

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**“ESTUDIO DE LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS
UNIVERSITARIA Y LOS OLIVOS: IMPACTO DEL DISEÑO EN LA
SEGURIDAD VIAL DE UNA ZONA URBANA”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, que presenta el

Bachiller:

AUTOR

Alexis Rodrigo Aguirre Palomino

ASESOR:

Juan Carlos Dextre Quijandría

Lima, enero, 2023

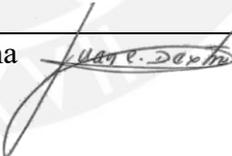
Informe de Similitud

Yo, JUAN CARLOS DEXTRE QUIJANDRÍA, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado

“ESTUDIO DE LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS UNIVERSITARIA Y LOS OLIVOS: IMPACTO DEL DISEÑO EN LA SEGURIDAD VIAL DE UNA ZONA URBANA”, del autor Alexis Rodrigo Aguirre Palomino, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 16/01/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: 16 de enero del 2023

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

Resumen

El presente trabajo de tesis inspecciona la seguridad vial en el cruce de las avenidas Universitaria y Los Olivos, en el distrito de San Martín de Porres. Ello debido a que en Lima Norte existen diversos diseños viales que son ineficientes y constituyen un peligro constante para el tránsito vehicular y peatonal, siendo uno de estos la intersección objeto de estudio.

En consecuencia, el objetivo de esta tesis es revisar el diseño vial para proponer mejoras a la seguridad vial, lo cual requiere describir la situación actual de la intersección, identificar los factores que influyen en la seguridad vial y plantear modificaciones en el diseño.

La tesis se sustenta en conceptos clave como espacio público, movilidad sostenible, matriz de Haddon y seguridad vial, que se relacionan a la libertad para transitar, la prioridad del peatón y la caminata, las personas y el espacio urbano como factores de riesgo; así como la perspectiva de la norma, del diseño y de los usuarios, respectivamente.

Debido a la pandemia COVID-19, se realiza la recolección de imágenes de manera virtual, mediante el programa *Google Earth* y la herramienta *Google Street View*. Seguidamente, se efectúa la evaluación del espacio público e Inspección de Seguridad Vial (ISV). Luego, se plantean cambios al diseño usando *AutoCAD* y *Revit* para elaborar los planos y modelos tridimensionales. En otras palabras, la ISV permite presentar las deficiencias del diseño actual y, por su parte, el modelamiento tridimensional resalta el impacto de la propuesta de mejora con cada una de las modificaciones realizadas, fundamentadas en normas y manuales.

Finalmente, los resultados indican que la intersección requiere semáforos peatonales y vehiculares, paraderos señalizados, pasos peatonales, islas de refugio, señalización vertical y horizontal, rampas, aceras e iluminación adecuada. Por ende, se concluye que el diseño vial puede reajustarse con la finalidad de optimizar y ordenar el recorrido de los agentes que interactúan con el espacio público, lo cual tiene una repercusión notable en la seguridad vial.



Dedico esta tesis a Dios, por siempre guiar mi camino. A mi padre Roque y a mi madre Victoria, por su formación en valores, esfuerzo constante y apoyo incondicional que me han convertido en el profesional que soy ahora. A mi novia Sheyla, por brindarme amor, paz y motivación cuando más lo necesitaba en esta última etapa de mi carrera profesional. Gracias infinitas a todos ustedes por ser parte de esta maravillosa travesía.

ÍNDICE

1. Planteamiento del Problema	1
1.1. Introducción	1
1.2. Ideas iniciales	2
1.3. Preguntas de investigación	2
1.4. Hipótesis.....	3
1.5. Objetivos	3
1.5.1. Objetivo general.....	3
1.5.2. Objetivos específicos.	4
1.6. Justificación.....	4
1.7. Antecedentes del problema	7
1.8. Limitaciones y alcance	10
2. Marco Conceptual.....	11
2.1. Antecedentes teóricos.....	11
2.1.1. La transformación de la movilidad en la ciudad de Curitiba.	11
2.1.2. La iniciativa de las Naciones Unidas para confrontar la accidentalidad vial en el mundo.	15
2.2. Conceptos relevantes vinculados a la movilidad.....	18
2.2.1. Espacio Público.....	18
2.2.2. Evolución del diseño vial en zonas urbanas.	20
2.2.3. Movilidad sostenible.....	23
2.2.4. Intersección vial.....	25
2.3. Conceptos relevantes vinculados a la seguridad vial	28
2.3.1. Diferencia entre peligro y riesgo.....	28
2.3.2. Matriz de Haddon.	29
2.3.3. Las clases de seguridad vial: nominal, sustantiva y percepción de seguridad...31	31
2.3.4. La entropía como causal de la accidentalidad vial.....	31
2.4. Países modelo en movilidad sostenible y seguridad vial	32

2.4.1.	En Europa: modelo español.	35
2.4.2.	En Latinoamérica: modelo chileno.	35
2.5.	Normativa vial en el Perú.....	37
2.5.1.	Manual de Seguridad Vial.	37
2.5.2.	La influencia del comportamiento humano en la seguridad vial.	37
2.5.3.	Medidas de tráfico calmado.	38
2.5.4.	Gestión del riesgo y del peligro.	39
3.	Marco Metodológico	41
3.1.	Enfoque de la investigación	41
3.2.	Diseño de la investigación.....	41
3.3.	Área de estudio.....	42
3.4.	Población, muestra y muestreo.....	43
3.5.	Técnica e instrumento de recolección de datos.....	44
3.7.	Metodologías para evaluar la seguridad vial de una zona urbana.....	45
3.7.1.	Uso del programa <i>Google Earth</i> y el complemento <i>Street View</i>	45
3.7.2.	Estudio preliminar para evaluar la calidad de los espacios públicos basado en doce criterios elementales.....	47
3.7.3.	Estrategias preventivas y reactivas.	50
3.7.4.	Auditoría de Seguridad Vial (ASV).....	50
3.7.5.	Inspección de Seguridad Vial (ISV).	51
3.7.6.	Procedimiento estándar para la elaboración de una ISV.	53
3.7.7.	Listas de chequeo.....	54
3.7.8.	Evaluación del riesgo potencial según el <i>Austroads Research Report</i>	57
4.	Presentación Detallada del Caso de Estudio, Uso de Google Earth-Street View y Aplicación Metodológica.....	59
4.1.	Presentación detallada del caso de estudio.....	59
4.1.1.	Delimitación de la zona urbana a examinar.....	59

4.1.2.	Caracterización del área de estudio: detalles de las vías de acceso y la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos.	60
4.2.	Uso de Google Earth y Street View	61
4.2.1.	Imágenes satelitales de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.	61
4.2.2.	Recorrido detallado de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos usando el complemento Street View.....	63
4.3.	Aplicación metodológica.....	66
4.3.1.	Evaluación preliminar para conocer la calidad del espacio urbano en el cruce de avenidas Universitaria y Los Olivos.....	66
4.3.2.	Elaboración de la lista de chequeo como base para realizar la Inspección de Seguridad Vial.	68
4.3.3.	Inspección de Seguridad Vial realizada en la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.....	71
4.3.4.	Evaluación del riesgo potencial de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.....	75
4.3.5.	Planteamiento de la propuesta de mejora al diseño vial existente en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.....	78
5.	Análisis, Discusión de Resultados y Propuestas de mejora.....	90
5.1.	Análisis de los resultados obtenidos respecto a la calidad del espacio público	90
5.2.	Análisis de los resultados obtenidos según la ISV	91
5.3.	Discusión de resultados y propuestas de mejora.....	91
5.4.	Prueba de las hipótesis planteadas	93
	Conclusiones	94
	Recomendaciones	96
	Bibliografía	98
	Anexo A: Imagen satelital 2D de hallazgos de las características de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos	106

Anexo B: Tabla de identificación fotográfica de hallazgos usando el complemento <i>Google Street View</i> dentro de <i>Google Earth</i>	107
Anexo C: Tabla que representa la lista de chequeo elaborada para la Inspección de Seguridad Vial realizada en la intersección	112
Anexo D: Tabla que representa el nivel de riesgo potencial y la acción recomendada para cada una de las deficiencias halladas en la ISV	114
Anexo E: Plano del diseño y distribución actual del espacio urbano en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos	121
Anexo F: Plano de enumeración de las deficiencias halladas en la Inspección de Seguridad Vial realizada en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.....	122
Anexo G: Plano de propuesta de mejora del diseño y distribución del espacio urbano en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos	123
Anexo H: Modelamiento tridimensional del diseño actual de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos	124
Anexo I: Modelamiento tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Causas de mortalidad mundial en el año 2004</i>	16
Tabla 2. <i>La evolución del diseño vial</i>	21
Tabla 3. <i>La Matriz de Haddon</i>	30
Tabla 4. <i>Ranking Índice Cities in Motion</i>	34
Tabla 5. <i>Ranking Índice Cities in Motion</i>	34
Tabla 6. <i>Criterios de calidad del espacio público</i>	49
Tabla 7. <i>Lista de Chequeo para ISV</i>	56
Tabla 8. <i>Matriz de análisis del nivel de riesgo potencial</i>	58
Tabla 9. <i>Hallazgos en la intersección vial</i>	65
Tabla 10. <i>Características de la calidad de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos</i>	67

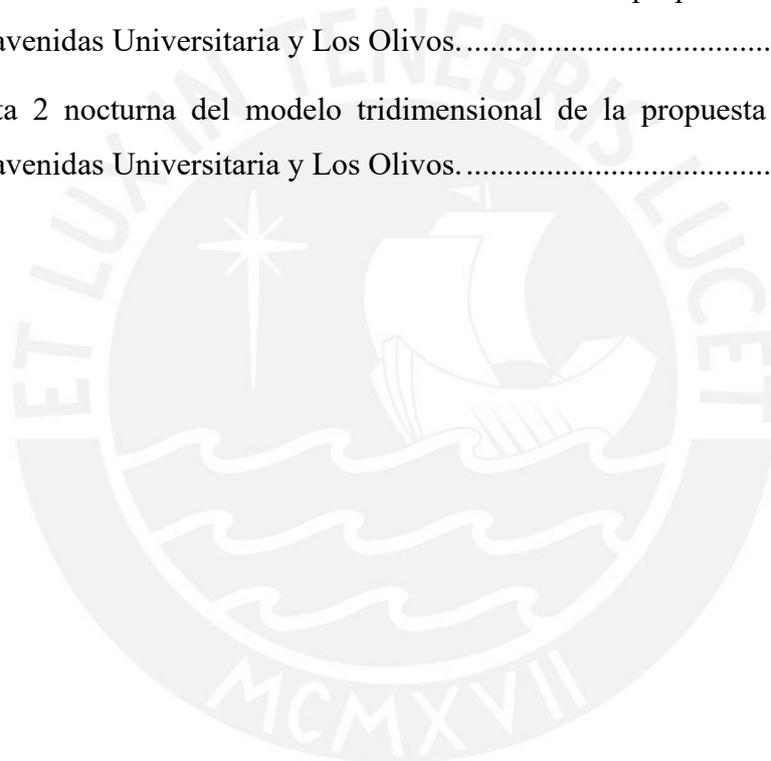
Tabla 11. <i>Modelo de lista de chequeo</i>	69
Tabla 12. <i>Modelo de lista de chequeo</i>	70
Tabla 13. <i>Matriz de riesgo potencial y acción recomendada</i>	76
Tabla 14. <i>Matriz de riesgo potencial y acción recomendada</i>	77
Tabla 15. <i>Comparación entre el diseño actual y la propuesta de mejora</i>	85

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica del distrito de San Martín de Porres.	5
<i>Figura 2.</i> Fotografía obtenida mediante Street View de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.	6
<i>Figura 3.</i> Infografía referida a la accidentalidad vial en el mundo.	8
<i>Figura 4.</i> Accidentes de tránsito ocurridos en el Perú desde el año 2010 al 2018.	8
<i>Figura 5.</i> Accidentes de tránsito por departamento ocurridos en el Perú en el año 2018.	9
<i>Figura 6.</i> Representación del Plan Agache en Curitiba.	12
<i>Figura 7.</i> Pilares del Plan Maestro establecido en Curitiba en los años 60.	13
<i>Figura 8.</i> Sistema Trinario de transporte público.	14
<i>Figura 9.</i> Vías para BRT y de circulación lenta.	14
<i>Figura 10.</i> Enfoque sistémico de seguridad vial.	18
<i>Figura 11.</i> El espacio público que prioriza la movilidad peatonal en Strøget, Copenhague.	20
<i>Figura 12.</i> Influencia de los modos de transporte en la configuración del espacio público.	22
<i>Figura 13.</i> Modificación de la distribución del espacio urbano en el Herald Square, Manhattan.	23
<i>Figura 14.</i> El cambio del espacio público en el Jirón de la Unión.	23
<i>Figura 15.</i> La pirámide de prioridades que plantea la movilidad sostenible.	25
<i>Figura 16.</i> Intersección tipo X de dos vías al mismo nivel en la Calle 53, Bogotá.	26
<i>Figura 17.</i> Tipos de intersecciones viales a nivel.	27
<i>Figura 18.</i> Tipos de intersecciones viales a desnivel.	28

<i>Figura 19.</i> Diferencia entre peligro y riesgo.	29
<i>Figura 20.</i> Gráfico radar que analiza el desarrollo de Madrid y Barcelona en las dimensiones del ranking ICIM.....	33
<i>Figura 21.</i> Representación tridimensional del planeta Tierra, señalando a la ciudad de Lima - Perú.	46
<i>Figura 22.</i> Vista de navegación 360° en Palmer Avenue, New York.	47
<i>Figura 23.</i> Interrogantes planteadas para entender la esencia de una Auditoría de Seguridad Vial.....	51
<i>Figura 24.</i> Interrogantes planteadas para entender la esencia de una Inspección de Seguridad Vial.....	52
<i>Figura 25.</i> Diagrama de flujo para la elaboración de una Inspección de Seguridad Vial.	54
<i>Figura 26.</i> Estadísticas de la frecuencia y el nivel de severidad de accidentes en la intersección de avenidas Universitaria y Carlos Izaguirre.	58
<i>Figura 27.</i> Vista de mapa señalando el área de estudio de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.	59
<i>Figura 28.</i> Imagen satelital 3D del panorama alrededor de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.	62
<i>Figura 29.</i> Imagen satelital 2D de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.....	63
<i>Figura 30.</i> Imagen satelital 2D con los hallazgos enumerados de las características de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.	64
<i>Figura 31.</i> Plano del diseño actual de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos.....	79
<i>Figura 32.</i> Plano de la propuesta de diseño de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos.....	80
<i>Figura 33.</i> Vista 1 diurna del modelo tridimensional del diseño actual de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.	81
<i>Figura 34.</i> Vista 1 nocturna del modelo tridimensional del diseño actual de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.	81

<i>Figura 35.</i> Vista 2 diurna del modelo tridimensional del diseño actual de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.	82
<i>Figura 36.</i> Vista 2 nocturna del modelo tridimensional del diseño actual de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.	82
<i>Figura 37.</i> Vista 1 diurna del modelo tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.	83
<i>Figura 38.</i> Vista 1 nocturna del modelo tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.	83
<i>Figura 39.</i> Vista 2 diurna del modelo tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.	84
<i>Figura 40.</i> Vista 2 nocturna del modelo tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.	84



1. Planteamiento del Problema

1.1. Introducción

Los datos estadísticos del Banco Mundial (BM, 2018) muestran que, en la última década, la evolución del Perú evidencia un incremento de la tasa de crecimiento demográfico anual (desde el año 2010 al 2018 aumentó de 0.813% a 1.718% y mantiene una tendencia al alza). Este escenario viene acompañado de nuevos problemas por la carencia de enlaces entre las zonas urbanas de la ciudad y la ausencia de un sistema de transporte integral que vele por la seguridad de los usuarios (peatones, ciclistas, personas con movilidad reducida, conductores de vehículos motorizados, etc.) mientras se desplazan por el espacio público (Monzón, 2005).

A pesar de lo expuesto anteriormente, la movilidad y la seguridad vial no se consideran asuntos de interés nacional en el Perú, puesto que existen graves problemáticas sin resolver como el bajo crecimiento económico, los elevados índices de criminalidad o la pésima calidad de la salud pública (Aramburú y Mendoza, 2015). Contrariamente a esto, en el año 1997, el poder legislativo en Suecia decidió admitir un proyecto de ley denominado Visión Zero, para reducir la cantidad de accidentes fatales, convirtiéndose así en uno de los primeros países con mejor gestión de la seguridad vial en el mundo (Kim, Muennig y Rosen, 2017), y en un modelo a seguir para las demás regiones europeas.

Actualmente sólo algunos distritos capitalinos (San Isidro, San Borja y Miraflores) han tomado la iniciativa de proponer planes de movilidad urbana y una red de acceso público masivo de bicicletas, según lo expuesto por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2016); sin embargo, aún continúan siendo conceptos infravalorados en la capital.

Uno de los casos más críticos está situado al norte de la ciudad de Lima, específicamente en el distrito de San Martín de Porres, pues existen extensas áreas con una inadecuada infraestructura vial o una deficiente distribución del espacio urbano. Esto genera una

supremacía de los conductores y sus vehículos, quienes se sienten más empoderados para circular a placer por calles y avenidas, elevando la sensación de inseguridad vial, tal como ocurre en la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

1.2. Ideas iniciales

Sabiendo que el problema de estudio del presente trabajo de tesis está vinculado al tema de seguridad vial, se ha realizado una búsqueda preliminar de literatura para adentrarnos con mayor profundidad en los tópicos mencionados. Es así como afloran las ideas iniciales que se mencionan a continuación: ¿qué implica que una vía sea segura para el tránsito?, ¿cuál es la importancia de la distribución del espacio urbano en la seguridad vial?, ¿la elección de una determinada infraestructura vial contribuye a mejorar o empeorar la seguridad vial en el espacio público?, y por último ¿cómo influye el transporte público y las señalizaciones en el caos producido en el desplazamiento peatonal y vehicular?

1.3. Preguntas de investigación

Contextualizando las ideas planteadas, las preguntas que se formulan son las siguientes:

- ¿Cuál es la situación actual del espacio público en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos?
- ¿Qué factores elevan el índice de inseguridad vial en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos?
- ¿Cómo mejorar el nivel de seguridad vial que perciben peatones y conductores que circulan en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos?

Con estas preguntas se propone alcanzar lo siguiente, en el mismo orden en el que se plantean:

- Se averigua el estado real del desempeño de la infraestructura vial en la intersección y mostrar la configuración del espacio público.
- Se determinan los factores que contribuyen a incrementar la inseguridad vial en la intersección vial.
- Se realizan modificaciones en las vías y en los elementos que se encuentran en el espacio público para mejorar el nivel de seguridad vial existente

1.4. Hipótesis

Las hipótesis planteadas en la tesis son de dos tipos: descriptivas y causales, las cuales se muestran a continuación:

- La situación actual del espacio público está caracterizada por el abandono, el caos y la incomodidad.
- La ausencia de semaforización contribuye a elevar el índice de inseguridad vial en la intersección, así como también influyen las condiciones deficientes de la acera, calzada y la escasez de señalizaciones.
- El nivel de seguridad vial se puede mejorar estableciendo los paraderos alrededor de la intersección e instalando semáforos peatonales y vehiculares.

1.5. Objetivos

Esta tesis presenta un objetivo general y tres objetivos específicos que se exponen a continuación:

1.5.1. Objetivo general.

El objetivo general de la tesis es revisar el diseño e infraestructura vial en la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos para proponer mejoras que contribuyan a la seguridad vial.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Describir la situación actual de la infraestructura vial y la distribución del espacio urbano en la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos
- Identificar los factores que elevan el índice de inseguridad vial a través de una Inspección de Seguridad Vial (ISV) en la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos
- Plantear modificaciones en búsqueda de optimizar el nivel de la seguridad vial en la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos

1.6. Justificación

El distrito de San Martín de Porres se encuentra localizado geográficamente en la zona norte de Lima Metropolitana y posee una superficie territorial de 36,91 km², que limita con los cinco distritos siguientes, como indica la Figura 1:

- Norte: Con los distritos de Ventanilla y Puente Piedra
- Este: Con los distritos de Los Olivos, Rímac e Independencia
- Sur: Con los distritos de Cercado de Lima y Carmen de la Legua
- Oeste: Con el distrito del Callao



Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de San Martín de Porres.

Fuente: Google Earth, 2019.

Esta ubicación da lugar a que el distrito cuente con varias zonas de alta dinámica urbana y comercial, por ejemplo, la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos, donde se pueden observar habitualmente rutas descontroladas de vehículos, tal como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Fotografía obtenida mediante Street View de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Google Maps, 2019.

De igual manera, se puede observar el descontrol que gobierna el tráfico del transporte público y la poca o nula fiscalización por parte de la policía de tránsito en el lugar. Esto promueve una movilidad desordenada de los peatones que concurren periódicamente, que generalmente se encuentran en el grupo de personas vulnerables (niños en edad escolar y padres de familia), debido a la presencia de colegios en las zonas aledañas. En ese sentido, los sucesos mencionados elevan el nivel de riesgo en la zona urbana y limitan la autonomía y seguridad con la que debería gozar la gente para movilizarse.

Por otra parte, cabe señalar que siempre ocurren conflictos en la intersección para ejercer un control con convicción y constancia por parte de las autoridades municipales, ya que, al estar localizado en el límite entre los distritos de San Martín de Porres y Los Olivos, no existe un engranaje de recursos por parte de ambas jurisdicciones para desempeñar la vigilancia del cumplimiento de las normas municipales y las normas de tránsito, en favor de mejorar el nivel

de servicio que brinda la ciudad hacia las personas, más aún cuando ninguno de los dos distritos promueven los conceptos de movilidad sostenible o seguridad vial.

En suma, es crucial que se cuente con una correcta distribución y articulación del espacio urbano, priorizando la seguridad de las personas que interactúan para satisfacer sus necesidades básicas y realizar sus actividades cotidianas. Por tal motivo, en esta tesis se observa un valor social y práctico, ya que se revisa la intersección vial para ayudar a explorar alternativas de mejora del diseño existente, de modo que empiece la conversión hacia un distrito que vele por una movilidad segura de sus habitantes.

1.7. Antecedentes del problema

El Manual de Seguridad Vial (MSV), publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y aprobado por la R.D. N° 05-2017-MTC/14 (MTC, 2017) indica que, universalmente, la accidentalidad vial es considerada una de las mayores dificultades que debe confrontar la salud pública. Por tal motivo, en el primer mundo se adoptan métodos y procedimientos para mitigar este problema; mientras que, en los países con economía emergente como el Perú, aún es un fenómeno que no se combate con firmeza.

En efecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) ha señalado que alrededor de 1 350 000 personas mueren anualmente por accidentes de tránsito en el mundo, según se indica en la Figura 3. Asimismo, en el Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) revela que durante el año 2018 se registraron 90 056 accidentes y 3 244 víctimas fatales. Ahora bien, respecto a la ciudad de Lima, le corresponde la ocurrencia de 49 336 accidentes viales (más del 50% del total) y 749 fallecidos (más del 20% del total). Las cifras mencionadas anteriormente se presentan en las Figuras 4 y 5.



Figura 3. Infografía referida a la accidentalidad vial en el mundo.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2018.

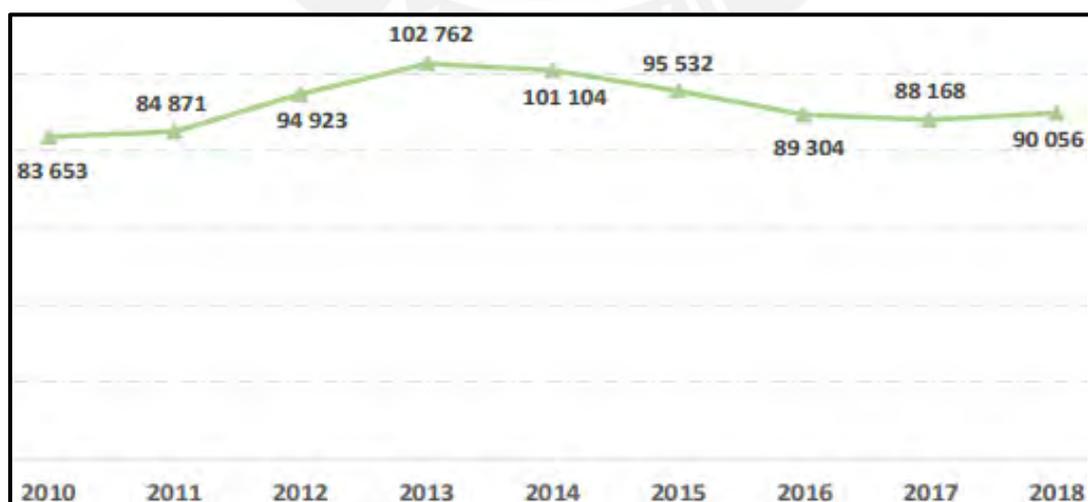


Figura 4. Accidentes de tránsito ocurridos en el Perú desde el año 2010 al 2018.

Fuente: Policía Nacional del Perú, 2018.

