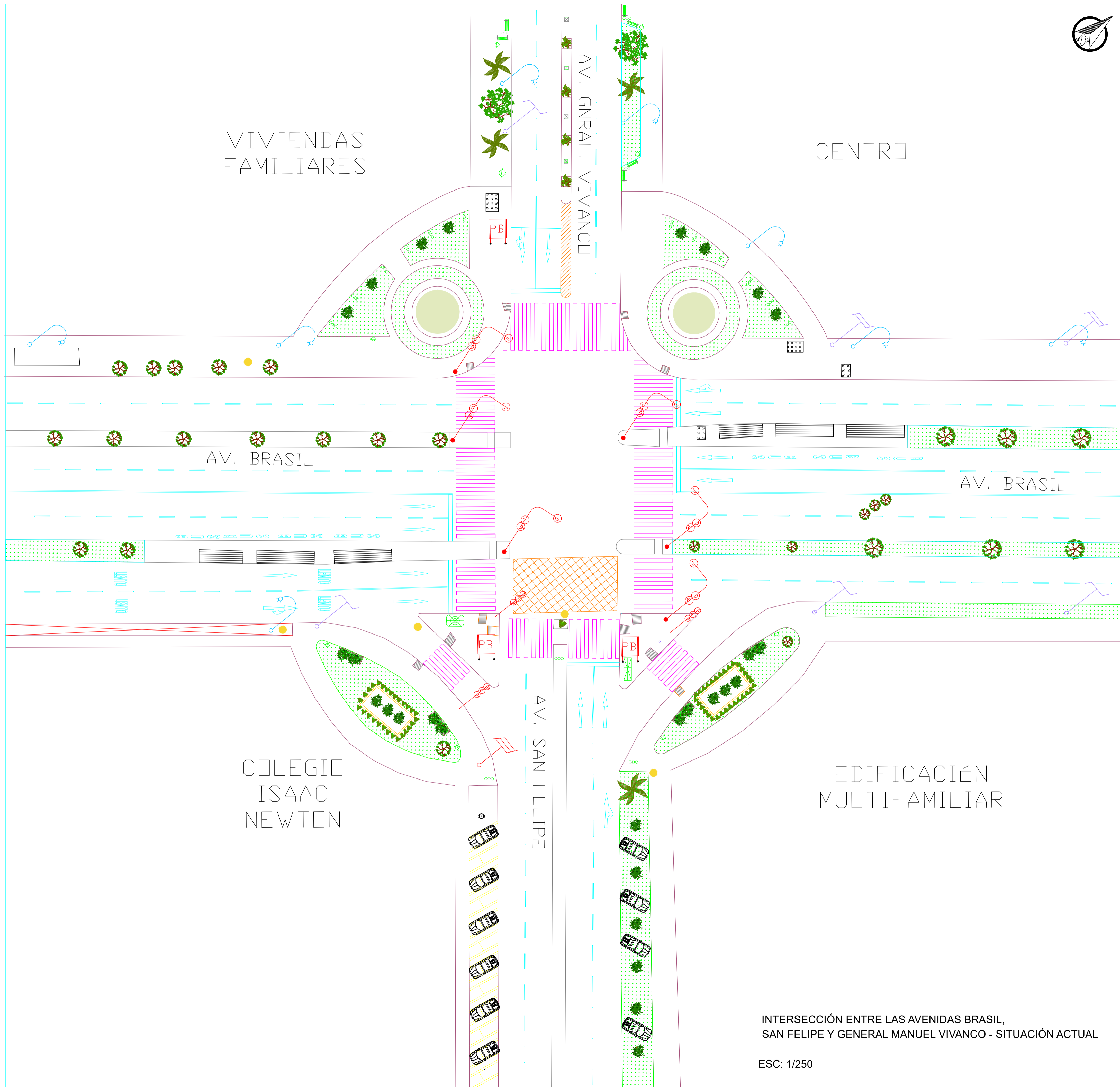
| <b>DATOS DE LA SIMULACIÓN</b> |                        |                                      |       |
|-------------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------|
| <b>Tramo 1= 12.00m</b>        | <b>Tramo 2= 14.70m</b> | <b>Tramo de origen 1 a destino 6</b> |       |
| <b>t (s)</b>                  | <b>t (s)</b>           | <b>T (s)</b>                         |       |
| 8.57                          | 11.04                  | 65.92                                |       |
| 8.78                          | 10.82                  | 58.71                                |       |
| 8.21                          | 10.87                  | 62.78                                |       |
| 8.61                          | 10.87                  | 65.68                                |       |
| 8.60                          | 10.58                  | 65.25                                |       |
| 8.65                          | 10.87                  | 64.25                                |       |
| 8.65                          | 11.02                  | 61.29                                |       |
| 8.57                          | 10.75                  | 65.88                                |       |
| 9.02                          | 10.73                  | 64.53                                |       |
| 8.64                          | 12.31                  | 71.64                                |       |
| 8.56                          | 10.96                  | 57.02                                |       |
| 8.41                          | 10.64                  | 68.11                                |       |
| 8.36                          | 11.17                  | 58.01                                |       |
| 8.54                          | 11.03                  | 69.39                                |       |
| 8.36                          | 10.79                  | 63.30                                |       |
| Promedio                      | 8.57                   | 10.96                                | 64.12 |
| Desv. Std                     | 0.19                   | 0.40                                 | 4.12  |
| Mínimo                        | 8.21                   | 10.58                                | 57.02 |
| Máximo                        | 9.02                   | 12.31                                | 71.64 |