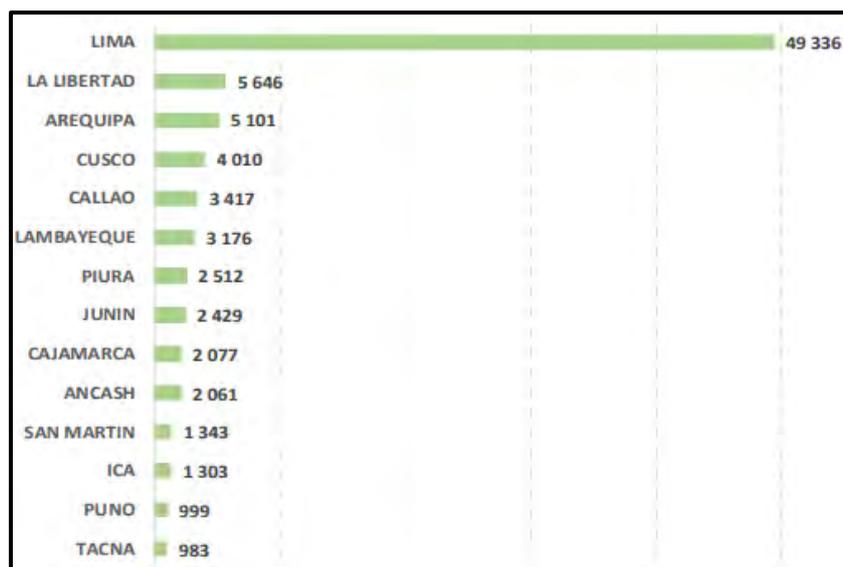


Figura 5. Accidentes de tránsito por departamento ocurridos en el Perú en el año 2018.

Fuente: Policía Nacional del Perú, 2018.

En el Perú, los medios de comunicación muestran a diario noticias sobre accidentes vehiculares y ya es habitual que presenten información sobre víctimas mortales o con daños irreversibles. Estos sucesos, conocidos en términos de transporte y movilidad como siniestralidad vial, han ido en aumento, de acuerdo con las cifras proporcionadas por el MTC (2017), en más de un 30% en la última década, contabilizando más de 850 000 accidentes, como consecuencia de la precaria movilidad presente en nuestra nación.

La situación caótica actual del transporte, las redes viales y el espacio público en territorio peruano continuamente expone a los peatones en desventaja frente a la colosal cantidad de vehículos que circulan, por lo que se deben adoptar medidas para enfrentar esta problemática a fin de hacer más amigable la ciudad para las personas, incrementar la sensación de pertenencia de los ciudadanos, disminuir la contaminación ambiental y optimizar el uso de los espacios públicos, sobre todo en intersecciones viales donde existe un elevado flujo peatonal y vehicular.

Para solucionar estos conflictos se propone una movilidad y una accesibilidad sostenibles, conceptos complementarios que sugieren darle un mejor uso al espacio urbano

promoviendo los desplazamientos cortos, especialmente a pie (peatones) y en bicicleta (ciclistas), siendo imprescindible para ello, considerar a la seguridad vial como plan de acción prioritario (Dextre y Avellaneda, 2014).

Considerando lo expuesto por el MTC sobre la accidentalidad vial y los indicadores alarmantes proporcionados por la OMS y el INEI, es tiempo de comenzar a enfocar los diseños viales con base en la seguridad vial, reduciendo la probabilidad de ocurrencia de accidentes y erradicando el carácter fatal que los acompaña.

1.8. Limitaciones y alcance

El trabajo de tesis está orientado hacia un ámbito social, puesto que busca contribuir a resolver el problema de inseguridad vial en una zona específica de Lima Norte, estudiando el diseño e infraestructura vial para mejorar la circulación vehicular y peatonal, que se realiza diariamente de una forma desordenada.

Desafortunadamente, a raíz del brote de la pandemia COVID-19, el Gobierno Peruano decreta la orden de inmovilización social obligatoria. Por esta razón, se descartan los trabajos de campo y recopilación de datos, con la responsabilidad de guardar cuarentena estricta por la situación complicada de contagios y muertes en nuestro país.

Es así como, la tesis se ha reinventado hacia una modalidad virtual, sustituyendo la recolección de datos en campo con el uso del programa *Google Earth* y la herramienta *Google Street View*. Seguidamente, con las imágenes e información relevante como el estado actual del diseño vial, se complementa con las listas de chequeo para realizar una Inspección de Seguridad Vial. Por último, se elaboran propuestas de mejora al diseño actual mediante software de dibujo y modelamiento tridimensional; siendo los programas AutoCAD y Revit los principales medios para culminar el trabajo y obtener el título profesional.

2. Marco Conceptual

2.1. Antecedentes teóricos

A lo largo de la historia de la humanidad, los caminos y vías son esenciales para que cada una de las culturas en el mundo tenga la posibilidad de alcanzar la prosperidad económica, social y cultural, puesto que cumplen la función de principal medio de conexión e interacción entre zonas urbanas. De esta manera, empieza el proceso evolutivo de la sociedad, que con el paso del tiempo da lugar a la aparición de problemas altamente complejos como la explosión demográfica, la contaminación ambiental, el tráfico desmedido o el uso inadecuado de los espacios públicos.

Es así como, en ciertas ciudades consideradas pioneras como Curitiba en Brasil y organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) comenzaron a analizar concienzudamente esta coyuntura para regular el dinamismo de la ciudad, organizando el entorno a fin de proteger la integridad de los usuarios, fomentando una movilidad urbana cabalmente estructurada y motivando mejoras en las políticas de seguridad vial.

2.1.1. La transformación de la movilidad en la ciudad de Curitiba.

La ciudad de Curitiba es la capital del estado de Paraná, y se encuentra ubicada al sur de Brasil. En esta región, el Instituto de Investigación y Planificación Urbana de Curitiba (IPPUC, 1987) acordó estudiar la factibilidad de aplicar el concepto de planificación urbana, es así que en la década del 40 se formula el Plan Maestro de Urbanización Curitiba o Plan Agache (en honor al arquitecto y urbanista francés Alfred Agache), que sugería establecer un sistema de dinámica radial con puntos o centros de concentración del desarrollo enlazados (Figura 6), a fin que sea más organizada la evolución de la ciudad y se enfrente el problema del tráfico.

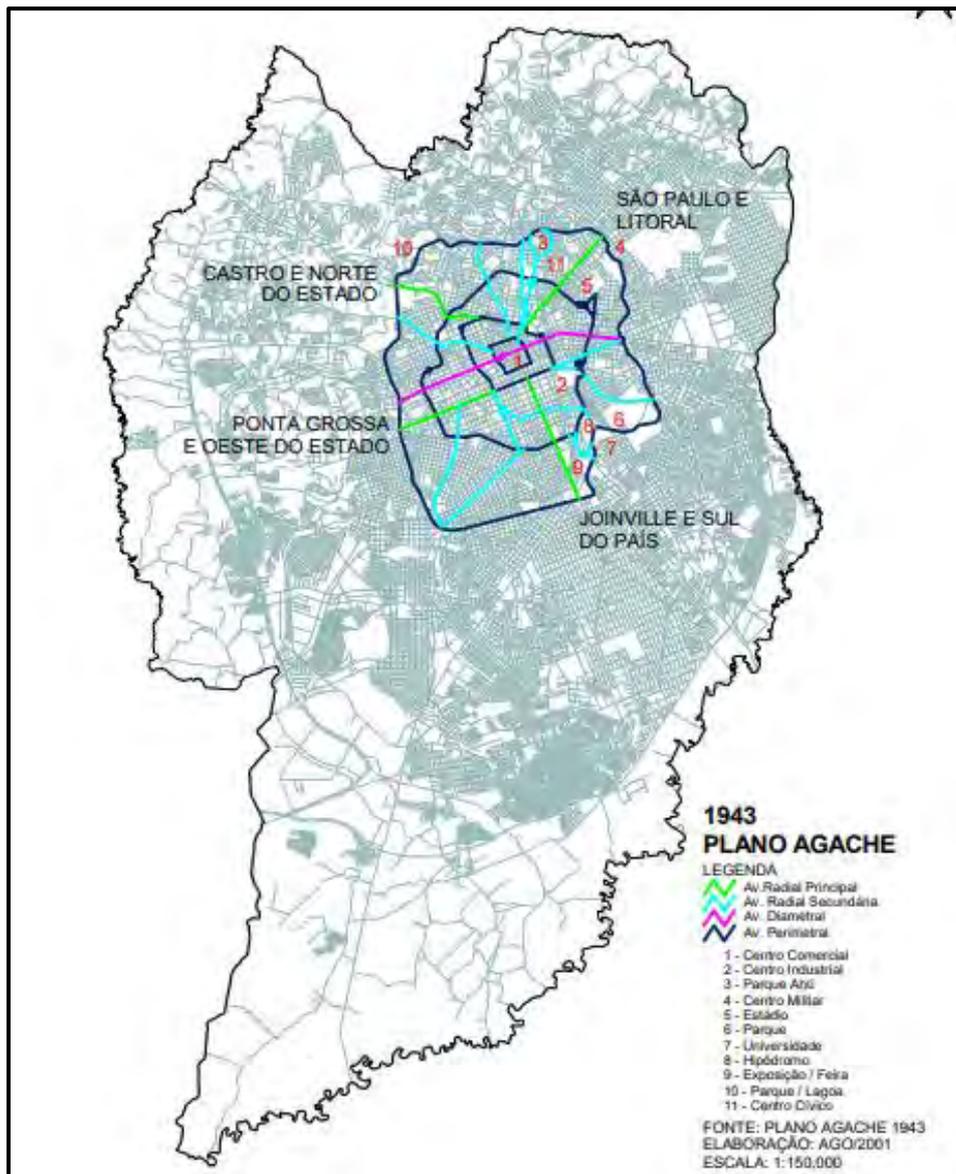


Figura 6. Representación del Plan Agache en Curitiba.

Fuente: Instituto de Investigación y Planificación Urbana de Curitiba, 2001

Alrededor de los años 60 se produce un fenómeno de urbanización acelerada y por consiguiente un alza en la cantidad de habitantes de la capital paranaense. Como consecuencia de ello se resuelve cambiar el antiguo Plan Agache por un nuevo Plan Maestro, el cual orienta el progreso en Curitiba basado en tres pilares, tal como se muestra en la Figura 7: el óptimo aprovechamiento del suelo, la construcción de una red de vías correctamente distribuida y ofrecer un servicio de transporte público de calidad (IPPUC, 1987).

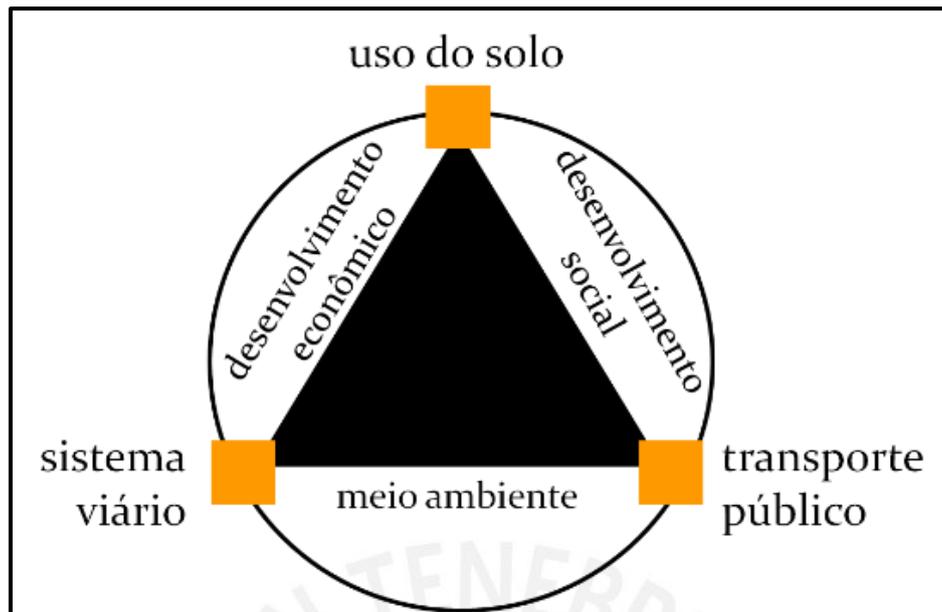


Figura 7. Pilares del Plan Maestro establecido en Curitiba en los años 60.

Fuente: Instituto de Investigación y Planificación Urbana de Curitiba, 2019.

Entre los años 1970 y 1980 se emprende la aplicación del nuevo Plan Maestro, que reemplaza el sistema radial por un proyecto de progreso en forma lineal, con el llamado Sistema Trinario (Figuras 8 y 9) que delimita las redes viales en 3 ejes, expone el IPPUC (1987):

- Eje central: Reservado para el tránsito de buses de transporte rápido (BRT)
- Ejes de circulación lenta: Reservado para el tránsito de vehículos que buscan acceder a zonas residenciales y comerciales
- Ejes de circulación rápida: Reservado para el tránsito de vehículos que desean escapar de la congestión vehicular en la ciudad

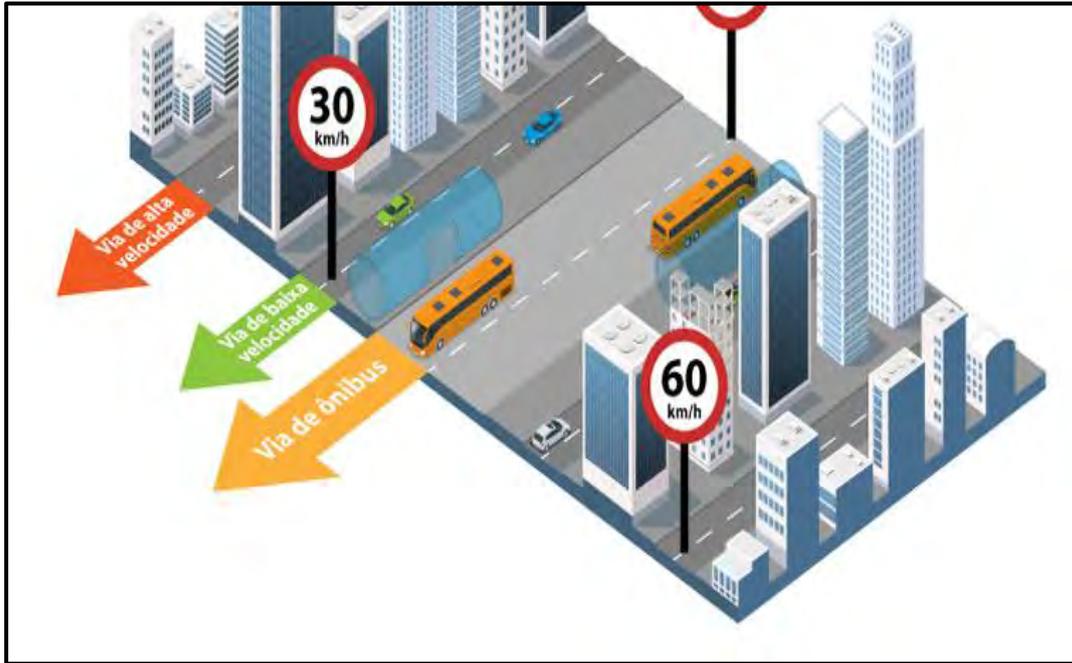


Figura 8. Sistema Trinario de transporte público.

Fuente: Empresa Brasil de Comunicação – Agência Brasil, 2018.



Figura 9. Vías para BRT y de circulación lenta.

Fuente: Instituto de Investigación y Planificación Urbana de Curitiba, 2019.

Se puede entender que, el sistema de planificación urbana de la ciudad de Curitiba fue un gran avance para la época en lo que respecta a movilidad, promoviendo el uso del transporte público por encima de los vehículos privados mediante un sistema inédito como el BRT. No obstante, a medida que avanzan los años, no hay un control adecuado en el crecimiento de la demanda y en la actualidad el sistema está cerca de colapsar, por lo que es imperioso fomentar la multimodalidad del transporte y darle al usuario una gama de opciones para distribuir adecuadamente dicha demanda.

2.1.2. La iniciativa de las Naciones Unidas para confrontar la accidentalidad vial en el mundo.

La OMS (2009) manifiesta que, desde la mitad del siglo 20, la ONU supervisa el progreso universal y advierte que los accidentes de tránsito representan un dilema crítico en la salud, por ser una de las principales causas de defunción a nivel mundial como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. *Causas de mortalidad mundial en el año 2004*

NO. DE ORDEN	PRINCIPALES CAUSAS	%
1	Enfermedad isquémica del corazón	12,2
2	Enfermedad cerebrovascular	9,7
3	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	7,0
4	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	5,1
5	Enfermedades diarreicas	3,6
6	VIH/sida	3,5
7	Tuberculosis	2,5
8	Cánceres de la tráquea, los bronquios y el pulmón	2,3
9	Traumatismos por accidentes de tránsito	2,2
10	Prematuridad y bajo peso al nacer	2,0
11	Infecciones neonatales y otras ^a	1,9
12	Diabetes mellitus	1,9
13	Paludismo	1,7
14	Enfermedad cardíaca hipertensiva	1,7
15	Asfixia del nacimiento y traumatismo del nacimiento	1,5
16	Lesiones autoinfligidas	1,4
17	Cáncer del estómago	1,4
18	Cirrosis del hígado	1,3
19	Nefritis y nefrosis	1,3
20	Cáncer colorectal	1,1

La Tabla 1 muestra la clasificación ordinal de las causas de mortalidad según su porcentaje de ocurrencia a nivel mundial en el año 2004.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2008.

Por consiguiente, en el año 2004 la OMS juntamente con el BM elaboraron un reporte concerniente a la accidentalidad vial, este se conoce como Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Aquí se resalta el conocimiento teórico acerca de accidentes de tránsito, los factores de riesgo, el procedimiento para actuar en caso ocurra algún siniestro y finalmente se proponen seis consejos, de modo que, si cada país considera adoptarlos podrá prosperar en el ámbito de la seguridad vial, los cuales se enumeran a continuación (OMS, 2009):

1. Designar un organismo coordinador en la administración pública para orientar las actividades nacionales en materia de seguridad vial
2. Evaluar el problema, las políticas y el marco institucional relativos a los traumatismos causados por el tránsito, así como la capacidad de prevención en la materia en cada país
3. Preparar una estrategia y un plan de acción nacionales en materia de seguridad vial
4. Asignar recursos financieros y humanos para tratar el problema
5. Aplicar medidas concretas para prevenir los choques en la vía pública, reducir al mínimo los traumatismos y sus consecuencias y evaluar las repercusiones de estas medidas
6. Apoyar el desarrollo de capacidad nacional y el fomento de la cooperación internacional (OMS y BM, 2004, pp.43-47).

A raíz de la elaboración de este informe, la OMS (2009) expresa que tomó fuerza una visión novedosa que considera transcendental la acción intersectorial de los usuarios de la red vial, los vehículos que transitan y del espacio urbano para resolver el problema de la seguridad vial. En otras palabras, este criterio denominado enfoque sistémico, acepta que los seres humanos somos débiles comparados con los vehículos y que existe una alta probabilidad de equivocación por parte de las personas (peatones y conductores) al transitar. Por lo que una política íntegra seguridad vial tiene como misión adecuarse a la fragilidad y defectos propios del ser humano y precisa del compromiso de participación de los organismos involucrados dedicados a la investigación en el área de transporte, el control del orden público y la legislación de tránsito, así como también de las instituciones educativas y laborales (Figura 10).



Figura 10. Enfoque sistémico de seguridad vial.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2009.

Como se observa, el enfoque sistémico fue un gran hito para guiar el proceder de los diferentes países en cuanto al establecimiento de un modelo cabal de seguridad vial, ofreciendo una perspectiva que considera a todos los agentes (externos e internos) que se relacionan en el espacio urbano con sus fortalezas y debilidades, posicionando como actor central al ser humano.

2.2. Conceptos relevantes vinculados a la movilidad

2.2.1. Espacio Público.

Se propone como definición inicial de espacio público al área perteneciente a una determinada ciudad, en la que sus habitantes tienen la posibilidad de circular con libertad para

realizar actividades diarias. Sin embargo, para algunos autores existen diversas formas de enfocar con mayor profundidad este concepto.

Según Jacobs (1961) la existencia de calles no tiene ningún fin si es que no existiese a su alrededor una ciudad ordenada y urbanizada, con la misión de lucir atractiva para atraer la circulación de personas o vehículos, velando por la seguridad de la gente, la cual recae en el diseño adecuado de las calles y avenidas.

De acuerdo con la perspectiva de Jordi Borja, el espacio público equivale a lo que se denomina ciudad, pero posee características múltiples:

Dentro de la ciudad, el espacio público tiene tres dimensiones: la social-cultural, la política y la estrictamente urbanística (...) lo que podríamos llamar (...) un elemento ordenador de lo construido, articula las distintas partes de la ciudad y es una base para un conjunto de actividades, funciones o servicios (...). El espacio público entonces requiere una serie de condiciones: la accesibilidad, la seguridad, la calidad del entorno, la polivalencia, su carácter evolutivo, etc. (...) (Borja, 2014, p.103).

Del mismo modo, Gehl (2014) explica que el espacio público debe ser diseñado con la intención de proliferar la caminata como medio principal de transporte, tal como se puede apreciar en la Figura 11. También, presenta cuatro características que debe adquirir la distribución de la ciudad para alcanzar este objetivo:

- Ciudad vital: Se logra expandiendo la caminata y el uso de la bicicleta, impulsando que la gente socialice.
- Ciudad sostenible: Se logra motivando a la gente acerca del uso de modos de transporte ecoamigables como el transporte público, la bicicleta o simplemente caminar.
- Ciudad sana: Al fomentar la caminata o el uso de la bicicleta se logrará combatir el sedentarismo que en lo sucesivo causará problemas de salud graves en los ciudadanos.

- Ciudad segura: Se logra resaltando los espacios públicos de la ciudad (como un parque llamativo o un centro comercial con servicios de calidad), facilitando trayectorias cortas hacia estos. En consecuencia, se podrá concentrar grandes cantidades de personas en la urbe que puedan observar si algún contratiempo llega a suceder.



Figura 11. El espacio público que prioriza la movilidad peatonal en Strøget, Copenhague.

Fuente: Revista Cosas, 2016.

Adicionalmente, Belaúnde (2015) expresa que “Es un organismo vivo en las ciudades y constituye el principal articulador urbano, el cual debe reunir tres componentes básicos para lograr una ciudad inclusiva: acceso universal, visibilidad y multifuncionalidad de usos para la diversidad de ciudadanos” (p. 9).

2.2.2. Evolución del diseño vial en zonas urbanas.

La configuración del espacio urbano y el delineamiento de vías han ido variando a través de la historia, ya que lo que parecía la solución absoluta al problema de movilidad en una época,

finalmente presenta ciertas inconsistencias o fallas, pues se sabe que es imposible satisfacer totalmente a la infinita variabilidad de usuarios que interactúan con los sistemas de transporte y la metrópoli.

Según lo expuesto por Dextre y Avellaneda (2014), la evolución del diseño vial ha atravesado por cuatro etapas explicadas didácticamente en la Tabla 2:

Tabla 2. *La evolución del diseño vial*

ETAPAS	PROPUESTAS PLANTEADAS
ETAPA 1 Diseño en función a la circulación o al tráfico	Enfrentan los problemas de congestión vehicular priorizando la circulación de autos. Para esto, las autoridades construyen más infraestructura vial como pasos a desnivel, óvalos, entre otros, bajo la concepción de que esto atenuará el caos vehicular. No obstante, en la práctica, dicha premisa empeora tal situación.
ETAPA 2 Diseño en función al transporte público	Promueve el transporte público masivo al considerar que permite aprovechar el uso del espacio urbano en mayor medida (por ejemplo, sistemas BRT), e incluso genera menor contaminación a comparación de los autos particulares. Es preciso mencionar que, aun cuando se considere que este sistema de transporte es esencial, es necesario que - con el fin de adquirir mayor eficiencia - se analice el diseño urbano para que el tiempo de transporte de un lugar a otro sea más corto.
ETAPA 3 Diseño en función a la movilidad	Si bien esta etapa coincide con la anterior en que fomentar el uso del transporte público es un avance pertinente para enfrentar el problema de movilidad; se presenta un enfoque distinto que prioriza a los múltiples usuarios antes que los vehículos. Por ello, se apuesta por un sistema de transporte multimodal que cubra sus necesidades.
ETAPA 4 Diseño en función a la movilidad sostenible	Incorpora el concepto de sostenibilidad al tópico de movilidad. Así, se concibe que el modelo de configuración urbana influye las necesidades de movilidad y en el impacto ambiental. Esta etapa se desarrolla con mayor detalle a continuación.

La Tabla 2 muestra las cuatro etapas del diseño vial con sus respectivas propuestas.
Fuente: Basado en Dextre y Avellaneda, 2014. Autoría propia.

A manera de ejemplo, la Figura 12 representa la indudable diferencia en la ocupación urbana entre el diseño en función a la circulación (parte superior) y el diseño en función al transporte público (parte media e inferior). Por otro lado, si se compara el diseño para el tránsito de autobuses y para un ferrocarril único de transporte masivo, es manifiesta las distintas posibilidades para darle uso al espacio urbano si es que se reduce el ancho de la vía.

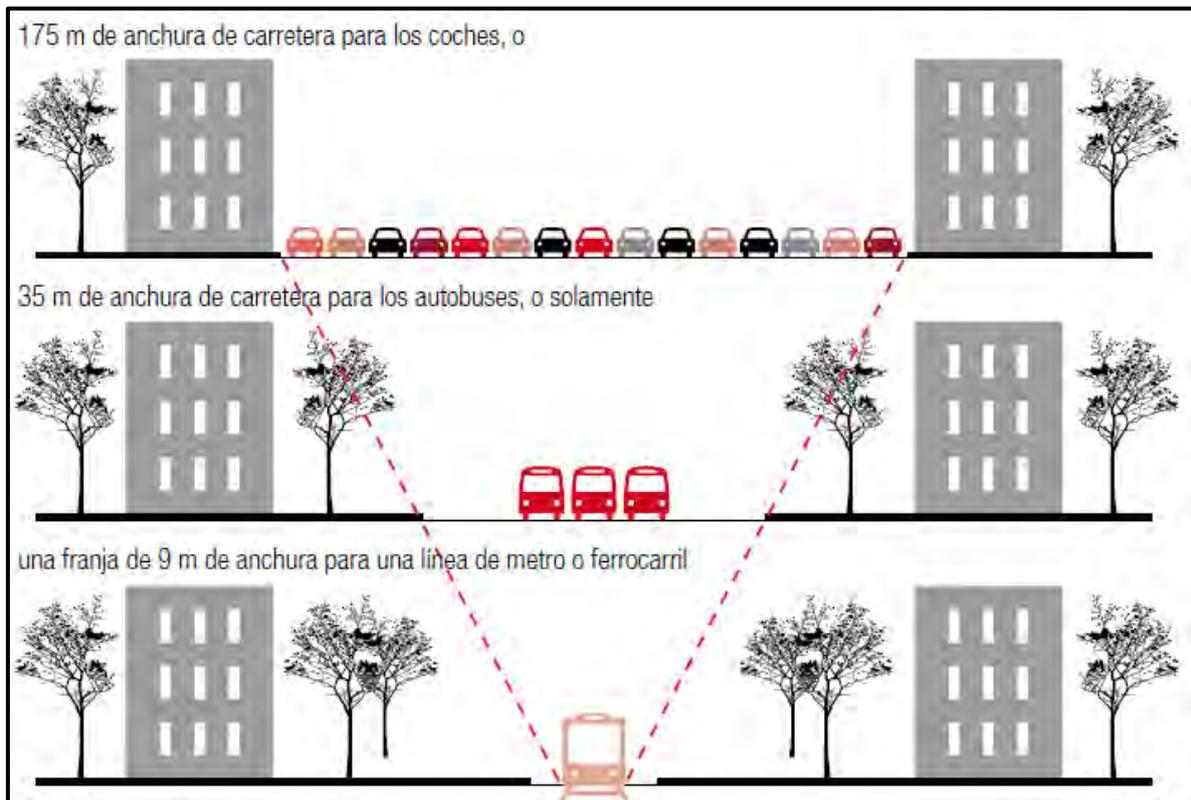


Figura 12. Influencia de los modos de transporte en la configuración del espacio público.

Fuente: Unión Internacional del Transporte Público, 2001.

Asimismo, en las Figuras 13 y 14 inicialmente el diseño cumple la función de regular el tráfico vehicular, pero cambia esa concepción y se enfoca en la movilidad mediante la caminata, estableciendo zonas para la concentración y libre circulación de la gente como las plazas pedestres en el caso del Herald Square en Manhattan o simplemente caminos exclusivamente peatonales en el caso del Jirón de la Unión en Lima.

También, se aprecia un cambio más radical en el Jirón de la Unión que en el Herald Square, puesto que en el segundo se mantiene parte de las vías para el tránsito vehicular y en el primero ya no existe el acceso a los automóviles por la estrechez del espacio público, lo cual ofrece comodidad y seguridad plena para las personas.



Figura 13. Modificación de la distribución del espacio urbano en el Herald Square, Manhattan.

Fuente: Departamento de Transporte de los Estados Unidos, 2018.



Figura 14. El cambio del espacio público en el Jirón de la Unión.

Fuente: Radio Panamericana, 2018.

2.2.3. Movilidad sostenible.

Este concepto considera como principal protagonista al peatón y su desplazamiento (Hacia una ciudad para las personas, s.f.), apostando por una distribución del espacio urbano

de forma policéntrica y compacta, creando zonas de alta y mediana dinámica que se complementan entre sí, con la finalidad de incrementar la diversidad de actividades y servicios ofrecidos en la ciudad, reduciendo el compromiso imperante de desplazarse largas distancias para acceder a ellos. Cabe señalar que, a fin de lograr este objetivo, se debe atravesar previamente por un proceso de transición en el que se prioriza el uso del transporte público, el cual tiene una mayor capacidad de movimiento masivo de individuos, frente a la circulación de vehículos motorizados de baja ocupación, comúnmente conocidos como autos privados.

En adición a ello, la movilidad sostenible es un concepto contemporáneo, sustentado en una serie de puntos clave como la accesibilidad de la urbe, la multimodalidad del transporte, el impacto ambiental y el más significativo de todos, darle prioridad a la movilidad peatonal con distintas realidades como niños, ancianos, hombres o mujeres con sus hijos, peatones con movilidad reducida, ciclistas, usuarios de transporte público, etc., plasmado en la pirámide de la movilidad urbana que se presenta en la Figura 15.

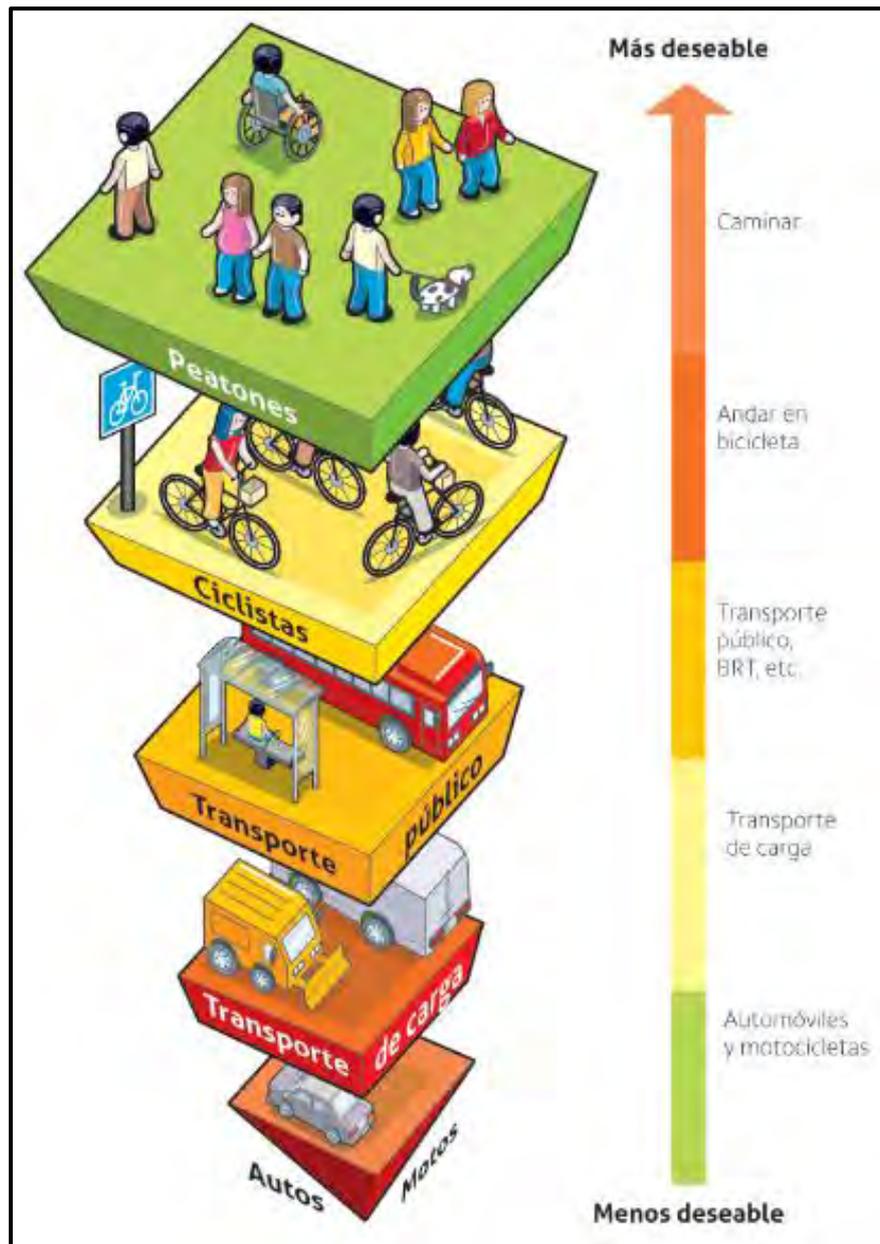


Figura 15. La pirámide de prioridades que plantea la movilidad sostenible.

Fuente: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2013.

2.2.4. Intersección vial.

El MTC (2018), en el Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, define el concepto de intersección como la región del espacio urbano en la cual concurren desde dos hasta más redes viales como se muestra en la Figura 16. Además, dependiendo de la solicitud para brindarle fluidez inmediata al tránsito se pueden construir al nivel del suelo o en elevación.



Figura 16. Intersección tipo X de dos vías al mismo nivel en la Calle 53, Bogotá.

Fuente: Alcaldía de Bogotá, 2019.

En el Manual de Diseño Geométrico, el MTC (2018) explica detalladamente la diferencia entre las intersecciones a nivel y a desnivel, resumida como sigue:

- Intersecciones a nivel: Se diseñan cuando se comparten áreas en el espacio urbano, de modo que los vehículos puedan cruzarse sin interrumpir su recorrido.
- Intersecciones a desnivel: Se diseñan cuando se desea incrementar el flujo vehicular en una intersección vial de demanda significativa y con alto riesgo de accidentes si fuese un diseño a nivel.

Dependiendo de la clasificación de la autopista o carretera, se requiere con mayor urgencia una intersección a desnivel o a nivel. Así pues, en autopistas de primera clase (Índice Medio Diario Anual mayor a 6000 veh/día) la intersección obligatoriamente deberá ser diseñada a desnivel. Por el contrario, en autopistas de segunda clase ($4001 < \text{IMDA} < 6000$ veh/día) o carreteras de primera clase ($2001 < \text{IMDA} < 4000$ veh/día) se puede diseñar cualquiera de las dos formas de intersección.

La configuración de ambos tipos de intersecciones viales puede variar, según se exhibe en las Figuras 17 y 18.

DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCION EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCION EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES		EN ESTRELLA 		ROTONDA 	
		VEASE FIGURA 501.01			

Figura 17. Tipos de intersecciones viales a nivel.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.

DE CUATROS RAMAS				DE TRES RAMAS	
DE LIBRE CIRCULACIÓN		CON CONDICIÓN PARADA		DIRECCIONALES	TROMPETAS
OTROS	TRÉBOL COMPLETO	DIAMANTES	TRÉBOL PARCIAL		

Figura 18. Tipos de intersecciones viales a desnivel.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.

2.3. Conceptos relevantes vinculados a la seguridad vial

2.3.1. Diferencia entre peligro y riesgo.

El Seguro Social de Salud (EsSalud, 2013) define al peligro como lo innato o inherente de un agente que puede ocasionar algún daño a otro. Por su parte, el riesgo es la unión de las posibilidades de ocurrencia de un siniestro y las consecuencias posteriores a este. Así también, la Organización Internacional de Normalización, en la Norma Internacional ISO 45001 (ISO, 2018) expresa que al evento o elemento con una raíz de dañino para las personas se le denomina peligro y el riesgo es la confluencia de la probabilidad y el daño.

Entonces, el peligro se relaciona a lo potencialmente natural y el riesgo se encuentra conectado con la exposición, lo externo o propio del entorno de interacción. Esta distinción se explica claramente en la Figura 19 usando ejemplos relacionados a un accidente vehicular y a la alimentación.



Figura 19. Diferencia entre peligro y riesgo.

Fuente: Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación, 2017.

2.3.2. Matriz de Haddon.

Debido a la naturaleza variable de los agentes (personas, vehículos y espacio urbano), se han definido algunos factores de riesgo examinados en lapsos o periodos vinculados al siniestro como antes del accidente, durante el accidente y después del accidente. Esta propuesta detallada en la Tabla 3 se denomina matriz de Haddon.

Tabla 3. *La Matriz de Haddon*

		FACTORES		
Fase del siniestro	Objetivo primordial	FACTOR 1: Personas	FACTOR 2: Vehículos	FACTOR 3: Espacio urbano
Antes del choque	Prevención de choques	Información Actitudes como el desacato Discapacidad Aplicación de la regla por la policía	Buen estado técnico Luces Frenos Maniobrabilidad Control de la velocidad	Diseño y trazado de la vía pública Limitación de la velocidad Vías peatonales
Choque	Prevención de traumatismos graves durante el choque	Manejo de dispositivos de retención Discapacidad física o enfermedad	Dispositivos de retención de los ocupantes Otros dispositivos de seguridad Diseño protector contra accidentes	Objetos protectores contra choques
Después del choque	Resguardo de la vida humana	Primeros auxilios Acceso a atención médica	Facilidad de acceso Riesgo de incendio o explosión del vehículo	Servicios de socorro Congestión

La Tabla 3 presenta los factores de riesgo y la conexión con el objetivo primordial en cada una de las fases del siniestro.

Fuente: Basado en Bermúdez, 2008.

Basándose en esta matriz, se elaboran los principales planes de seguridad vial en el mundo para combatir los accidentes o lesiones no intencionales, tal como la OMS recomienda llamarlos para concientizar a la población que no es un evento inevitable gobernado por el azar del destino, sino que puede ser regulado (Bermúdez, 2008).

El concepto de esta matriz es importante en la tesis, dado que se propone identificar los factores personas y espacio urbano en la intersección. Así, se conoce el riesgo al que están expuestas las personas ante la ocurrencia de un siniestro y por último, se plantea una reconfiguración idónea al diseño y distribución de los elementos presentes en la intersección vial.

2.3.3. Las clases de seguridad vial: nominal, sustantiva y percepción de seguridad.

La seguridad vial se puede clasificar en: nominal o normativa, sustantiva o real y percepción de seguridad (Dextre y Cebollada, 2014)

- **Nominal:** Correspondiente al cumplimiento de las normas legales de diseño de vías en cada región. Es decir, si una vía cumple con lo que dice la norma, ya es segura, lo cual tiene un carácter subjetivo (MTC, 2017) y no son características que van siempre de la mano.
- **Sustantiva:** Está amparada en datos estadísticos reales de los accidentes de tránsito (por ejemplo, análisis de puntos negros) que confirman el estándar alto de la seguridad vial en una determinada zona urbana
- **Percepción de seguridad:** La DGT (s.f.) describe la percepción de seguridad en la dimensión de movilidad como la facultad que tiene el ser humano para localizar, reconocer y responder si se le presenta un evento o agente de riesgo.

En adición a esto, Elvik (como se citó en Dextre y Cebollada, 2014) establece que la percepción de seguridad se basa en el índice de riesgo distinguido visualmente por la gente y el índice de descontento que se produce a causa del índice anterior.

2.3.4. La entropía como causal de la accidentalidad vial.

Según la Real Academia de la Lengua Española (2020), se puede definir a la entropía como el grado o magnitud de caos dentro de una estructura o sistema específico.

Se sabe que, la estructura vial está compuesta principalmente por tres actores que son: las personas, los vehículos y el espacio urbano. Entonces, aterrizando el concepto al contexto del sistema vial, la entropía se incrementa por vehículos en condiciones irregulares, comportamientos humanos inadecuados que infringen las normas constantemente

(imprudentes o negligentes) o falta de conocimiento de las normas viales (imperitos), pésimos diseños viales y sin mantenimiento constante en el espacio urbano, causas naturales como cambios de clima bruscos o lluvias intensas que pueden transformar vías seguras en vías peligrosas para desplazarse. Por estas razones, la entropía y la accidentalidad vial tienen una relación directamente proporcional (García de Quevedo, González y Asprilla, 2018).

2.4. Países modelo en movilidad sostenible y seguridad vial

Según el ranking elaborado por IESE Business School (2018), en el documento Índice IESE Cities in Motion (ICIM), las ciudades españolas se encuentran muy bien posicionadas en lo que respecta a movilidad y transporte, con la capital Madrid y la ciudad de Barcelona en los puestos 9 y 12 a nivel mundial respectivamente (Figura 20 y Tabla 4). Por su parte, la ciudad de Santiago en Chile ocupa el lugar 72 y es la mejor ubicada en Latinoamérica (Tabla 5).

Por tal motivo, los casos de España y Chile son modelos dignos de imitar en lo que respecta a movilidad urbana y seguridad vial.

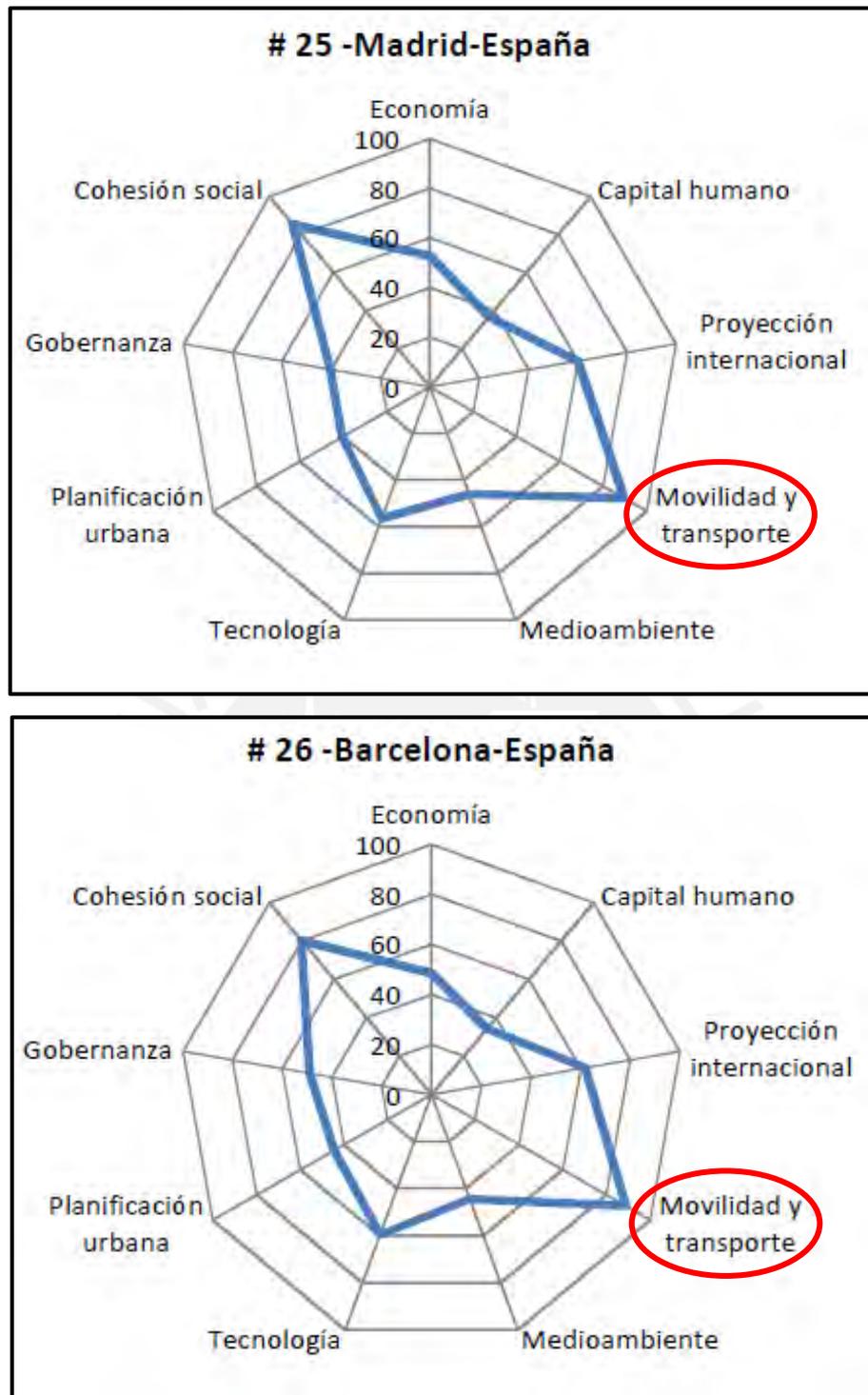


Figura 20. Gráfico radar que analiza el desarrollo de Madrid y Barcelona en las dimensiones del ranking ICIM.

Fuente: IESE Business School, 2018.

Tabla 4. Ranking Índice Cities in Motion



Ciudad	Economía	Capital humano	Cohesión social	Medioambiente	Gobernanza	Planificación urbana	Proyección internacional	Tecnología	Movilidad y transporte	Cities in Motion
Nueva York-Estados Unidos	1	4	109	99	38	1	3	5	4	1
Londres-Reino Unido	4	1	68	40	5	7	2	6	2	2
París-Francia	7	8	87	49	43	3	1	12	1	3
Tokio-Japón	2	5	48	11	40	32	17	27	22	4
Reikiavik-Islandia	27	83	47	1	27	66	121	7	7	5
Singapur-Singapur	13	39	90	10	8	39	5	2	63	6
Seúl-Corea del Sur	15	11	38	25	22	40	20	10	3	7
Toronto-Canadá	28	24	28	55	4	2	25	16	68	8
Hong Kong-China	19	12	147	21	16	10	16	1	87	9
Amsterdam-Países Bajos	36	46	26	36	23	13	6	3	13	10
Berlín-Alemania	66	7	3	54	14	49	4	33	6	11
Melbourne-Australia	34	18	8	26	2	19	10	48	38	12
Copenhague-Dinamarca	12	54	23	3	13	90	32	20	43	13
Chicago-Estados Unidos	10	10	96	127	46	5	9	28	42	14
Sidney-Australia	35	15	20	22	26	17	21	8	76	15
Estocolmo-Suecia	5	55	64	8	19	45	36	25	44	16
Los Ángeles-Estados Unidos	3	2	79	144	7	23	11	38	112	17
Wellington-Nueva Zelanda	22	85	15	2	25	14	132	62	15	18
Viena-Austria	72	31	36	18	18	41	8	23	14	19
Washington-Estados Unidos	11	6	72	128	21	12	49	32	41	20
Boston-Estados Unidos	14	3	61	118	12	30	55	39	77	21
Helsinki-Finlandia	32	57	1	12	6	61	50	55	67	22
Oslo-Noruega	17	62	21	13	51	48	64	24	78	23
Zúrich-Suiza	24	40	4	24	9	97	62	31	75	24
Madrid-España	64	34	53	50	34	37	19	21	9	25
Barcelona-España	78	37	96	66	15	16	14	15	12	26
San Francisco-Estados Unidos	6	13	75	110	70	28	41	14	98	27
Auckland-Nueva Zelanda	18	87	27	14	52	27	70	65	69	28
Berna-Suiza	47	72	2	73	1	108	131	107	31	29
Dublín-Irlanda	16	80	22	35	45	75	44	17	100	30
Hamburgo-Alemania	57	27	33	67	31	44	48	53	11	31
Ginebra-Suiza	31	70	25	68	3	93	80	13	54	32
Gotemburgo-Suecia	21	64	62	19	32	76	104	73	20	33



La Tabla 4 muestra la clasificación mundial de las ciudades en cada dimensión analizada por el ICIM, resaltando la movilidad y transporte en Madrid y Barcelona.
Fuente: IESE Business School, 2018.

Tabla 5. Ranking Índice Cities in Motion



Ciudad	Economía	Capital humano	Cohesión social	Medioambiente	Gobernanza	Planificación urbana	Proyección internacional	Tecnología	Movilidad y transporte	Cities in Motion
Bratislava-Eslovaquia	74	81	16	32	42	64	90	131	91	67
Glasgow-Reino Unido	89	36	35	75	56	91	69	67	119	68
Amberes-Bélgica	80	99	32	45	117	33	123	85	17	69
Moscú-Rusia	105	9	146	101	36	22	51	80	70	70
Nagoya-Japón	46	56	40	30	73	102	133	109	118	71
Tel Aviv-Israel	48	116	76	38	79	31	103	37	110	72
Linz-Austria	73	76	6	37	75	107	157	98	46	73
Liubliana-Eslovenia	89	96	17	34	111	73	111	43	56	74
Fénix-Estados Unidos	37	33	70	133	94	65	115	92	37	75
Buenos Aires-Argentina	151	43	94	33	29	18	24	126	96	76
Baltimore-Estados Unidos	33	28	97	139	47	51	105	86	99	77
Pekín-China	50	29	129	160	76	111	12	57	10	78
Niza-Francia	71	63	55	69	90	85	87	81	82	79
Marsella-Francia	63	82	88	87	78	68	75	122	49	80
Leeds-Reino Unido	62	30	24	91	53	96	146	106	140	81
Liverpool-Reino Unido	61	48	10	116	59	103	127	95	122	82
Zagreb-Croacia	126	108	43	27	55	80	119	56	94	83
Lille-Francia	70	88	66	84	120	77	83	123	39	84
Sevilla-España	116	98	74	77	105	20	95	105	35	85
Santiago-Chile	122	91	91	28	107	62	78	77	72	86
Kuala Lumpur-Malasia	81	120	115	85	102	99	40	79	48	87
Oporto-Portugal	106	126	83	15	112	98	38	130	120	88
Málaga-España	123	107	51	89	85	83	99	87	26	89
Bangkok-Tailandia	77	123	102	135	136	50	7	59	114	90
Duisburgo-Alemania	86	67	11	109	113	123	100	144	51	91
Palma de Mallorca-España	99	114	82	96	88	71	96	47	50	92
Zaragoza-España	102	93	71	106	101	67	130	82	28	93
Panamá-Panamá	79	75	110	42	126	121	72	36	125	94
Murcia-España	100	110	56	111	93	43	156	104	24	95
Nottingham-Reino Unido	68	41	34	119	65	105	160	93	136	96
Abu Dabi-Emiratos Árabes Unidos	26	149	12	162	87	131	71	9	64	97
Florenia-Italia	92	77	100	126	135	125	85	22	90	98
Valladolid-España	113	102	73	51	95	81	159	129	53	99



La Tabla 5 muestra la clasificación mundial de las ciudades en cada dimensión analizada por el ICIM, resaltando la movilidad y transporte en Santiago.
Fuente: IESE Business School, 2018.