*Nota.* Fuente Propia

**ANEXO J: PLANOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL  
Y PLANO CON PROPUESTAS DE MEJORA**







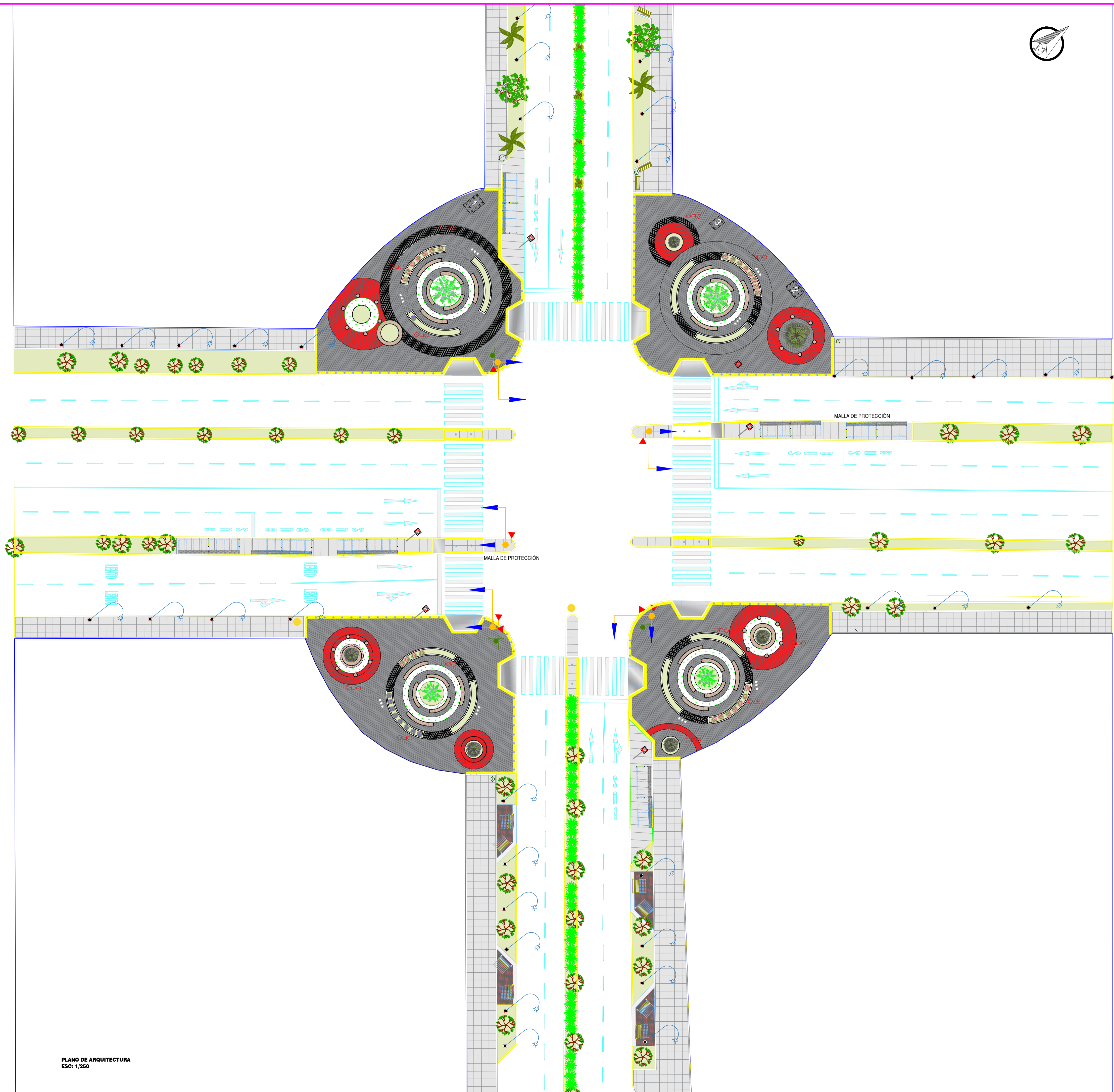
INTERSECCIÓN ENTRE LAS AVENIDAS BRASIL, SAN FELIPE Y GENERAL MANUEL VIVANCO - SITUACIÓN ACTUAL