2.4.1. En Europa: modelo español.

La estrategia española plantea el crecimiento en cinco ámbitos para establecer una movilidad sostenible, los cuales son:

- Territorio, planificación del transporte y sus infraestructuras
- Lucha contra el cambio climático y reducción de la dependencia energética
- Mejora de calidad del aire y reducción del ruido
- Mejora de la seguridad y salud
- Gestión de la demanda (Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2009, p. 18)

En cuanto a la seguridad vial, establece seis prioridades a fin de combatir la accidentalidad, los cuales son (DGT, 2010):

- Velar por la gente más indefensa que interactúa con las redes viales
- Promover el tránsito seguro
- Analizar el caso concreto de los motociclistas y su seguridad
- Potenciar el grado de seguridad en carreteras comunes
- Desarrollar más la seguridad vinculada a desplazamientos hacia centros laborales
- Concientizar a los ciudadanos a respetar las normas en torno al consumo de bebidas alcohólicas y la velocidad excesiva

2.4.2. En Latinoamérica: modelo chileno.

En el caso de Chile, se plantea nueve estrategias para promover la movilidad sostenible, las cuales son:

- Velar por el desarrollo orientado al transporte
- Promover el desarrollo orientado al transporte
- Analizar calles completas
- Potenciar Urbanismo Táctico
- Desarrollar Contar Personas
- Concientizar Uso de nuevas tecnologías
- Datos abiertos
- Calmado de tráfico
- Tráfico divergente
- Tarificación vial (Ilustre Municipalidad de Santiago, 2019, pp. 51-70)

Respecto a la seguridad vial, el Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial funda once tópicos para contrarrestar el número de víctimas fatales o lesionados de gravedad a causa de los accidentes vehiculares.

- Derecho de los Niños de ser Transportados Seguros
- Institucionalidad y Financiamiento
- Estadísticas
- Educación Vial
- Atención Integral a las Víctimas de Siniestros de Tránsito
- Obtención de Licencias de Conductor
- Estándares de Vehículos

- Señalización y Elementos de Diseño Vial
- Gestión de la Velocidad
- Seguridad Vial Laboral y Accidentes de Trayecto
- Formación de Conductores Profesionales (Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET, 2019, pp. 26-27)

2.5. Normativa vial en el Perú

2.5.1. Manual de Seguridad Vial.

El Manual de Seguridad Vial (MSV), es un documento de carácter técnico y legal a nivel nacional, elaborado por el MTC con el fin de establecer instrucciones para perfeccionar la infraestructura vial y así velar por la seguridad de los usuarios.

En otras palabras, este documento proporciona herramientas, procedimientos, metodologías y conceptos ligados a la Seguridad Vial que se deben aplicar en las etapas que dure un proyecto de ingeniería de tránsito, que son: estudio de factibilidad, diseño, construcción, mantenimiento, puesta en servicio, etc. (MTC, 2017).

2.5.2. La influencia del comportamiento humano en la seguridad vial.

En el MSV (MTC, 2017) se expone que, es importante comprender cómo las personas que interactúan con el espacio urbano entienden la infraestructura vial, de modo que se diseñen redes viales capaces de desempeñar adecuadamente una función protectora de la vida humana, considerando los posibles errores propia de su naturaleza.

También, explica los puntos clave de la interacción de las personas con la infraestructura vial que son los siguientes:

- Limitaciones físicas o cognitivas

- Capacidad de evasión ante el peligro
- Cansancio o sobrecarga de información percibida en las vías
- Capacidad de maniobrabilidad riesgosa
- Distracción por uso de aparatos electrónicos mientras conducen o caminan

Así, se entiende que el factor humano es sumamente influyente en los niveles de seguridad vial de una determinada zona, tan importante como los vehículos o el entorno en el que se desplazan.

2.5.3. Medidas de tráfico calmado.

Por otra parte, el MSV (MTC, 2017) propone una serie de intervenciones accesibles que tienen el objetivo primordial de estabilizar las velocidades de recorrido de vehículos en rangos cercanos a los 30 km/h, lo cual genera una sensación de seguridad mayor al recorrer el entorno vial, reduce los niveles de tráfico en la zona regulando los flujos vehiculares que atraviesan las vías e impulsa el uso de modos sostenibles de desplazamiento como la caminata o la bicicleta.

De este modo, entre las medidas de tráfico calmado más resaltantes se tiene:

- Modificación en el nivel de la calzada con la acera y paso peatonal
- Reducción de los anchos en la calzada
- Variación en la distribución de los tramos rectos usando trazos angulosos que indiquen la presencia de obstrucciones o islas de refugio para peatones
- Alteraciones en el pavimento como materiales de pavimentación reductora de velocidad, señales horizontales o superficies antideslizantes

- Transformación de las intersecciones mediante obstrucciones como miniglorietas, plataformas elevadas reductoras de velocidad o pórticos de entrada a una zona urbana

2.5.4. Gestión del riesgo y del peligro.

Adicionalmente, el MSV (MTC, 2017) define el concepto de gestión de la seguridad vial como las regulaciones que promueven el tránsito ordenado e incrementan la seguridad desplegada en la estructura vial. Esta definición está ligada a medidas específicas que conllevan a obtener resultados eficientes en la gestión, las cuales son:

- Regulación de la velocidad: La proporción entre la reducción de la velocidad y la cantidad de accidentes fatales (a mayor velocidad, mayor cantidad de accidentes fatales) no puede ser ignorada al diseñar las vías. De esta forma, la velocidad deberá estar controlada por la frecuencia de ocurrencia de accidentes en el área, demanda vehicular y la importancia del espacio público.
- Orillas en la carretera: Se debe establecer un área contigua en la que no exista obstáculo alguno para darle una posible salida a un vehículo, también conocida como área segura en las orillas. Además, si el terreno es manejable, se puede añadir una “zona de recuperación” nivelada y de tránsito sencillo con la finalidad de prevenir abruptos movimientos vehiculares y disminuir el riesgo de choque con puntos duros (árboles, postes, señales, etc.), de otra forma, instalar protección idónea al obstáculo.
- Regulación de intersecciones: Instalando señalización apropiada como “ceda el paso” y “pare” (señales de observación vertical e indicadas en el pavimento) o dispositivos de semaforización colocados de forma acertada y con fases engranadas.

- Control de cruces peatonales: Si existe un flujo peatonal considerable se deben señalar claramente cruces peatonales, sino se debe establecer zonas de refugio para los peatones que cruzan una intersección.
- Inspección de estacionamientos: Se debe optar por los estacionamientos protegidos, ya que los vehículos estacionados de forma inadecuada sobre las vías son potenciales obstáculos peligrosos ante una posible maniobra intempestiva o afectan la visibilidad de los conductores para percibir a peatones que intentan cruzar una vía.
- Modificación de caminos: Cambiar la configuración actual del entorno de una vía, como establecer nuevos accesos o variar los límites de velocidad puede influir negativamente ante la costumbre de los conductores que transitan regularmente.
- Establecimiento de paraderos para el transporte público: Indicando convenientemente áreas apartadas como paraderos de buses (único acceso, única salida), permitirá mantener un flujo vehicular ininterrumpido, velando por la salud de los pasajeros, lo cual será complementado con aceras segregadas de la calzada, señalización acorde a los paraderos de transporte público y zonas de detención accesibles y uniformes.

3. Marco Metodológico

3.1. Enfoque de la investigación

Conforme a Hernández (2018), el procedimiento organizado que tiene la finalidad de estudiar una problemática específica puede ser de tres tipos: cuantitativo, cualitativo y mixto.

Hernández (2018) caracteriza al primero por estudiar fenómenos que se puedan medir bajo una estructura secuencial definida (planteamiento del problema, hipótesis, objetivos) y así generalizar el estudio hacia otros casos similares.

Hernández (2018) caracteriza al segundo por estudiar fenómenos desde la perspectiva de los participantes, sin un método estándar y es generalmente de carácter exploratorio.

Sabiendo esto, el trabajo realizado en la tesis tiene un enfoque mixto, ya que se realiza una Inspección de Seguridad Vial (ISV) que emplea una estructura secuencial definida, que no se extiende para situaciones afines. Esto debido a que, no se cuenta con una cantidad de datos de campo considerable ni herramientas de procesamiento probabilísticos/estadísticos, vale decir que la tesis tiene una finalidad enteramente exploratoria.

3.2. Diseño de la investigación

De acuerdo con Hernández (2018), el diseño es la estrategia elegida por el investigador para estudiar el problema planteado con la información conseguida y cumplir los objetivos generales y específicos. Esta puede ser de dos tipos: cuantitativo o cualitativo.

Hernández (2018) propone que el diseño cuantitativo se divide en experimental, con pruebas que se realizan en un laboratorio o bajo un nivel de control (preexperimental sin grupo de control, cuasi experimental y experimental puro con un grupo de control definido) y no experimental, con datos que se obtienen mediante un trabajo de campo. A su vez, el diseño no experimental puede ser de corte transversal, es decir que se realiza una recolección de datos en

un momento determinado o de corte longitudinal, con una recolección de datos durante un periodo prolongado de tiempo.

Asimismo, según Hernández (2018) tanto el diseño transversal como el longitudinal se subdividen en tres clases: el primero puede ser de carácter exploratorio (dar a conocer un fenómeno), descriptivo (caracterizar un fenómeno) o correlacional – causal (explicar una relación estrecha entre un fenómeno y sus variables), mientras que el segundo puede ser de tendencia (establecer un patrón de comportamiento en el tiempo con diferentes poblaciones), de evolución de grupo (estudiar los cambios del fenómeno en el tiempo con diferentes muestras) y de panel (estudiar un fenómeno en el tiempo usando una determinada población y muestra).

El diseño cualitativo generalmente es de carácter exploratorio, no experimental y de corte transversal.

Para alcanzar los objetivos planteados en esta tesis se propone un diseño cualitativo, no experimental, de corte transversal, con los dos primeros objetivos específicos de carácter descriptivo, el tercero de carácter exploratorio al igual que el objetivo general.

3.3. Área de estudio

Hernández (2018) expone que, el área de estudio se define como la zona específica que es objeto de estudio, la cual posee características singulares. También, Hernández (2018) señala que puede definirse como un periodo de tiempo durante el cual se va a recolectar la información necesaria relacionada al problema planteado.

Para este trabajo de tesis, el área de estudio está ubicada en el límite de los distritos Los Olivos y San Martín de Porres, comprendida por la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos. Además, el cruce es de tipo simple con empalme en T, con una circulación diaria considerable de vehículos y personas.

3.4. Población, muestra y muestreo

Basado en Hernández (2018), los conceptos de población, muestra y muestreo se presentan a continuación:

- **Población:** Según Hernández (2018), se puede entender como el grupo de elementos que poseen características comunes, en base a los que se estudia el problema planteado.
- **Muestra:** Según Hernández (2018), se puede entender como el grupo contenido en la población, extraído para obtener los datos. Este debe tener un tamaño mínimo representativo, si es que se trata de una muestra probabilística que generaliza los resultados del estudio realizado. Por otro lado, la muestra puede ser no probabilística, donde la elección de los elementos está asociada sólo al estudio que se realiza, para obtener resultados aislados, sin el objetivo de generalizarlos en la población.
- **Muestreo:** Según Hernández (2018), se puede entender como los métodos empleados para seleccionar la muestra de la población en estudio. Puede ser de tres tipos: muestreo aleatorio simple (los elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos), muestro estratificado (la muestra se sectoriza en grupos y se recolecta de cada uno de ellos una muestra) y muestro por racimos o conglomerados (las muestras se pueden obtener fácilmente en determinadas ubicaciones).

Es preciso mencionar que, debido a las circunstancias de la pandemia, los conceptos metodológicos de población, muestra y muestreos mencionados anteriormente no se emplean, ya que nuestro medio principal de visualización de la problemática planteada en el diseño de la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos será el programa *Google Earth* y la herramienta *Google Street View*.

3.5. Técnica e instrumento de recolección de datos

Hernández (2018) indica que, la recolección de datos siempre está basada en un procedimiento minucioso escogido por la persona o grupo que lo realiza. Por lo que, un diseño cuantitativo tiene las siguientes técnicas disponibles: encuestas (cuestionario definido con preguntas cerradas y/o abiertas como instrumento), análisis de contenido cuantitativo, la observación, las pruebas estandarizadas e inventarios, etc.

Del mismo modo, Hernández (2018) afirma que un diseño cualitativo tiene como técnica principal a la observación cualitativa (entrevista informal, exploratoria o a profundidad como instrumento, basada en una guía de preguntas), la cual puede ser no participante, de participación pasiva, de participación moderada o de participación completa en el entorno por parte del investigador, trabajando con una bitácora de campo para anotar las incidencias durante la observación.

Como se menciona al inicio del capítulo 3, el enfoque es mixto, ya que se realizará como principal actividad la observación cuantitativa y cualitativa no participante, una prueba estandarizada como la ISV, todo esto bajo una modalidad virtual.

3.6. Herramientas para el procesamiento de datos

Luego de haber recolectado la información requerida, Hernández (2018) plantea que estos datos deben analizarse cuantitativamente mediante un software estadístico como el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (IBM® SPSS) o Minitab®, examinando el nivel de confianza y de validación que estos programas ofrecen.

En esa misma línea, Hernández (2018) propone que, en el caso del análisis cualitativo, la recolección y el procesamiento de datos suceden simultáneamente, basados en las imágenes obtenidas de los movimientos de los participantes y percepciones de los involucrados, a fin de comprender el planteamiento del problema y explorar alternativas de mejora.

Sin embargo, en el trabajo de tesis no se usan herramientas de análisis estadístico o de procesamiento de datos, puesto que las imágenes de *Google Earth* brindan información acerca de la situación de la seguridad, el estado de la infraestructura y el comportamiento de los usuarios como características principales que son objeto de estudio, y no será posible acceder a datos numéricos como mediciones de velocidades pico, nivel de servicio vehicular durante un periodo determinado o colas vehiculares.

También, se debe recalcar que el estudio es de corte exploratorio, no probabilístico, por lo que no es estrictamente necesario el uso del software mencionado en el primer párrafo.

3.7. Metodologías para evaluar la seguridad vial de una zona urbana

3.7.1. Uso del programa *Google Earth* y el complemento *Street View*.

De acuerdo con lo mencionado en el apartado Limitaciones y alcance del capítulo 1, debido a las condiciones sanitarias al momento de realizar el trabajo, se replantea el enfoque hacia una modalidad virtual. Por tal motivo, se opta por emplear el mundialmente conocido software de navegación geográfica *Google Earth*, con el que se tiene acceso abierto a una representación tridimensional del planeta Tierra, imágenes satelitales, fotografías aéreas y mapas de cualquier zona específica, tal como se puede apreciar en la Figura 21.



Figura 21. Representación tridimensional del planeta Tierra, señalando a la ciudad de Lima - Perú.

Fuente: Google Earth, 2019.

Asimismo, los programas de geolocalización como *Google Maps* o *Google Earth* cuentan con una herramienta denominada *Google Street View* para navegar a lo largo de las calles, observando fotografías panorámicas de las mismas con posibilidad de movimiento en 360°, simulando una recolección de datos en campo (Figura 22).



Figura 22. Vista de navegación 360° en Palmer Avenue, New York.

Fuente: Google Maps Help, 2019.

En esencia, *Google Earth* y *Google Street View* son usados para observar la distribución del espacio urbano y el diseño de la intersección vial, de modo que, basados en una Inspección de Seguridad Vial, se realizan las anotaciones pertinentes sobre los fenómenos y tendencias como la actualidad de la infraestructura en la zona, los niveles de seguridad y el comportamiento de los usuarios al desplazarse. Conforme a ello, se plantean alternativas de mejora del diseño actual de la intersección, de modo que se comprueben las hipótesis planteadas y alcancen los objetivos planteados inicialmente en el trabajo de tesis.

3.7.2. Estudio preliminar para evaluar la calidad de los espacios públicos basado en doce criterios elementales.

Conforme al capítulo 2, la configuración del espacio público es trascendental para brindar una mejor calidad de vida a los ciudadanos. Bajo esta premisa, Gehl et al. (2006) propone evaluar cualitativamente la condición actual de una zona urbana empleando doce criterios fundados en el resguardo, la comodidad y el disfrute de los ciudadanos.

- **Calidad en resguardo:** Según Gehl et al. (2006), se estudia el nivel de protección que ofrece el espacio público en lo que respecta a la movilidad y tráfico, el crimen, las condiciones climáticas y del entorno que resulten desfavorables para la gente.
- **Calidad en comodidad:** Según Gehl et al. (2006), se estudia el nivel de confort u oportunidades que ofrece el espacio público en lo que respecta a la movilidad y al beneficio de permanecer en la zona urbana para desarrollar relaciones interpersonales (conversar, escuchar, ver, etc.).
- **Calidad en disfrute:** Según Gehl et al. (2006), se estudia el nivel de goce que ofrece el espacio público en lo que respecta al sentido de inferioridad del peatón frente a estructuras de gran envergadura, a la posibilidad de disfrutar del clima en condiciones apropiadas y a la agradable visibilidad del entorno.

Entonces, la calificación obtenida por el espacio público según cada uno de los criterios de calidad podrá ser de tres tipos:

- Se cumple con el criterio evaluado 
- No se puede afirmar ni negar el cumplimiento del criterio evaluado 
- No se cumple con el criterio evaluado 

Cabe recalcar que este estudio cualitativo se plantea como una apreciación inicial del caso de estudio, el cual sirve como punto de partida a la Inspección de Seguridad Vial que se presenta más adelante.

A continuación, la Tabla 6 presenta una posible lista de chequeo con la que se puede organizar mejor el análisis primario que se realiza a un espacio público en específico.

Tabla 6. Criterios de calidad del espacio público

CRITERIOS			
RESGUARDO	1. RESGUARDO CONTRA tráfico y accidentes	2. RESGUARDO CONTRA: crimen y violencia	3. RESGUARDO CONTRA: experiencias sensoriales desagradables
	Protección para peatones	Ambiente público acogedor	Sol, calor
	Protección para ciclistas	Vida en la calle	Viento
	Otros accidentes: estado de infraestructura	Funciones que se superponen día y noche	Lluvia
		Buena iluminación	Contaminación atmosférica
COMODIDAD	4. OPORTUNIDADES PARA: movilizarse	5. OPORTUNIDADES PARA: permanecer, pararse	6. OPORTUNIDADES PARA: sentarse
	Espacios, recorridos para caminar	Efecto borde, zonas atractivas para permanecer, pararse	Zonas atractivas para sentarse
	Fachadas interesantes	Apoyo para permanecer, pararse	Maximiza ventajas para sentarse: vistas, sombra, gente
	No obstáculos	Puntos definidos para permanecer, pararse	Buenos lugares para sentarse: mobiliario
	Superficies, texturas adecuadas		
	Accesibilidades para todos		
	7. OPORTUNIDADES PARA: ver	8. OPORTUNIDADES PARA: oír, hablar	9. OPORTUNIDADES PARA: jugar y ejercitarse
	Distancias de visibilidad	Bajo nivel de ruido	Invitación a realizar actividades físicas, ejercitarse
	Vistas sin obstáculos	Mobiliario urbano que proporciona "paisajes para hablar"	Entretenimiento callejero, actividades de juegos: día y noche
	Vistas interesantes		Entretenimiento callejero, actividades de juegos: durante todo el año
Iluminación (cuando es obscuro)			
DISFRUTE	10. ESCALA	11. OPORTUNIDADES PARA DISFRUTAR LOS ASPECTOS POSITIVOS DEL CLIMA	12. EXPERIENCIAS SENSORIALES POSITIVAS
	Edificios y espacios diseñados a escala humana	Sol - sombra	Buen diseño y detalles
		Calor - frío	Buenos materiales
		Abrigo / aprovechamiento del viento - brisa	Buenas vistas
		Árboles, plantas, vistas	

La Tabla 6 muestra la lista de chequeo para evaluar la calidad del espacio público según los doce criterios elementales.

Fuente: Gehl Institute, s.f.

3.7.3. Estrategias preventivas y reactivas.

Fundamentado en el MSV (MTC, 2017), para evaluar la seguridad vial en una zona es necesario definir la etapa en que se encuentra la infraestructura vial que es objeto de nuestro estudio (factibilidad, diseño, construcción o puesta en servicio). Esto se debe a que existen medidas que pueden implementarse a fin de anticipar la ocurrencia de algún accidente y que son consideradas durante el estudio de factibilidad o el diseño preliminar de la infraestructura, conocidas como estrategias preventivas. Por otra parte, hay métodos o cambios que se establecen luego de haber experimentado una serie de sucesos desafortunados en cuanto a la salud y seguridad de las personas. De tal manera que, se proponen modificaciones después de un estudio durante la etapa de servicio y circulación, denominadas estrategias reactivas.

- Son consideradas estrategias preventivas: evaluación de seguridad vial, auditoría de seguridad vial e inspección de seguridad vial.
- Son consideradas estrategias reactivas: gestión de la seguridad de la red y tratamiento de puntos negros (zonas de un alto índice de concentración de ocurrencia de accidentes de tránsito).

3.7.4. Auditoría de Seguridad Vial (ASV).

Según el MSV (MTC, 2017), es un tipo de estrategia preventiva que se caracteriza por ser un procedimiento enteramente formal de evaluación a vías en ejecución o en fase de diseño, realizado por un equipo especializado de profesionales y técnicos en temas de seguridad vial. El equipo de trabajo examina la seguridad vial de la zona en estudio mediante unos documentos llamados listas de chequeo, que pueden darnos un vistazo general de la situación actual del espacio urbano o tener un nivel de detalle que se contrastará con la lista de chequeo maestra.

La Figura 23 muestra las interrogantes que se plantean para entender las características esenciales de una ASV, relacionadas al periodo de ejecución, fase en el ciclo de vida de la vía a examinar y personal involucrado en el proyecto



Figura 23. Interrogantes planteadas para entender la esencia de una Auditoría de Seguridad Vial.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017.

3.7.5. Inspección de Seguridad Vial (ISV).

El MSV (MTC, 2017) establece que una ISV es un tipo de estrategia preventiva semejante a una ASV, pero sin la formalidad característica, que estudia una vía en la fase de puesta en servicio. Vale decir que, es una verificación mucho más modesta y sin tanto

requerimiento de especialización, que se realiza cada cierto tiempo para detectar anomalías en las redes viales que puedan ser causales de un potencial accidente.

Para que este procedimiento se logre a cabalidad, debe involucrar la participación de profesionales y/o especialistas con conocimientos profundos en temas de movilidad y seguridad vial, así como los encargados de proporcionar financiamiento y los datos del proyecto. En efecto, el MSV (MTC, 2017) señala tres actores principales que participan en una ISV, los cuales son: la entidad contratante, el equipo inspector y el proyectista.

La Figura 24 muestra las interrogantes que se plantean para entender las características esenciales de una ISV, relacionadas al periodo de ejecución, fase en el ciclo de vida de la vía a examinar, personal involucrado en el proyecto y consecuencias del estudio realizado.

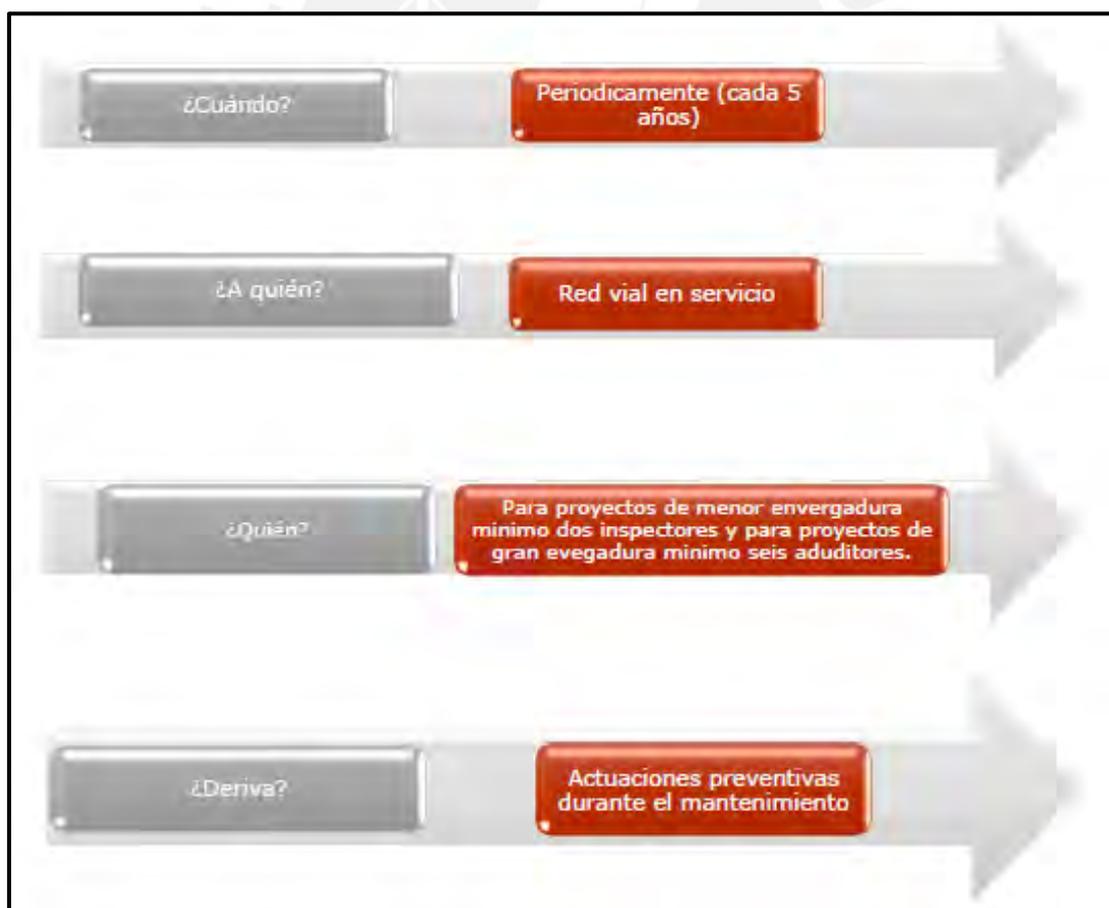


Figura 24. Interrogantes planteadas para entender la esencia de una Inspección de Seguridad Vial.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017.

Por otro lado, es conveniente mencionar que según el MSV (MTC, 2017) los objetivos fundamentales cuando se realiza una ISV son: disminuir el riesgo de ocurrencia de accidentes, evitar que se produzcan accidentes de gravedad y, por ende, aminorar los gastos que se generan cuando ocurre un siniestro (atención de emergencias, gastos en reparación de infraestructura, etc.). Así, mediante un procedimiento sistemático, se resaltan las falencias en una vía o intersección vial y posteriormente, se proponen intervenciones en la configuración actual que resuelvan las carencias enumeradas inicialmente, siempre buscando conservar la salud de los usuarios que transitan en la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos (esencialmente peatones y conductores).

3.7.6. Procedimiento estándar para la elaboración de una ISV.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el Manual de Seguridad Vial (2017) define un flujo sistemático para realizar una ISV, el cual se representa en la Figura 25. Basado en este documento, la aplicación metodológica está compuesta por la delimitación de la zona de estudio dentro de la intersección, considerando el apoyo del equipo conformado por el asesor de tesis, la asistente del asesor y el alumno, la recolección de información de la intersección mediante *Google Earth* y *Google Street View*, la elaboración de listas de chequeo, construcción de matrices de análisis de riesgo y planteamiento de la propuesta de mejora del diseño vial.



Figura 25. Diagrama de flujo para la elaboración de una Inspección de Seguridad Vial.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017. Autoría propia.

3.7.7. Listas de chequeo.

Conforme a lo que se presenta en el MSV (MTC, 2017), un elemento complementario que interviene en una ASV o ISV es la lista de chequeo. Estas son usadas como herramienta directriz por parte del equipo multidisciplinario encargado de realizar el estudio, en dos grupos: lista de chequeo maestra, que engloba los aspectos generales a analizar durante la inspección y lista de chequeo detallada (Tabla 7), en la que se precisa el estudio de cada uno de los elementos propuestos en la lista de chequeo maestra.

Por consiguiente, las principales características de las listas de chequeo son:

- Permiten realizar un estudio sistematizado de cada una de las partes que conforman la estructura vial (peatones, conductores y espacio urbano)
- Brindan apoyo a los profesionales para resaltar falencias o defectos en la zona estudiada
- No existe un estándar definitivo, ya que puede cambiar la forma de los aspectos o temas a tratar a medida que se va realizando el estudio
- Incrementa su eficiencia dependiendo de la experiencia de los profesionales involucrados en temas afines a la seguridad vial (ingenieros civiles, equipo auditor, proyectistas e inspectores)

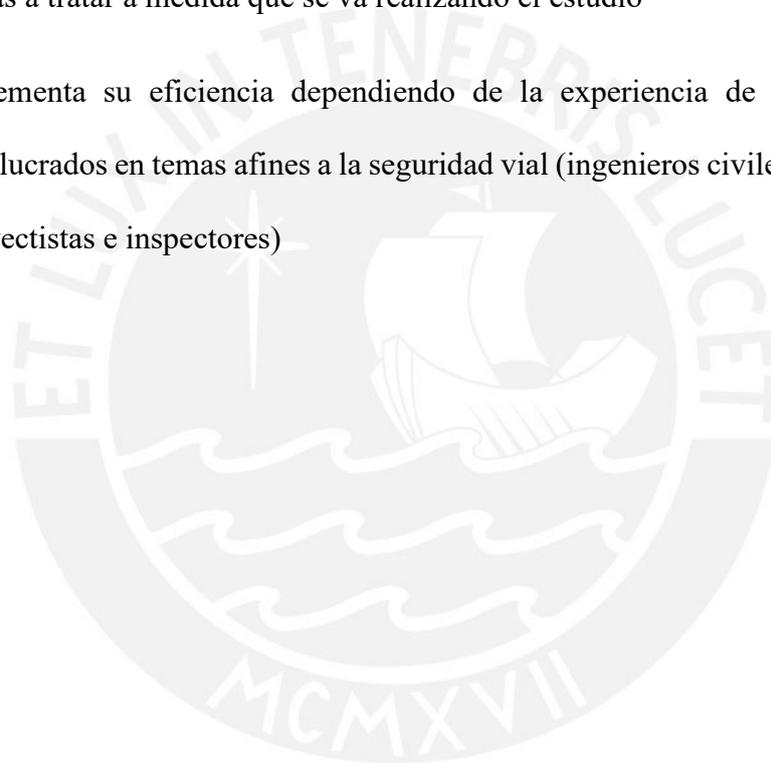


Tabla 7. Lista de Chequeo para ISV

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	1 SEÑALES VERTICALES
JEFE DEL EQUIPO			
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			COMENTARIOS
1.1	Generalidades de las Señales Verticales		
1	¿Son visibles y entendibles con sólo una mirada todas las señales verticales, incluyendo las señales variables?		
2	¿Existen señales verticales que puedan confundir?		
3	¿Entregan mensajes claros y sencillos a los usuarios? Ej. Íconos en vez de textos.		
4	¿Existen señales verticales son las necesarias?		
5	¿Existe concordancia entre las señales verticales y las señales horizontales?		
6	¿Existen obstáculos (árboles, luminarias, señales, paraderos, etc.), que impidan la visión de las señales verticales?		
7	¿Existe evidencia de vandalismo o pintado de grafitis?		
8	¿Existe evidencia de robo de señales verticales?		
9	¿Hay necesidad de colocar señalización vertical para ciclistas, motociclistas u otros?		
10	¿Hay señales verticales que limiten la visibilidad en accesos e intersecciones?		
1.2	Presencia y efectividad de las Señales Verticales Reglamentarias		
11	¿Se encuentran y son visibles todas las señales reglamentarias requeridas?		
12	¿Están ubicadas correctamente? (Altura, distancia de la berma y en el lugar apropiado).		
13	¿Son visibles de día a una distancia adecuada?		
14	¿Son visibles de noche a una distancia adecuada?		
15	¿Son legibles de día a una distancia adecuada?		
16	¿Son legibles de noche a una distancia adecuada?		
17	En las intersecciones, ¿es preciso señalar quién tiene la prioridad?		
1.3	Presencia y efectividad de las Señales Verticales Preventivas		
18	¿Se encuentran y son visibles todas las señales preventivas requeridas?		
19	¿Están ubicadas correctamente? (Altura, posición con respecto a la berma y a la distancia apropiada de la situación que advierten).		
20	¿Existen contradicciones entre el mensaje de la señal y la situación existente en la ruta?		
21	¿Son visibles de día a una distancia adecuada?		
22	¿Son visibles de noche a una distancia adecuada?		
23	¿Son legibles de día a una distancia adecuada?		
24	¿Son legibles de noche a una distancia adecuada?		
25	¿Se aplican restricciones para alguna clase de vehículos?		
26	Si se aplican restricciones para algún tipo de vehículo, ¿se les indica a los conductores rutas alternativas?		
27	¿Será necesaria cada restricción?		

La Tabla 7 muestra un ejemplo de una lista de chequeo detallada usada en una Inspección de Seguridad
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017.

3.7.8. Evaluación del riesgo potencial según el *Austroads Research Report*.

Según el *Austroads Research Report* (Austroads, 2012), un aspecto que es recomendable considerar cuando se realiza un estudio de seguridad vial es el riesgo potencial (concepto explicado en el capítulo 2) que representa cada una de las características y/o falencias que halladas en las vías.

En primer lugar, se debe conocer la frecuencia de ocurrencia de siniestros, en base a estadísticas reales como en la Figura 27 o, a falta de documentación que corrobore la siniestralidad, esta puede ser definida por la experiencia de los profesionales a cargo del estudio. Así, la frecuencia puede ser clasificada como: frecuente (una o más veces semanales), común (una o más veces anuales), ocasional (una vez cada 5 años) o poco frecuente (no hay registros de accidentes en los últimos 5 años).

En segundo lugar, se necesita averiguar el nivel de severidad de los siniestros ocurridos en el espacio elegido, al igual que la frecuencia de siniestralidad, puede estar basada en estadísticas concretas (Figura 26) o en base al conocimiento y nivel de deducción de los profesionales involucrados. Considerando esto, la severidad de los siniestros puede ser de 4 niveles: menor (lesiones no significativas a daños en el entorno), moderada (lesiones graves a lesiones no significativas), significativa (lesiones graves a incapacitantes) o grave (lesiones incapacitantes a mortales).

Por último, definidas las clasificaciones de la frecuencia y la severidad de los hallazgos, el nivel de riesgo potencial puede ser de 4 tipos: bajo, medio, alto o muy alto. De esta forma, la matriz de evaluación propuesta en el *Austroads Research Report* es tal como se muestra en la Tabla 8.

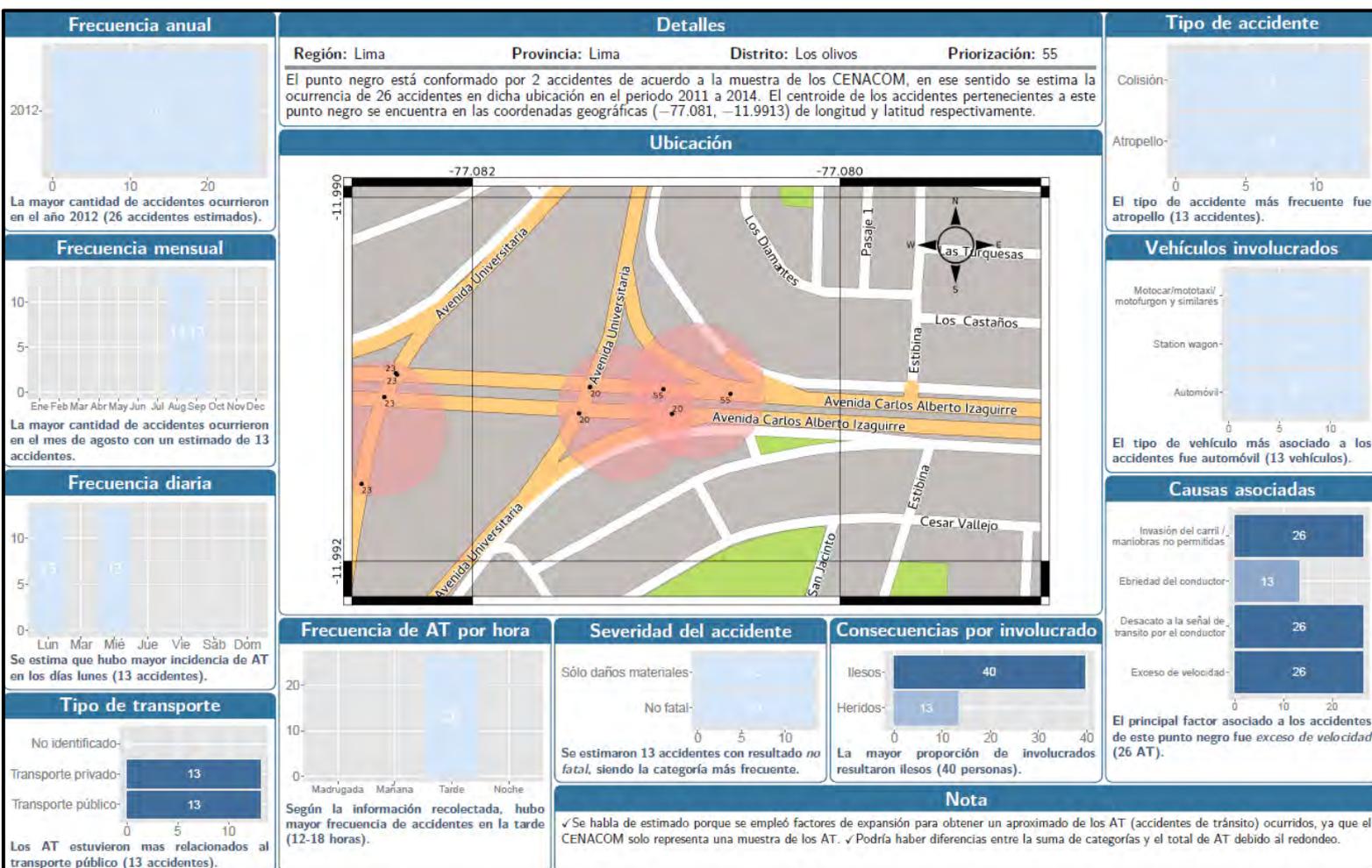


Figura 26. Estadísticas de la frecuencia y el nivel de severidad de accidentes en la intersección de avenidas Universitaria y Carlos Izaguirre.

Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2015.

Tabla 8. Matriz de análisis del nivel de riesgo potencial

NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

La Tabla 8 muestra los criterios de frecuencia y severidad de los accidentes para calificar el nivel de riesgo potencial como bajo, medio, alto o muy alto.

Fuente: Austroads, 2012.

4. Presentación Detallada del Caso de Estudio, Uso de Google Earth-Street View y Aplicación Metodológica

4.1. Presentación detallada del caso de estudio

4.1.1. Delimitación de la zona urbana a examinar.

En la Figura 27 se resalta el área de estudio escogida en esta tesis, así como también se muestra la distribución de las calles y establecimientos en las inmediaciones del cruce de avenidas Universitaria y Los Olivos.

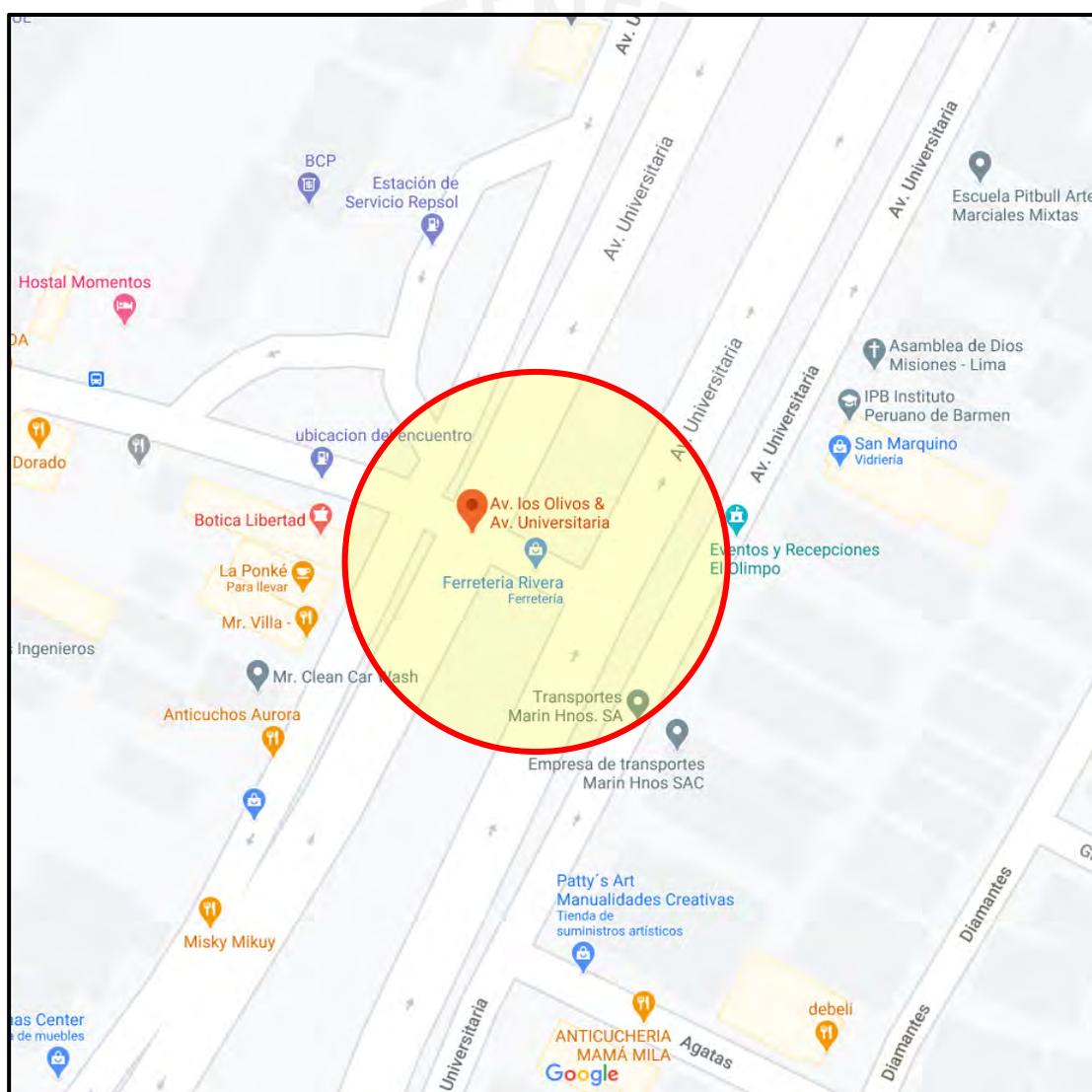


Figura 27. Vista de mapa señalando el área de estudio de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Google Maps, 2019.

4.1.2. Caracterización del área de estudio: detalles de las vías de acceso y la intersección de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

Se observa que en las inmediaciones de la intersección existen establecimientos variados (restaurantes, farmacias, mercados, alojamiento, instituciones educativas, centros de salud). También, la Av. Universitaria es una de las avenidas más importantes de Lima Metropolitana, por lo que diariamente es recorrida por una notable cantidad de vehículos. Análogamente, a lo largo de la Av. Los Olivos se ubican paraderos de transporte público y de la red alimentadora del Metropolitano, así como en las cercanías de la avenida existen colegios, bazares y otros negocios menores.

Por otro lado, las vías y el cruce poseen detalles valiosos que es preciso conocer para realizar una caracterización completa del área de estudio seleccionada, tales como: tipo de intersección, sentido de circulación, número de carriles, vías auxiliares, ubicación de los paraderos, señalizaciones, semáforos, etc.

- Tipo de intersección: Intersección simple con empalme en T
- Sentido de circulación en ambas vías: Doble sentido
- Número de carriles de la avenida Universitaria: 6 (3 de norte a sur y 3 de sur a norte)
- Número de carriles de la avenida Los Olivos: 2
- Vías auxiliares: 2 (1 de norte a sur y 1 de sur a norte correspondientes a la avenida Universitaria)
- Ubicación de los paraderos: Paraderos establecidos de modo informal
- Ubicación de cruces peatonales: Sin presencia de cruces peatonales

- Señalizaciones verticales: Nula señalización vertical
- Señalizaciones horizontales: Carece de señalización horizontal adecuada
- SemafORIZACIÓN: No cuenta con semáforos que regulen la circulación en la intersección
- Estado de la calidad de las vías: Estado actual de la carretera es descuidado, donde predominan zonas abruptas como baches o agujeros que dificultan el tránsito seguro y fluido de los vehículos

De esta manera, el cruce de avenidas se convierte en una zona de tránsito considerable, con un potencial de mejora del espacio público en favor de reducir el riesgo que existe al acceder a los puntos de interés mencionados.

4.2. Uso de Google Earth y Street View

4.2.1. Imágenes satelitales de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

Como se puede apreciar, la figura 28 muestra el panorama en 3D de la intersección vial y la red de carreteras que tienen acceso al cruce y en la figura 29 se distingue una imagen 2D más focalizada en la intersección vial.

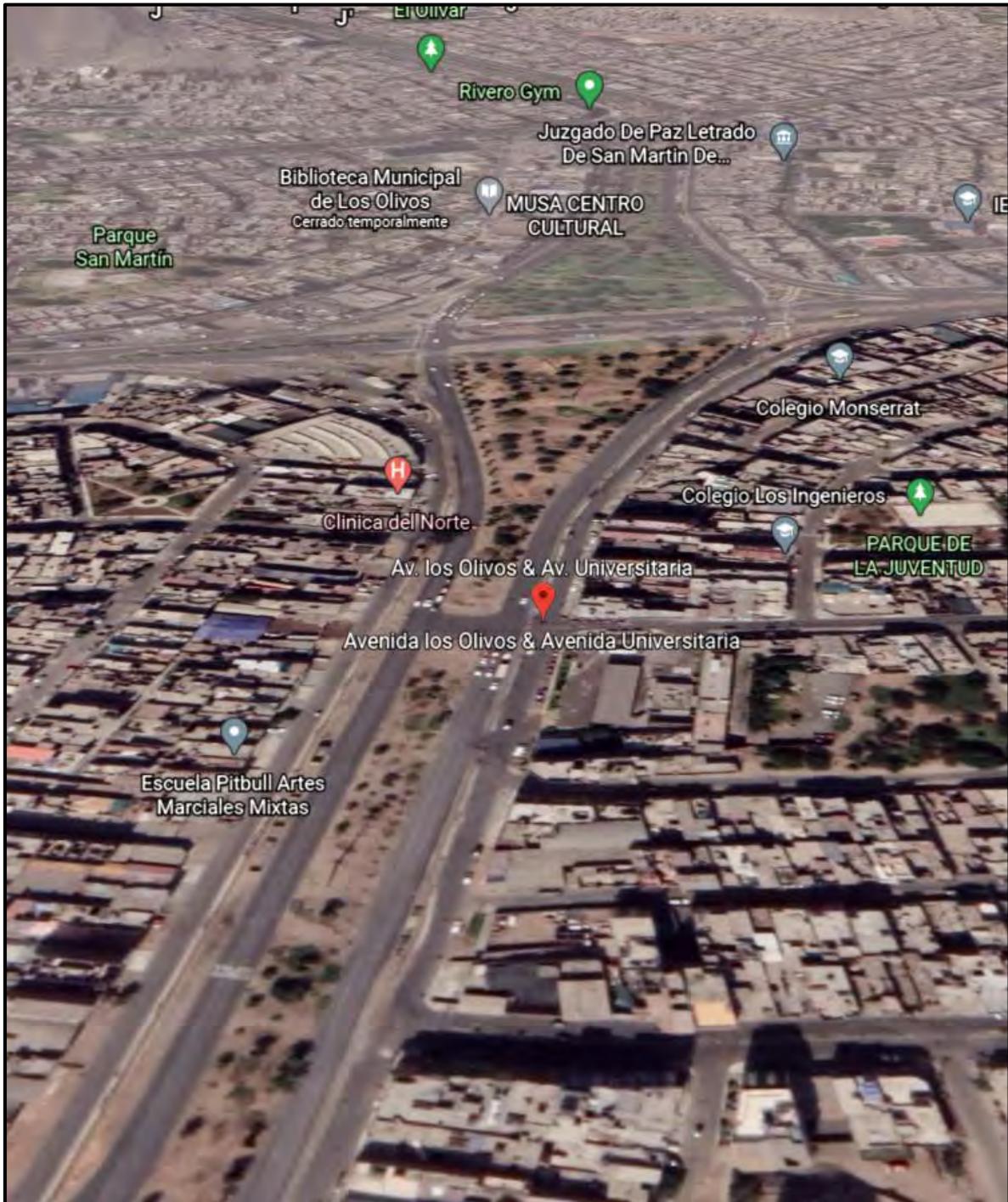


Figura 28. Imagen satelital 3D del panorama alrededor de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Google Maps, 2019.

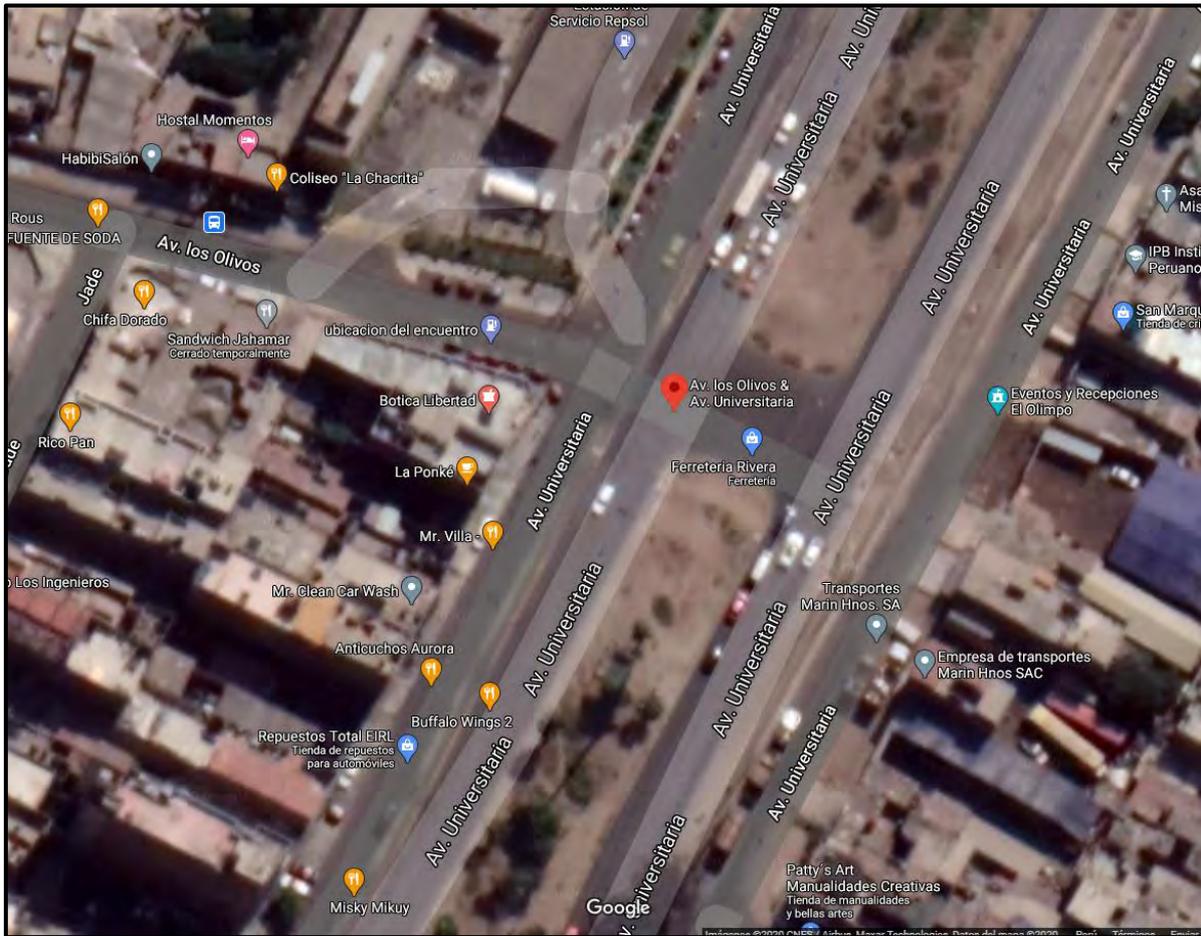


Figura 29. Imagen satelital 2D de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Google Maps, 2019.