ESC: 1/250

| LEYENDA |                      |  |                           |
|---------|----------------------|--|---------------------------|
|         | Botes de basura      |  | Panel publicitario        |
|         | Árboles              |  | Postes                    |
|         | Kiosko               |  | Poste de Alumbrado        |
|         | Puesto de periódicos |  | Semáforo 1                |
|         | Carrito de venta     |  | Semáforo 2                |
|         | Teléfono público     |  | Obstáculo 1 (visual)      |
|         | Paradero             |  | Obstáculo 2 (de tránsito) |
|         | Jardín pequeño       |  | Iluminación               |
|         |                      |  | Buzones                   |

|  |                       |                             |
|--|-----------------------|-----------------------------|
| PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ<br>Facultad de Ciencias e Ingeniería sección Ingeniería Civil |                       |                             |
| PLANO: PLANO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN   |                       | LÁMINA<br>A-01<br><b>01</b> |
| TESISISTAS: ZARZO CCOYA, RUTH MELANY<br>ROBLES MINAYA, JUAN CARLOS                                     |                       |                             |
| UBICACIÓN:<br>INTERSECCIÓN DE LA AV. BRASIL- Cuadra 22   | DEPARTAMENTO:<br>LIMA |                             |
| ESCALA:<br>1/250   | FECHA:<br>05/10/22    |                             |





PLANO DE ARQUITECTURA  
ESC: 1/250

### LEYENDA

|  |                      |  |                       |
|--|----------------------|--|-----------------------|
|  | Botes de basura      |  | Poste de Alumbrado    |
|  | Árboles              |  | Semáforo 1            |
|  | Kiosko               |  | Semáforo 2            |
|  | Puesto de periódicos |  | Iluminación           |
|  | Carrito de venta     |  | Buzones               |
|  | Teléfono público     |  | Piso podotáctiles     |
|  | Paradero             |  | Señalización vertical |
|  | Jardines             |  | Cerco Verde           |

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Facultad de Ciencias e Ingeniería sección Ingeniería Civil

PLANO: PLANO DE PROPUESTA DE MEJORA

TESISTAS: ZARZO CCOYA, RUTH MELANY  
ROBLES MINAYA, JUAN CARLOS

LÁMINA  
A-02

UBICACIÓN: INTERSECCIÓN DE LA AV. BRASIL- Cuadra 22

DEPARTAMENTO: LIMA

ESCALA: 1/250

FECHA: 05/10/22

02