4.2.2. Recorrido detallado de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos usando el complemento Street View.

Según lo expuesto anteriormente, la intersección vial posee una serie de características que han sido evaluadas mediante imágenes obtenidas usando la herramienta *Street View* de *Google Earth*.

En ese sentido, la Figura 30 exhibe los puntos georreferenciados en un mapa general de la intersección de cada una de las características presentadas previamente, asignando una numeración correspondiente.

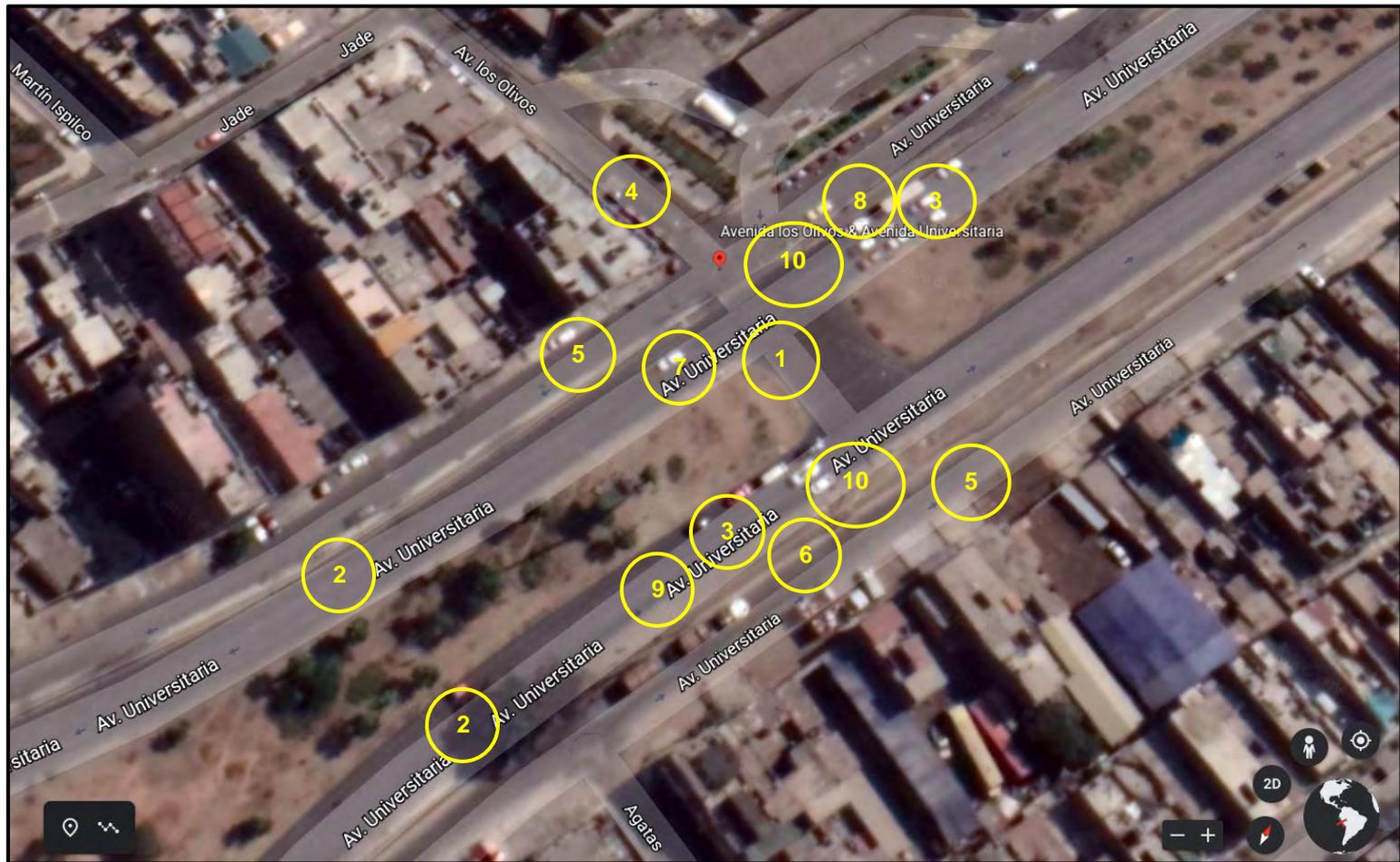


Figura 30. Imagen satelital 2D con los hallazgos enumerados de las características de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Google Maps, 2019.

Así también, se considera apropiado organizar estos detalles importantes de las vías en una tabla de hallazgos con las imágenes obtenidas (Tabla 9), basándonos en el modelo que propuso la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, en el documento “Guía de Auditorías de Seguridad Vial en Vías Urbanas”. Esta tabla se muestra por completo en el Anexo B del documento, junto al Anexo A que presenta la imagen satelital 2D con los hallazgos numerados.

Tabla 9. Hallazgos en la intersección vial

Hallazgo No. 1

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria y Av. Los Olivos – SMP	Tipo de intersección
Descripción de la característica identificada:		Imagen 1 (hallazgo):
Intersección simple con empalme en T		

Hallazgo No. 2

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38	Sentido de circulación en ambas vías
Descripción de la característica identificada:		Imagen 2 (hallazgo):
Vías con circulación de doble sentido		

La Tabla 9 enumera las características de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos, representadas con una imagen y descripción obtenida usando el complemento Street View.

Fuente: Basado en la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, 2017.

4.3. Aplicación metodológica

4.3.1. Evaluación preliminar para conocer la calidad del espacio urbano en el cruce de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Como primer paso en la sección de aplicación metodológica, se aplica la metodología de estudio de la calidad de los espacios públicos, que facilita una idea inicial acerca del estado actual de la intersección y sus inmediaciones.

Es así como, gracias a la información de los hallazgos expuesta en la Tabla 9 y por medio de la lista de chequeo propuesta en la Tabla 6, se puede resumir los detalles de los factores de calidad relacionados al resguardo, comodidad y disfrute (Tabla 10).

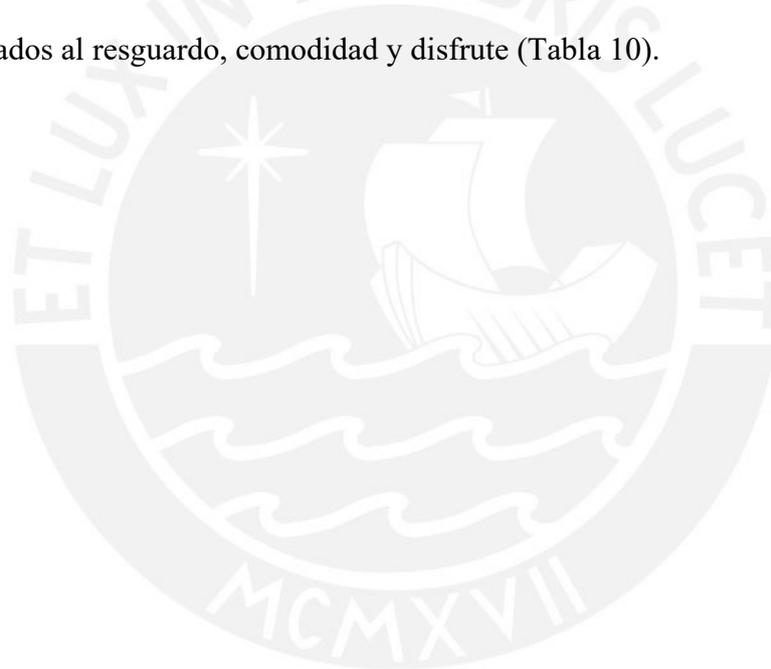


Tabla 10. Características de la calidad de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos

CRITERIOS			
RESGUARDO	1. RESGUARDO CONTRA: tráfico y accidentes 	2. RESGUARDO CONTRA: crimen y violencia 	3. RESGUARDO CONTRA: experiencias sensoriales desagradables 
	<input type="checkbox"/> Protección para peatones	<input type="checkbox"/> Ambiente público acogedor	<input type="checkbox"/> Sol, calor
	<input type="checkbox"/> Protección para ciclistas	<input checked="" type="checkbox"/> Vida en la calle	<input type="checkbox"/> Viento
	<input type="checkbox"/> Otros accidentes: estado de infraestructura	<input checked="" type="checkbox"/> Funciones que se superponen día y noche	<input type="checkbox"/> Lluvia
	<input type="checkbox"/> Buena iluminación	<input type="checkbox"/> Contaminación atmosférica	<input type="checkbox"/> Polvo, ruido, reflejos
COMODIDAD	4. OPORTUNIDADES PARA: movilizarse 	5. OPORTUNIDADES PARA: permanecer, pararse 	6. OPORTUNIDADES PARA: sentarse 
	<input type="checkbox"/> Espacios, recorridos para caminar	<input type="checkbox"/> Efecto borde, zonas atractivas para permanecer, pararse	<input type="checkbox"/> Zonas atractivas para sentarse
	<input type="checkbox"/> Fachadas interesantes	<input type="checkbox"/> Apoyo para permanecer, pararse	<input type="checkbox"/> Maximiza ventajas para sentarse: vistas, sombra, gente
	<input checked="" type="checkbox"/> No obstáculos	<input checked="" type="checkbox"/> Puntos definidos para permanecer, pararse	<input type="checkbox"/> Buenos lugares para sentarse: mobiliario
	<input type="checkbox"/> Superficies, texturas adecuadas		
	<input type="checkbox"/> Accesibilidades para todos		
	7. OPORTUNIDADES PARA: ver 	8. OPORTUNIDADES PARA: oír, hablar 	9. OPORTUNIDADES PARA: jugar y ejercitarse 
<input checked="" type="checkbox"/> Distancias de visibilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo nivel de ruido	<input type="checkbox"/> Invitación a realizar actividades físicas, ejercitarse	
<input type="checkbox"/> Vistas sin obstáculos	<input type="checkbox"/> Mobiliario urbano que proporciona "paisajes para hablar"	<input type="checkbox"/> Entretenimiento callejero, actividades de juegos: día y noche	
<input type="checkbox"/> Vistas interesantes		<input type="checkbox"/> Entretenimiento callejero, actividades de juegos: durante todo el año	
<input type="checkbox"/> Iluminación (cuando es oscuro)			
DISFRUTE	10. ESCALA 	11. OPORTUNIDADES PARA DISFRUTAR LOS ASPECTOS POSITIVOS DEL CLIMA 	12. EXPERIENCIAS SENSORIALES POSITIVAS 
	<input checked="" type="checkbox"/> Edificios y espacios diseñados a escala humana	<input type="checkbox"/> Sol - sombra	<input type="checkbox"/> Buen diseño y detalles
		<input type="checkbox"/> Calor - frío	<input type="checkbox"/> Buenos materiales
		<input type="checkbox"/> Abrigo / aprovechamiento del viento - brisa	<input type="checkbox"/> Buenas vistas
		<input type="checkbox"/> Árboles, plantas, vistas	

La Tabla 10 muestra las características de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos en la lista de chequeo de los doce criterios elementales.

Fuente: Gehl Institute, s.f.

4.3.2. Elaboración de la lista de chequeo como base para realizar la Inspección de Seguridad Vial.

En esta sección, se enfocan los puntos clave de la lista de chequeo, que abordarán las características de los hallazgos enumerados en la Tabla 7. Luego, se identifican y clasifican detalladamente las particularidades del caso de estudio.

Por consiguiente, basándonos en publicaciones como “*FHWA Road Safety Audit Guidelines*” del U.S. Department of Transportation, “*Guide to Road Safety Part 6: Road Safety Audit*” de Austroads y la “*Guía de Auditorías de Seguridad Vial*” de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, se orientó la lista hacia aspectos como oportunidades para caminar, circulación vehicular y elementos reguladores del tránsito, destacando los siguientes:

- Diseño y distribución del espacio
- Condiciones actuales: calidad y dificultades
- Conectividad vial
- Iluminación
- Visibilidad
- Accesos a las vías
- Control del tráfico vehicular
- Señalizaciones horizontales y verticales
- Semaforización

A modo de ejemplo, las Tablas 11 y 12 representan la forma que tendrá la lista de chequeo elaborada para la ISV adjunta en el Anexo C del trabajo de tesis.

Tabla 11. *Modelo de lista de chequeo*

Issue	Yes	No
6.1 Road alignment and cross-section		
6.1.1 Visibility; sight distance		
Is sight distance adequate for the speed of traffic using the route?		
Is adequate sight distance provided for intersections and crossings? (for example, pedestrian, cyclist, cattle, railway)		
Is adequate sight distance provided at all private driveways and property entrances?		
6.1.2 Design speed		
Is the horizontal and vertical alignment suitable for the (85th percentile) traffic speed?		
If not: <ul style="list-style-type: none"> ▪ are warning signs installed? ▪ are advisory speed signs installed? 		
Are the posted advisory speeds for curves appropriate?		
6.1.3 Speed limit/speed zoning		
Is the speed limit compatible with the function, road geometry, land use and sight distance?		
6.1.4 Overtaking		
Are safe overtaking opportunities provided?		
6.1.5 Readability by drivers		
Is the road free of elements that may cause confusion? For example: <ul style="list-style-type: none"> ▪ is alignment of the roadway clearly defined? ▪ has disused pavement (if any) been removed or treated? ▪ have old pavement markings been removed properly? ▪ do tree lines follow the road alignment? ▪ does the line of street lights or the poles follow the road alignment? 		
Is the road free of misleading curves or combinations of curves?		
6.1.6 Widths		

La Tabla 11 muestra una lista de chequeo detallada usada en una Inspección de Seguridad Vial.

Fuente: Austroads, 2009.

Tabla 12. *Modelo de lista de chequeo*

Issue	Yes	No
Are medians and islands of adequate width for the likely users?		
Are traffic lane and carriageway widths adequate for the traffic volume and mix?		
Are bridge widths adequate?		
6.1.7 Shoulders		
Are shoulders wide enough to allow drivers to regain control of errant vehicles?		
Are shoulders wide enough for broken-down or emergency vehicles to stop safely?		
Are shoulders sealed?		
Are shoulders traffickable for all vehicles and road users? (i.e. are shoulders in good condition)		
Is the transition from road to shoulder safe? (no drop-offs)		
6.1.8 Crossfalls		
Is appropriate superelevation provided on curves?		
Is any adverse crossfall safely managed (for cars, trucks, etc.)?		
Do crossfalls (carriageway and shoulder) provide adequate drainage?		
6.1.9 Batter slopes		
Are batter slopes traversable by cars and trucks that run off the road?		
6.1.10 Drains		
Are roadside drains and culvert end walls traversable?		
6.2 Auxiliary lanes		
6.2.1 Tapers		
Are starting and finishing tapers located and aligned correctly?		
Is there sufficient sight distance to the end of the auxiliary lane?		
6.2.2 Shoulders		
Are appropriate shoulder widths provided at merges?		

La Tabla 12 muestra una lista de chequeo detallada usada en una Inspección de Seguridad Vial.

Fuente: Austroads, 2009.

4.3.3. Inspección de Seguridad Vial realizada en la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

Conforme a lo mencionado en el inciso 4.3.2, corresponde describir cada una de las deficiencias encontradas en los puntos clave de la Tabla 8 y recomendar acciones a tomar en cuenta para mejorar el desempeño de la intersección.

a. Diseño y distribución del espacio

- La intersección evidencia una comunicación deficiente con el peatón que la recorre, puesto que no existen cruces demarcados en las vías que indiquen por donde puede transitar de manera segura.
 
- También, se percibe la ausencia de paraderos de autobuses correctamente establecidos, lo que favorece el caos al momento de ingresar o descender de un vehículo de transporte público.
 
- Asimismo, existe una zona de áreas verdes en el centro de los carriles de la Av. Universitaria usada como zona de refugio para los peatones que desean cruzar, la cual no brinda una protección eficaz ante eventuales siniestros en la intersección.
 

b. Condiciones actuales: calidad y dificultades

- El estado actual de las vías en la intersección no vela por la seguridad de los vehículos que circulan, ya que carecen del mantenimiento necesario.



- No hay un espacio prudente destinado para que los pasajeros esperen, embarquen o descendan de los vehículos, así como no existen facilidades para el desplazamiento de personas con movilidad reducida.



c. Conectividad vial

- Los paraderos, los cruceros y las zonas de espera están establecidas y vinculadas de modo informal, por lo que es necesario direccionarlos para incrementar la seguridad vial en la zona.



d. Iluminación

- Se observa una pobre iluminación en la intersección, la cual no permite identificar las zonas de tránsito peatonal, los giros permitidos y los paraderos de transporte público.



e. Visibilidad

- Ausencia de una distancia establecida como línea de parada en los paraderos que brinde visibilidad suficiente a los conductores para observar a los peatones que desean atravesar las vías.



- Vehículos estacionados que dificultan la visión de los peatones al cruzar la calzada.



f. Accesos a las vías

- Los peatones no tienen preferencia de paso ante la circulación vehicular (ingreso y salida) en la intersección vial, lo que hace inseguro caminar dentro de la misma.



g. Control del tráfico vehicular

- Los peatones están en riesgo constante por los giros sin control de los vehículos en la intersección. Además, las líneas de deseo al cruzar también favorecen el riesgo de siniestralidad vial.



h. Señalizaciones horizontales y verticales

- Las líneas de separación de carriles en las avenidas y la intersección están en pésimo estado, lo cual no informa eficazmente a los conductores acerca del orden que deben mantener al recorrer las vías.



- Carencia de señalización vertical que indique la presencia de paraderos de transporte público.



i. SemafORIZACIÓN

- Es evidente la falta de control de la circulación (vehicular y peatonal) por la ausencia de semáforos en la intersección vial.



4.3.4. Evaluación del riesgo potencial de la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

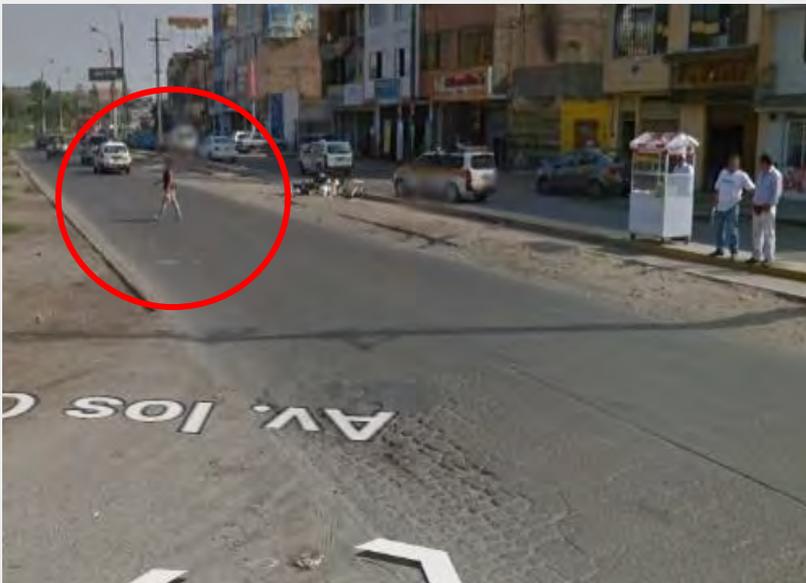
Considerando la falta de información estadística de la siniestralidad y acorde a la matriz propuesta en el *Austroads Research Report*, se procede a evaluar el nivel riesgo potencial de cada uno de los puntos clave de la inspección de seguridad vial realizada en la intersección. Adicionalmente, se brindan sugerencias a tomar en cuenta, de modo que, se optimice el desempeño de la intersección y el espacio público.

También, cabe indicar que la tabla completa con las acciones recomendadas y los niveles de riesgo se presenta en el Anexo D, y en esta parte de la tesis se muestran las Tablas 13 y 14 como ejemplos de la aplicación de la metodología dos puntos clave de la ISV.

- a. Diseño y distribución del espacio
 - La ausencia de cruces peatonales es una característica que podría conllevar a la ocurrencia de accidentes con una frecuencia COMÚN, debido a la afluencia de peatones que atraviesan la intersección diariamente.
 - Se sabe que la avenida Universitaria es una vía de tránsito a velocidades considerables (alrededor de los 50 km/h). Por esta razón, si el diseño no es adecuado los accidentes podrían ser causantes de lesiones de severidad GRAVE.
 - Es así como, según la matriz, el nivel de riesgo potencial en este hallazgo sería ALTO.
- b. Señalizaciones horizontales y verticales
 - La falta de mantenimiento de los separadores de carriles podría ocasionar accidentes con una frecuencia COMÚN, ya que es una avenida con un flujo elevado de vehículos por día.

- La gravedad depende de la protección que brinda el vehículo a los pasajeros, así como la claridad del espacio público para comunicarse con los usuarios, por lo que se estima una severidad SIGNIFICATIVA.
- Como resultado, este hallazgo tiene una ALTO nivel de riesgo potencial.

Tabla 13. Matriz de riesgo potencial y acción recomendada

Diseño y distribución del espacio					
Acción recomendada:		Imagen:			
Señalar claramente los cruces peatonales para que las personas no atraviesen desordenadamente la Av. Universitaria.					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

La Tabla 13 muestra el riesgo que representa el diseño y distribución actual en la intersección y las medidas correctivas.

Fuente: U.S. Department of Transportation, 2007.

Tabla 14. Matriz de riesgo potencial y acción recomendada

Señalizaciones horizontales y verticales					
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Reforzar la pintura de las señalizaciones horizontales en las vías, como las líneas separadoras de carriles. Adicionalmente, delimitar con la pintura adecuada los cruces peatonales y las líneas de parada.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

La Tabla 14 muestra el riesgo que representan las señalizaciones horizontales y verticales en la intersección y las medidas correctivas.

Fuente: U.S. Department of Transportation, 2007.

4.3.5. Planteamiento de la propuesta de mejora al diseño vial existente en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

La propuesta de mejora se realiza mediante el uso del software de diseño AutoCAD y el software de modelamiento tridimensional Revit, siendo estas las herramientas principales para realizar tres representaciones en 2D del cruce de avenidas Universitaria y Los Olivos.

En primer lugar, se crea un plano inicial de la intersección vial que nos sirve para conocer el diseño actual y la distribución del espacio urbano con mayor detalle. En segundo lugar, se elabora un plano con la ubicación de las anomalías enumeradas luego de realizar la ISV para encontrar soluciones y tomar decisiones respecto a las mismas. En tercer lugar, se construye un plano que contiene las modificaciones propuestas realizadas considerando los dos planos anteriormente presentados, con la finalidad de ordenar y hacer más seguro el tránsito en la intersección.

Las modificaciones propuestas se centran en darle mayor seguridad y comodidad a peatones, personas con movilidad reducida y ciclistas, sin olvidar que, al ser una intersección ubicada en una avenida principal, el conductor necesita indicaciones claras mediante señales horizontales, verticales y semáforos para que pueda trasladarse de forma ordenada y segura.

En ese sentido, la Figura 31 representa el plano de distribución actual de la intersección y la Figura 32 muestra el planteamiento de la propuesta de mejora al diseño vial. Cabe mencionar que, ambos planos están en los Anexos con el plano de las deficiencias.

Además, usando el software Revit se elabora modelos tridimensionales de la intersección vial, tal como se muestra en las Figuras 33, 34, 35 y 36, que evidencian el diseño actual y en las Figuras 37, 38, 39 y 40, las cuales exponen la propuesta de mejora.

Posteriormente, en la Tabla 15 se realiza una comparación con el diseño actual y descripción detallada de la propuesta de mejora, apoyada en normativa y manuales de diseño vial, con el objetivo de resaltar el impacto positivo que generan los cambios en la intersección.

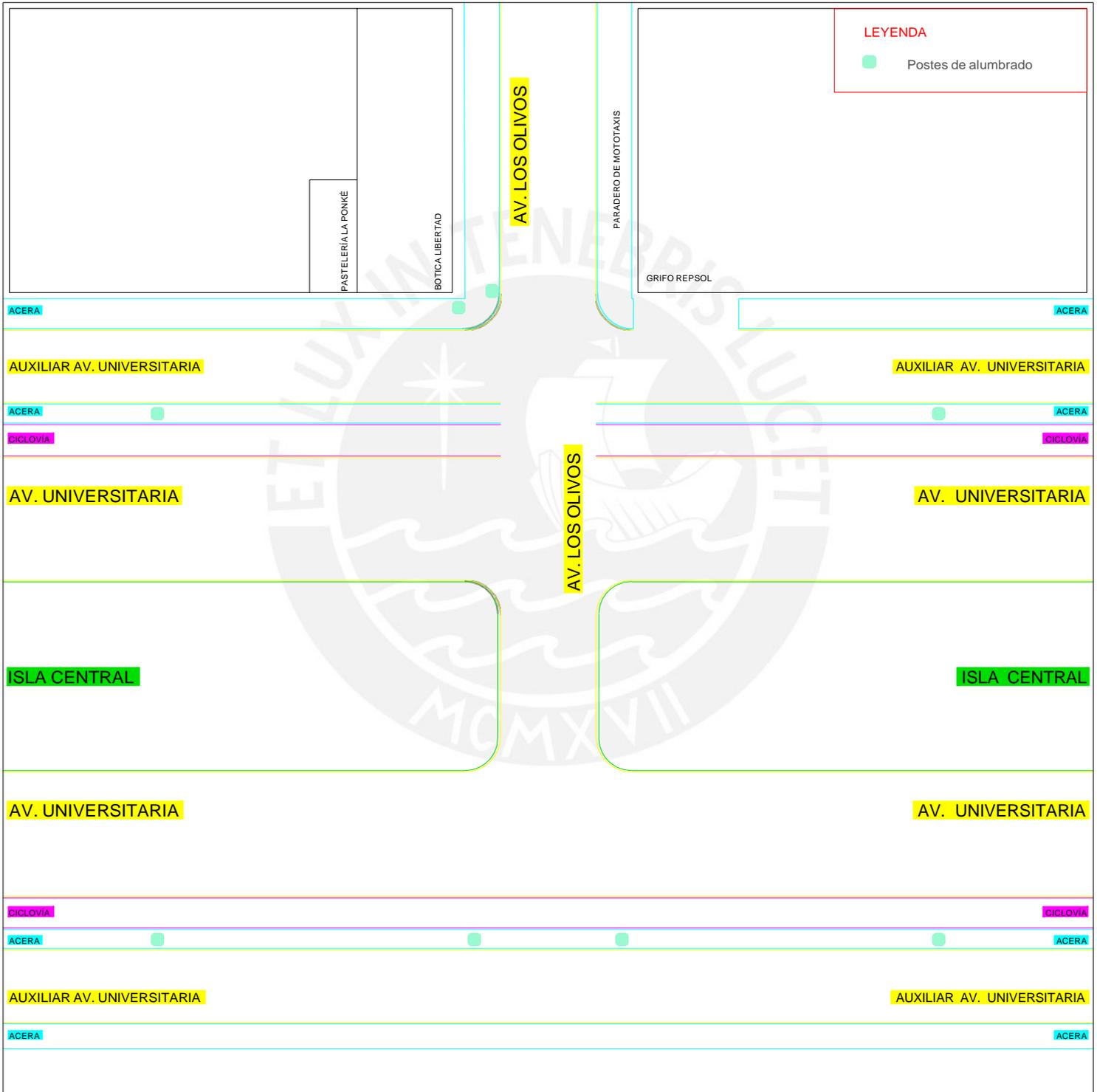


Figura 31. Plano del diseño actual de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: AutoCAD, 2020. Autoría propia.

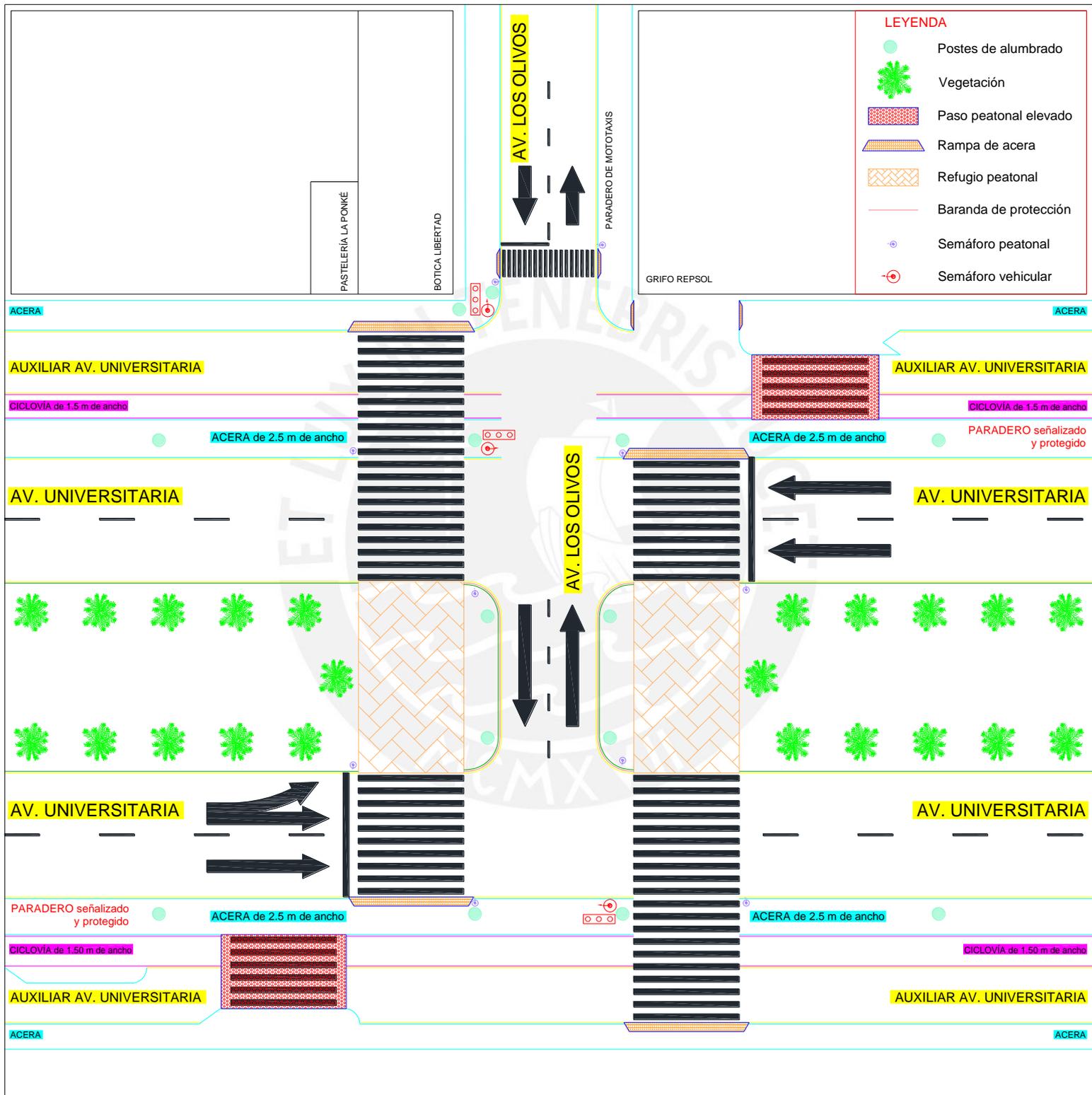


Figura 32. Plano de la propuesta de diseño de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: AutoCAD, 2020. Autoría propia.



Figura 33. Vista 1 diurna del modelo tridimensional del diseño actual de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Revit, 2022. Autoría propia.



Figura 34. Vista 1 nocturna del modelo tridimensional del diseño actual de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Revit, 2022. Autoría propia.

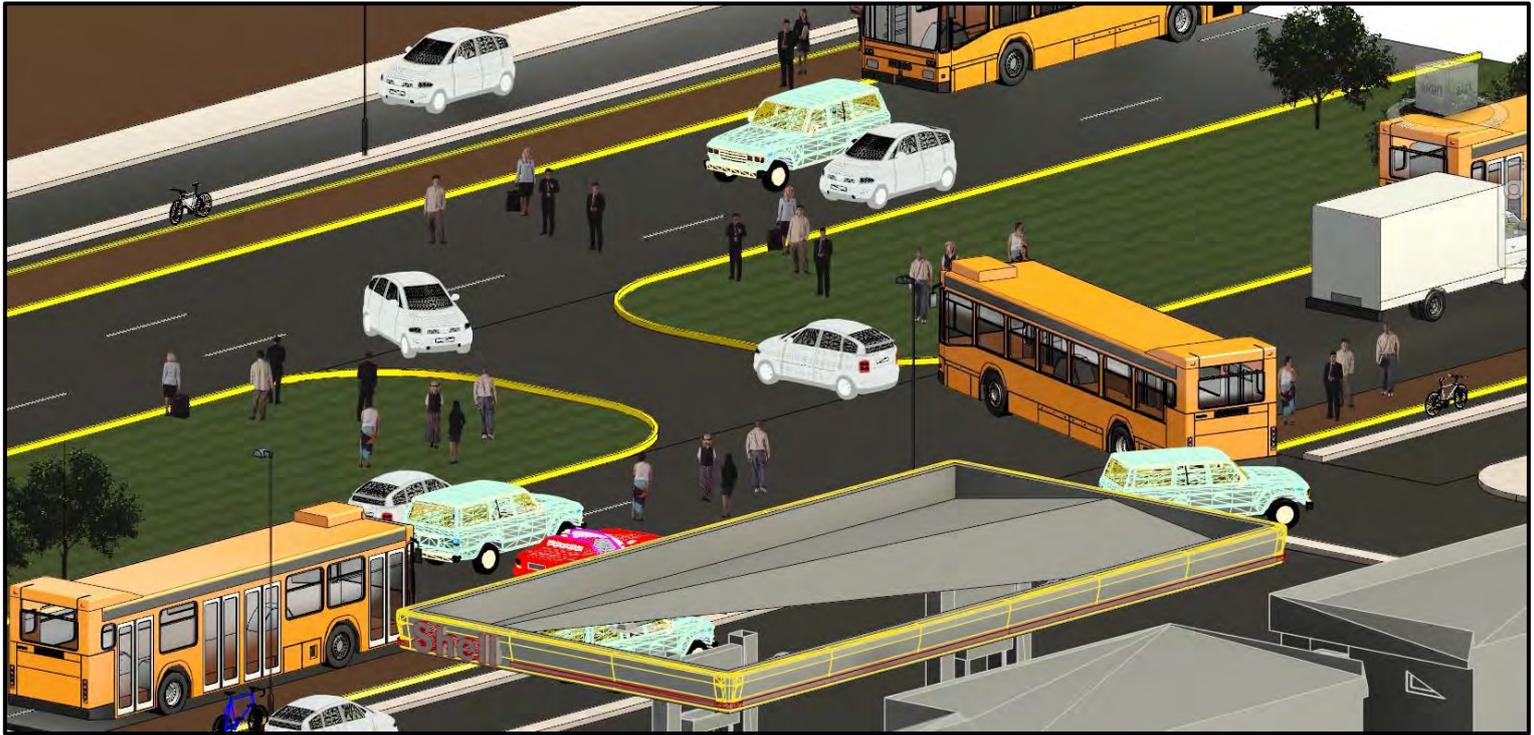


Figura 35. Vista 2 diurna del modelo tridimensional del diseño actual de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Revit, 2022. Autoría propia.



Figura 36. Vista 2 nocturna del modelo tridimensional del diseño actual de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Revit, 2022. Autoría propia.



Figura 37. Vista 1 diurna del modelo tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Revit, 2022. Autoría propia.



Figura 38. Vista 1 nocturna del modelo tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: Revit, 2022. Autoría propia.

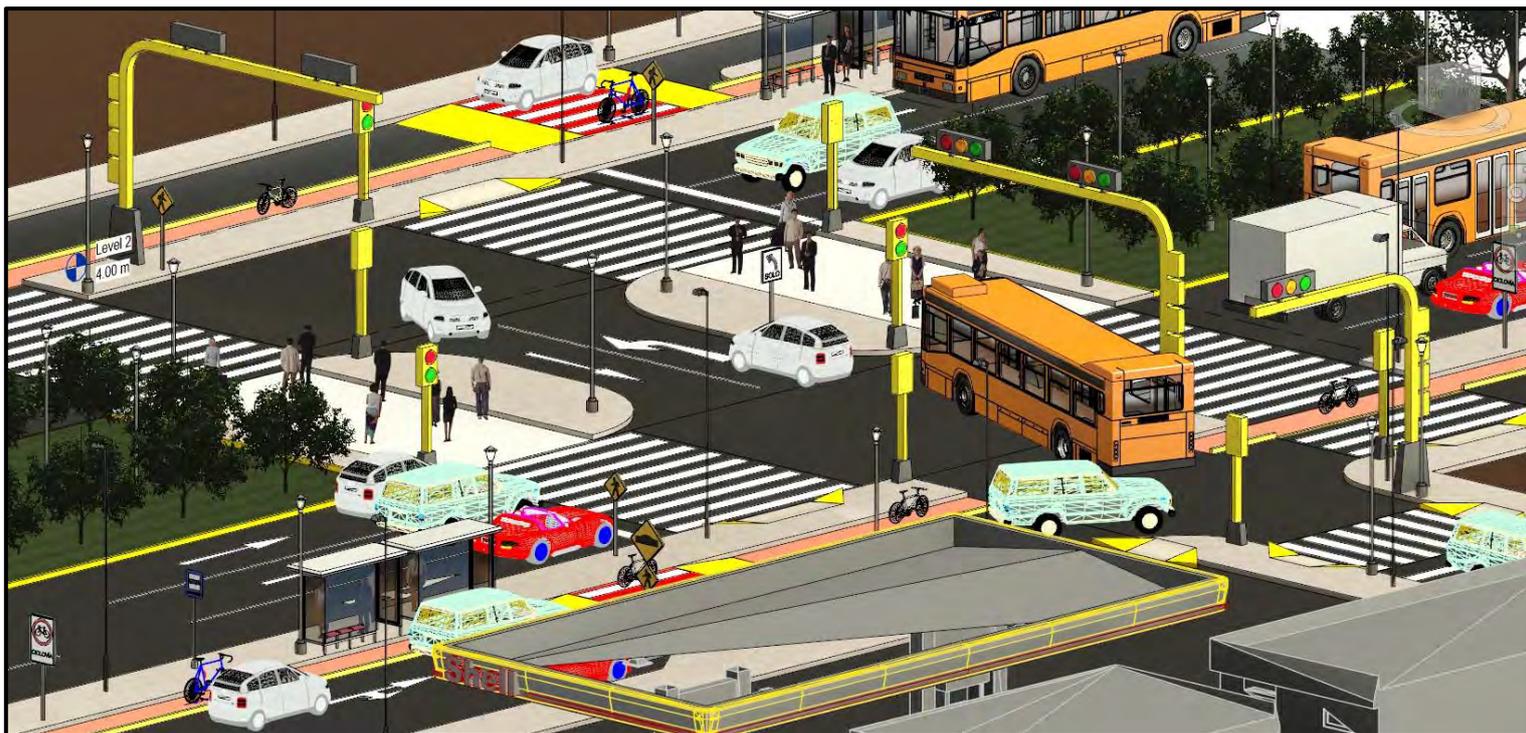


Figura 39. Vista 2 diurna del modelo tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

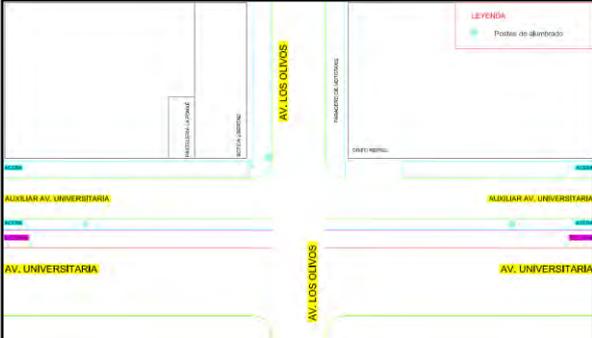
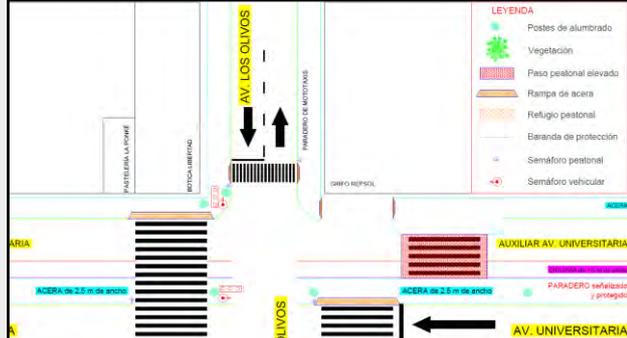
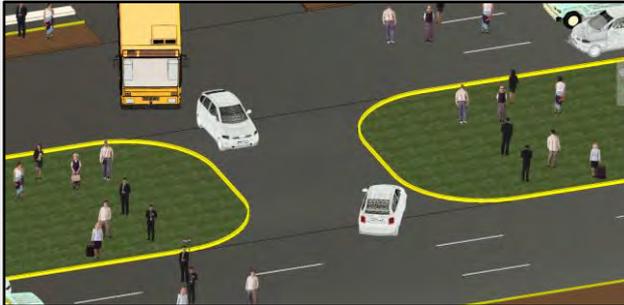
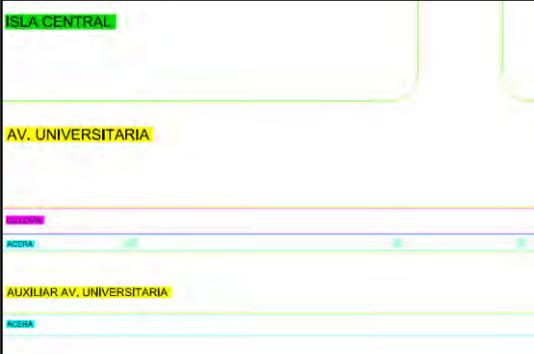
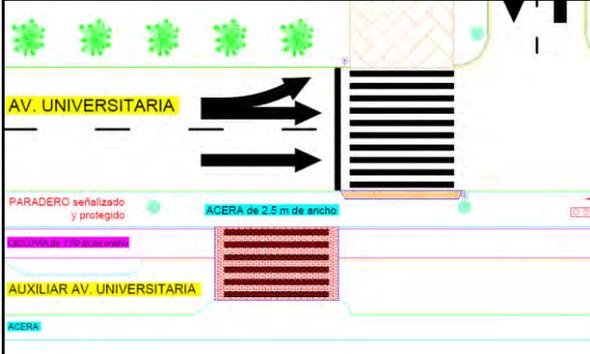
Fuente: AutoCAD, 2020. Autoría propia.

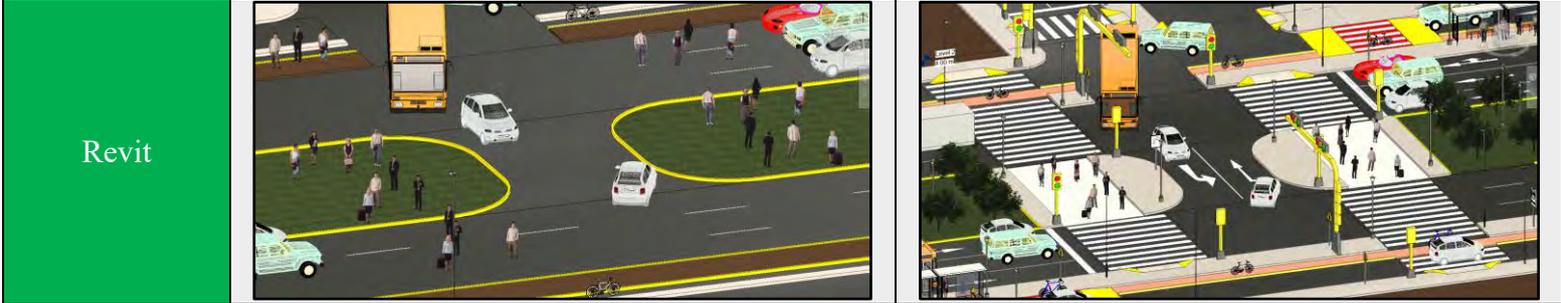
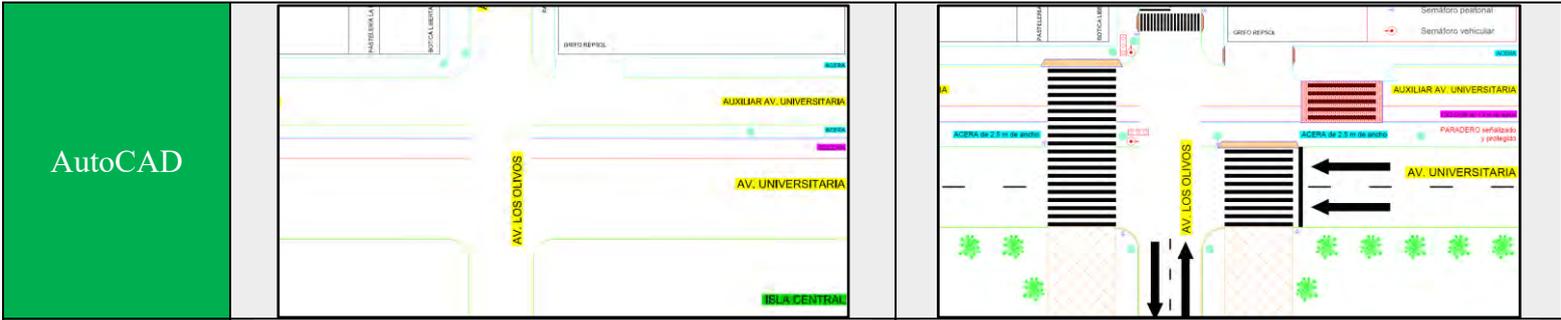


Figura 40. Vista 2 nocturna del modelo tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos.

Fuente: AutoCAD, 2020. Autoría propia.

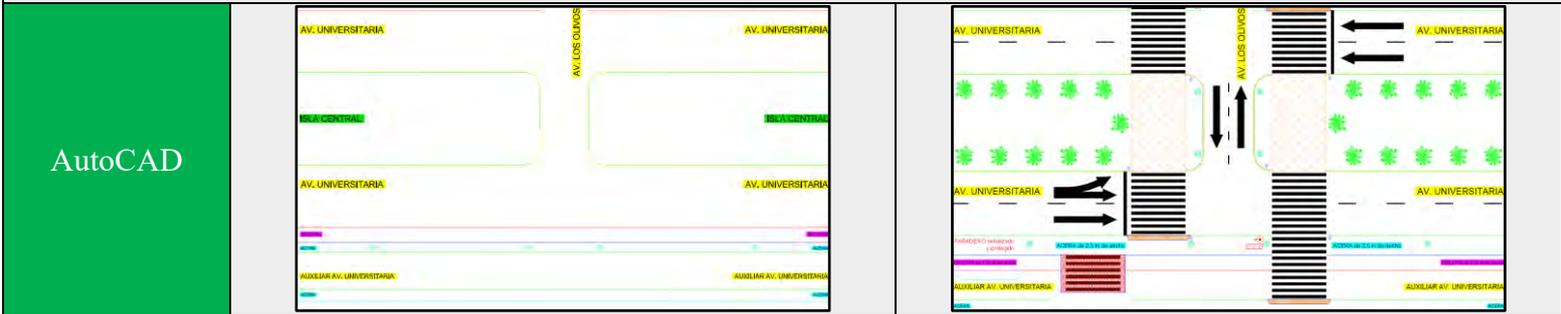
Tabla 15. Comparación entre el diseño actual y la propuesta de mejora

SOFTWARE	DISEÑO ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
AutoCAD		
Revit		
<p>PROPUESTA INSTALACIÓN DE SEMÁFOROS</p>		
<p>Los semáforos ayudan a regular el tránsito, promoviendo desplazamientos ordenados y seguros para prevenir accidentes. En ese sentido, se propone instalar semáforos vehiculares tipo ménsula (altura 6 m) y semáforos peatonales tipo poste (altura 3.10 m), siguiendo los lineamientos del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (MTC, 2018). Asimismo, cabe recalcar que la instalación y mantenimiento de estos dispositivos es competencia de la municipalidad del distrito.</p>		
AutoCAD		
Revit		
<p>PROPUESTA IMPLEMENTACIÓN DE PARADEROS SEÑALIZADOS Y PROTEGIDOS</p>		
<p>El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a través del Reglamento Nacional de Edificaciones presenta la Norma GH.020 Componentes de Diseño Urbano (MVCS, 2011), la cual indica que los paraderos deben brindar a los usuarios un lugar seguro e integrado al sistema de transporte. Por ende, es necesaria una acera de ancho 2.50 m y espesor entre 0.10 m a 0.15 m, bancas con protección (ancho 0.70 m) y una señal I-6 (paradero de buses) en dos zonas apropiadamente establecidas, ayudando a ordenar tanto a pasajeros como a conductores y agilizando su interacción.</p>		



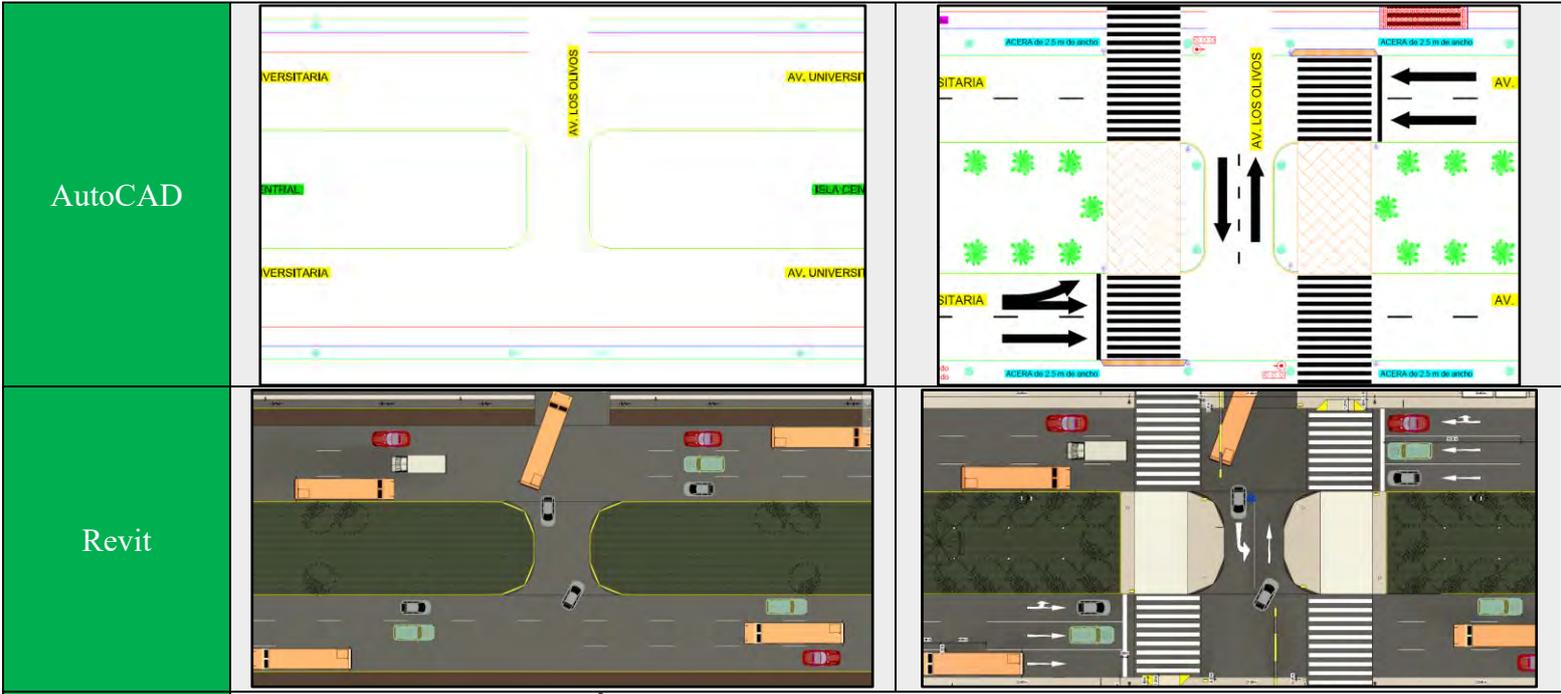
PROPUESTA UBICACIÓN DE CRUCEROS PEATONALES CON ISLAS DE REFUGIO

El Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (MTC, 2018) explica que, para ordenar el recorrido de los peatones al atravesar una intersección, es necesario delimitar los cruces peatonales y las islas de refugio. De esta manera, se propone demarcar un cruce peatonal de 7 m de ancho con líneas paralelas de ancho y espaciado de 0.50 m, y las líneas de parada a una distancia de 1 m. También, es conveniente pavimentar las islas de refugio con materiales como adoquines de concreto, de modo que los usuarios se sientan cómodos y seguros al atravesar la intersección vial.



PROPUESTA INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL

El Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (MTC, 2018) define a las señales verticales como agentes que permiten regular, prever y comunicar a los usuarios. Por consiguiente, se considera acertado instalar señales reglamentarias, preventivas e informativas, sin exceder su uso para evitar la contaminación visual. Es así como, se sitúan las siguientes señales verticales: señales R-42 (ciclovía) para reglamentar la existencia de una ciclovía adyacente a la auxiliar av. Universitaria, señal R-5-1 (carril exclusivo para volteo obligado a la izquierda) que regula a los autos que deseen ir hacia el norte desde la av. Los Olivos, señales P-48A (proximidad de un cruce peatonal) advirtiendo la presencia de pasos peatonales, señales dobles P-48A con señal P-33A (proximidad de reductor de velocidad tipo resalto) para prevenir la existencia de pasos peatonales elevados en la auxiliar av. Universitaria y señales I-6 (paradero de buses) informando acerca de los lugares formalizados como paraderos de transporte público.



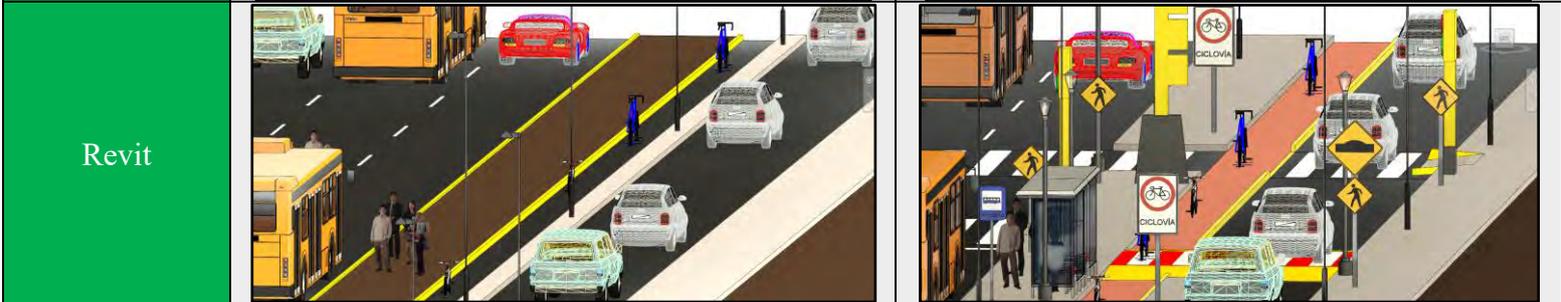
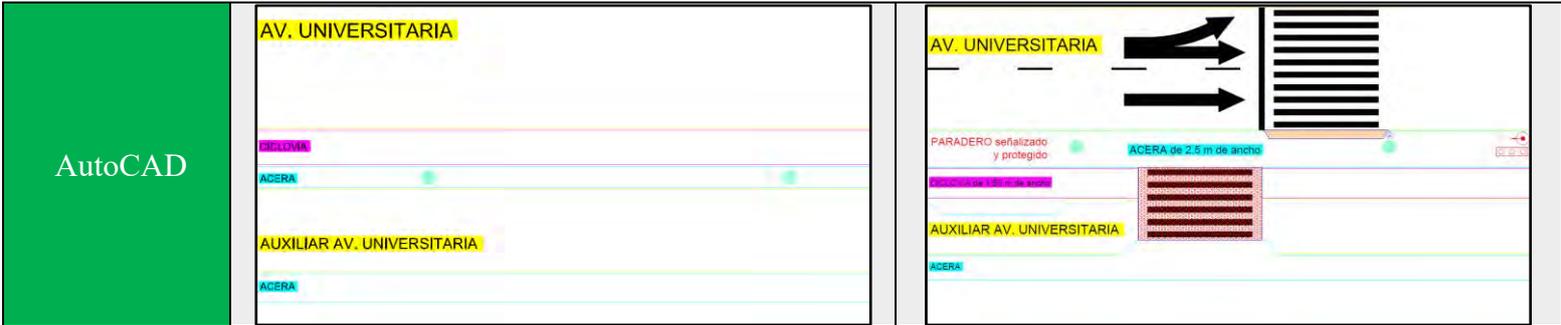
PROPUESTA DEFINICIÓN DE LAS MARCAS PLANAS EN EL PAVIMENTO

Las señalizaciones horizontales son agentes importantes en la seguridad vial de una intersección. Por ende, el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (MTC, 2018) manifiesta que estas se deben integrar con los dispositivos de control de tránsito para comunicar instrucciones claras y precisas a los usuarios. Entonces, es preciso definir adecuadamente los separadores de carriles (longitud 3 m a lo largo de la avenida y 15 m al llegar a la línea de parada, ancho 0.10 m y espaciados cada 5 m), líneas de parada, cruces peatonales, flechas para velocidades menores o iguales a 60 km/h (longitud 2 m) como flechas rectas, flecha de giro y flechas rectas y de giro.



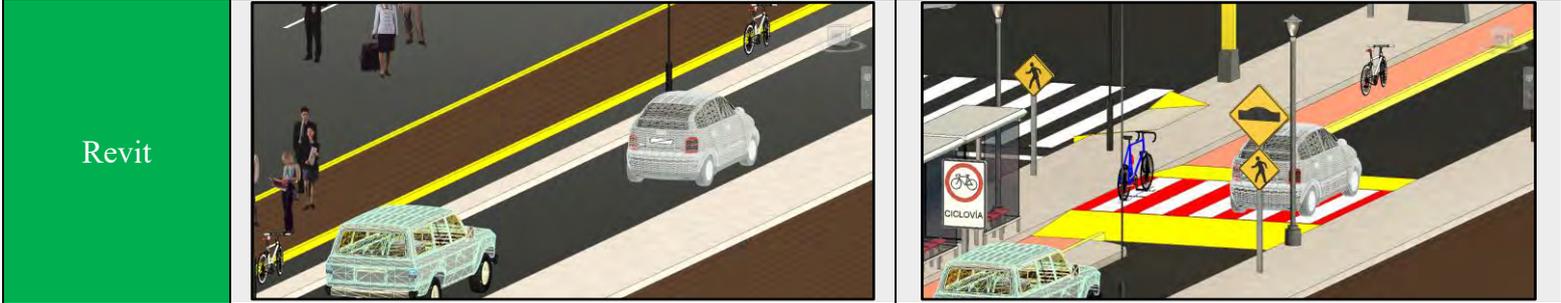
PROPUESTA CREACIÓN DE RAMPAS DE ACCESO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Sabiendo que, las personas con movilidad reducida necesitan desplazarse en un espacio urbano debidamente articulado, la accesibilidad se debe tener en cuenta al momento de diseñar una intersección vial. Al respecto, el RNE en la Norma A.120 Accesibilidad Universal en Edificaciones (MVCS, 2019) establece que la pendiente máxima debe ser 12 % para un desnivel de 0.15 m y que el espacio de giro mínimo para una silla de ruedas es de 1.50 m (ancho mínimo de rampa), lo cual también se ha considerado al establecer el ancho de la acera, de modo que elementos como la señalización vertical e iluminación no obstaculicen la circulación de una silla de ruedas o una persona con movilidad reducida.



PROPUESTA MODIFICACIÓN DE LA CICLOVÍA EXISTENTE

El RNE presenta en la Norma CE.030 Obras Especiales y Complementarias (MVCS, 2014) las pautas para el diseño de ciclovías en el espacio urbano. En este documento, se definen los anchos mínimos y condiciones de segregación, dependiendo de la ubicación de la cicloavía y el nivel de exposición de los ciclistas. Entonces, considerando lo señalado anteriormente, la propuesta de diseño sugiere establecer lo siguiente: la ubicación de la cicloavía entre la acera de 2.50 m y la auxiliar av. Universitaria, el ancho mínimo efectivo de 1.50 m, el ancho de segregación 0.10 m con elementos de segregación como sardineles, tachones o bolardos, señales reglamentarias R-42 (cicloavía) y resaltar la superficie mediante el uso de un color vistoso como rojo o ladrillo para que se pueda divisar con claridad tanto en el día como en la noche, evitando que los conductores la invadan por confundirla como parte de la calzada.



PROPUESTA IMPLEMENTACIÓN DE PASOS PEATONALES ELEVADOS

El Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017) estipula que los resaltos buscan regular la velocidad de recorrido de los vehículos, reduciendo accidentes y armonizando a los peatones y conductores. Dado que, la velocidad de recorrido para avenidas no puede exceder los 50 km/h, según la última modificación del Reglamento Nacional de Tránsito (MTC, 2021), se proyecta crear resaltos trapezoidales como cruces peatonales elevados en la auxiliar av. Universitaria que tengan las siguientes características: rampas de longitud 2.5 m y pendiente 4%, cruce de elevación 0.10 m y longitud mínima 2.5 m, señales preventivas P-48A y P-33A (proximidad de un cruce peatonal y de reductor de velocidad tipo resalto).



PROPUESTA EXTENSIÓN DE ACERAS

El Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017) y la publicación Seguridad peatonal: manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales (OMS et al., 2013) coinciden en que la extensión de las aceras (denominada orejas o martillos) es una medida que ayuda a controlar el tránsito vehicular, disminuyendo el ancho de la calzada y limitando el estacionamiento indebido de vehículos que interfieren con la visibilidad al cruzar la avenida. De esta manera, el tiempo que necesitan los peatones para cruzar la calzada es menor y su desplazamiento está más protegido, ya que observan con anterioridad los vehículos que se aproximan. Además, esto puede servir para ubicar señales preventivas P-48A y P-33A (proximidad de un cruceo peatonal y de reductor de velocidad tipo resalto) de una forma más eficiente.



PROPUESTA ILUMINACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ÁREAS VERDES

Una de las prioridades cuando se diseña una intersección vial debe ser la iluminación, porque esto ayudará a reducir el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito durante la noche. Por otro lado, el cuidado y calidad de las áreas verdes aportan valor a la zona urbana y hacen más acogedor el recorrido. Al respecto, siguiendo los criterios de resguardo, calidad y disfrute (Gehl et al., 2006), la propuesta busca satisfacer en estos aspectos a los ciudadanos que interactúan a diario con la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos.

La Tabla 15 explica y presenta la propuesta de mejora en AutoCAD y Revit, comparándola con el diseño actual. Fuente: Autoría propia.

5. Análisis, Discusión de Resultados y Propuestas de mejora

5.1. Análisis de los resultados obtenidos respecto a la calidad del espacio público

Luego de explorar de manera inicial la intersección vial y sus alrededores, los resultados nos conducen a calificarla como un área de calidad deficiente, caracterizada por su peligrosidad y dificultades para los usuarios que padecen a diario al adentrarse en la misma. Los calificativos expresados anteriormente corresponden a cada uno de los doce criterios elementales, que en su mayoría no son satisfechos por la configuración actual del espacio.

En otras palabras, respecto al resguardo, el espacio público no protege adecuadamente contra accidentes de tránsito, criminalidad o experiencias sensoriales desagradables, ya que no salvaguarda la vida de las personas que interactúan en la intersección, la infraestructura está en mal estado, no cuenta con una iluminación proporcionada, el ambiente no es acogedor ni brinda protección contra exceso de rayos solares o contaminación atmosférica, a pesar de existir un amplia isla central que puede moldearse para hacerlo más amigable.

Igualmente, respecto a la comodidad, el espacio no posee áreas para movilizarse, pararse, sentarse, ver, oír, hablar o ejercitarse de forma conveniente, sin considerar la accesibilidad para todos, superficies o texturas apropiadas, zonas atractivas para permanecer (árboles, mobiliario y máquinas de ejercicio al aire libre).

Finalmente, respecto al disfrute, si bien es cierto que las edificaciones cercanas a la intersección no son intimidantes a la escala humana, el espacio no brinda elementos para disfrutar del clima favorable como la sombra o un día soleado ni oportunidades para gozar de las experiencias sensoriales positivas como observar vegetación llamativa o exótica, infraestructura en estado óptimo, caminos demarcados con buenos materiales o detalles especiales en el diseño de la intersección para cada una de las necesidades de los usuarios (cruceos peatonales o pasos de acera elevados para personas con movilidad reducida).

5.2. Análisis de los resultados obtenidos según la ISV

Los resultados de la inspección exponen falencias graves en cada uno de los puntos clave que caracterizan a la intersección, las cuales deben ser corregidas a la brevedad posible, ya que estas constituyen riesgos potenciales con niveles altos.

Entonces, se entiende que es necesario tomar medidas para modificar el diseño y distribución del espacio, solucionar las dificultades que existen en la intersección, mejorar la conectividad e iluminación, esclarecer la visibilidad y controlar el tráfico vehicular y peatonal.

Por esta razón, las soluciones planteadas en la ISV están centradas en lograr disminuir el riesgo potencial que existe actualmente en la intersección, entre las cuales destacan las siguientes: establecer cruces peatonales, paraderos de transporte público, refugios peatonales y postes de alumbrado público, mantenimiento constante de la calzada y la acera, modificaciones en la calzada y la acera como señalización horizontal y vertical (paraderos de transporte público, pasos elevados, líneas de parada) e instalar semáforos para peatones y vehículos.

En ese sentido, para construir nuestra propuesta de mejora se consideran las recomendaciones propuestas, así como los resultados obtenidos del estudio preliminar de la calidad del espacio público basado en los doce criterios elementales, propuesta que se describe a detalle a continuación.

5.3. Discusión de resultados y propuestas de mejora

Los resultados de los estudios realizados nos indican que el diseño de la intersección vial necesita modificaciones que salvaguarden la seguridad de las personas. Por tal motivo, se proponen medidas de tráfico calmado para mejorar el desempeño de las vías y hacerlas más seguras para el libre tránsito.

Siguiendo los lineamientos de las normas y manuales de diseño, los cambios que se plantean son: modificaciones en el nivel de la calzada de la auxiliar de la Av. Universitaria mediante pasos peatonales elevados, creación de rampas para ingresar a la acera considerando a personas con movilidad reducida, reducción de anchos de la calzada en la auxiliar de la Av. Universitaria mediante orejas y martillos establecidos en la acera, uso de pintura con textura especial y pavimentación adecuada para señalar claramente los cruces peatonales, las líneas de parada, la ciclovia y señalizaciones horizontales así como las zonas de refugio peatonal.

En esa misma línea, es adecuado ubicar óptimamente dos paraderos de transporte público con su señalización vertical correspondiente, los cuales deben contar con una zona de espera para sentarse, protegida contra las condiciones climáticas como el sol o la lluvia. Por esta razón, se debe reubicar la acera y ampliar el ancho a 2.5 m, de modo que se optimice el espacio de terreno que no brinda seguridad a las personas que esperan el transporte público.

Asimismo, la ciclovia brindaría una mejor protección a los ciclistas si es que se ubica adyacente a la avenida auxiliar, tal como se presenta en esta propuesta, considerando un elemento de segregación entre la ciclovia y la vía auxiliar Universitaria de 0.10 m y un ancho efectivo mínimo de 1.50 m para el paso de las bicicletas. También, es necesario instalar la señalización vertical pertinente de tipo preventiva, reglamentaria e informativa relacionada a cruces peatonales, resaltos, paraderos, ciclovias y movimientos obligatorios para vehículos.

De igual forma, se necesita establecer 3 semáforos vehiculares y 10 semáforos peatonales para controlar los flujos que actualmente se encuentran desordenados e instalando 6 postes de alumbrado público que acompañen el recorrido de las personas a través del refugio peatonal.

En última instancia, se puede incrementar la calidad del espacio público con vegetación en la isla central, plantando árboles de copa alta o instalando mobiliario para peatones. Así, se aprovecha su extensión para crear una zona de esparcimiento público.

5.4. Prueba de las hipótesis planteadas

Una vez completado el trabajo de tesis, se procede a comprobar el resultado de las hipótesis planteadas inicialmente. Es así como se afirma que, la situación actual de espacio público si está gobernada por el abandono, el caos y la incomodidad, características que están corroboradas después de haber realizado el estudio de la calidad de los espacios públicos, la ISV y enumerado cada una de las anomalías que se encuentran en la intersección vial de las avenidas Universitaria y Los Olivos, razón por la cual la primera hipótesis es verdadera.

Bajo esa misma perspectiva, la segunda hipótesis es verdadera, ya que en el proceso de la ISV se exponen como problemas graves dentro de la intersección a la nula semaforización, el pésimo mantenimiento de las señales horizontales y la falta de señalización de paraderos de transporte público, los cuales son factores importantes para la seguridad vial y mantener el orden en los flujos peatonales y vehiculares.

Por último, si bien es cierto que la última hipótesis no se puede comprobar hasta que se apliquen los cambios de la propuesta de mejora de la distribución de la intersección, se puede esperar que sea verdadera, porque se toman en cuenta los resultados de la ISV y los lineamientos requeridos por las normas de diseño, manuales técnicos y demás documentos de apoyo nacionales e internacionales para proponer una configuración que tenga como principal propósito mejorar el nivel de seguridad vial en el cruce.

Cabe mencionar que, el trabajo de tesis concluyó a finales del año 2020 y a la fecha existen modificaciones que están realizando las autoridades municipales, tales como la instalación de semáforos y señales de paraderos de transporte público. Sin embargo, dichas modificaciones son insuficientes, pues hay mejoras que son de suma importancia, como las que se plantean en este documento, y que aún no han sido consideradas.

Conclusiones

Primeramente, la descripción de la situación actual de la infraestructura vial y la distribución del espacio urbano se logra gracias al “Estudio preliminar para evaluar la calidad de los espacios públicos basado en doce criterios elementales” y a la lista de chequeo de la Inspección de Seguridad Vial (ISV). De esta manera, la conclusión que se obtiene es que la situación actual de la intersección vial de las Avenidas Universitaria y Los Olivos es anárquica, sin resguardo, ni comodidad ni disfrute para las personas que la atraviesan diariamente.

En segundo lugar, la identificación de los factores que elevan el índice de inseguridad vial se consigue a través de la Inspección de Seguridad Vial (ISV), por ende, se concluye que la ausencia de semáforos peatonales y vehiculares hace más insegura la interacción con la intersección. También, la carencia de cruces peatonales, paraderos informales, islas de refugio descuidadas, calzada en mal estado con agujeros, aceras con anchos insuficientes, señalización horizontal y vertical deficiente o inexistente, escasa iluminación fomenta la inseguridad vial para peatones y conductores.

En tercer lugar, el planteamiento de modificaciones en búsqueda de optimizar el nivel de la seguridad vial se obtiene mediante los planos elaborados en *AutoCAD* y los modelamientos tridimensionales realizados *Revit*, luego de haber identificado las deficiencias en la intersección. Por tanto, se concluye que la seguridad vial de la intersección puede optimizarse realizando los siguientes cambios: instalación de semáforos verticales y horizontales, implementación de paraderos señalizados y protegidos, ubicación de cruces peatonales con islas de refugio, instalación de señalización vertical, definición de marcas planas en el pavimento; así como, creación de rampas de acceso para personas con discapacidad, modificación de la ciclovía existente, implementación de pasos peatonales elevados, extensión de aceras, iluminación y mantenimiento de áreas verdes.

Ahora bien, cada modificación al diseño existente en la intersección está basada en documentos oficiales, normas de diseño y manuales técnicos, entre los que destacan los siguientes: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, Manual de Seguridad Vial y el Reglamento Nacional de Tránsito del MTC, Norma GH.020 Componentes del Diseño Urbano, Norma A.120 Accesibilidad Universal en Edificaciones y Norma CE.030 Obras Especiales y Complementarias en el RNE del Ministerio de Vivienda; así como, la publicación de la OMS, Seguridad peatonal: manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales. De esta forma, las modificaciones promueven el concepto de movilidad sostenible, más aún en una intersección que conecta dos distritos de importancia en Lima Norte.

Respecto a la seguridad vial, se concluye que es conveniente encontrar un equilibrio entre el nivel de desempeño de un diseño dentro del contexto en el que se desenvuelve y cumplir las normas de diseño geométrico para incrementar la seguridad vial, ya que esto le brindará al espacio público una capacidad de adaptación a cada escenario de tránsito complejo o siniestro que pueda darse.

Basados en la matriz de Haddon y el estudio del nivel de riesgo potencial según el *Austroads*, se puede concluir que en este caso de estudio los usuarios de las vías, es decir las personas, influyen con su comportamiento en el nivel de seguridad vial y es en vano que exista una configuración idónea si el público hace caso omiso a las señalizaciones verticales u horizontales, dispositivos de control de tránsito, separadores de carriles, líneas de parada o cruces peatonales. Por eso, los usuarios deben tomar conciencia de sus acciones y ser responsables para disminuir el nivel de riesgo potencial dentro de la intersección.

Respecto a la movilidad, se concluye que es erróneo en la actualidad diseñar una intersección considerando como actores principales a los vehículos, puesto que los diseños

orientados a asignarle un rol protagónico a las personas con movilidad reducida pueden satisfacer a los demás usuarios de las vías. Por esta razón, el eje de la propuesta de mejora planteada al final del trabajo son los usuarios con dificultades para desplazarse, buscando hacer más segura su estadía dentro de la intersección.

Recomendaciones

Luego de haber realizado la Inspección de Seguridad Vial (ISV) en el cruce de avenidas Universitaria y Los Olivos, se recomienda que, las autoridades municipales tengan presente con suma urgencia la seguridad vial y la movilidad en sus gestiones de gobierno de cada distrito, en especial los que forman parte de Lima Norte. Ello debido a que es común observar en esta parte de Lima, áreas amplias que están configuradas ineficientemente y que no promueven un tránsito seguro y fluido.

Por otra parte, sería ideal anticiparse mediante una Auditoría de Seguridad Vial (ASV) a los posibles problemas de seguridad vial que puedan ocurrir con el tiempo en una determinada zona, para lo cual es necesario realizar revisiones durante las fases de diseño, construcción o previa puesta en servicio de un proyecto vial.

En otras palabras, se recomienda que las autoridades competentes sean responsables al gestionar el tesoro público y tengan mapeada la inversión para establecer un equipo de trabajo, el cual debe contar con profesionales altamente calificados como ingenieros civiles y arquitectos. Asimismo, los involucrados deben estar interesados o contar con experiencia profesional en temas de movilidad, transporte y seguridad vial, de modo que sean eficientes planteando soluciones óptimas a deficiencias, tal como se realiza en este trabajo de tesis.

Además, se recomienda que los ciudadanos se mantengan informados acerca de las normas de tránsito y las cumplan íntegramente. Puesto que, el orden y la disciplina en su

comportamiento, sumado a un buen diseño vial con señales de tránsito adecuadas e infraestructura eficiente, disminuye enormemente el riesgo de ocurrencia de accidentes.

También, se recomienda que los diseños viales sean más inclusivos con las personas con movilidad reducida, las cuales no se deben sentir discriminadas por el entorno que los rodea. Vale decir, se debe considerar en la medida de lo posible, la conectividad vial para que puedan desplazarse con normalidad, tal como lo hace un peatón común.

Igualmente, se recomienda que trabajen en conjunto el MTC, las municipalidades, la policía y los bomberos para implementar una plataforma de datos abiertos sobre accidentes de tránsito. De esta manera, se tiene información más detallada como la ubicación exacta, la cantidad de víctimas, motivo del siniestro y daños materiales, con la cual se puede realizar una inspección más especializada y tomar medidas útiles, en favor de la seguridad vial.

En suma, se recomienda tomar conciencia de fenómenos sociales como la inseguridad vial y la movilidad de los usuarios dentro de un espacio urbano, y se busca servir como impulso para nuevos estudiantes que se interesen en el sector Transporte y Movilidad dentro de la PUCP, y así poder establecer un rumbo alentador para resolver esta problemática que tanto aqueja a nuestro país.

Bibliografía

- Alcaldía de Bogotá (2019). [Cruce vial en la Calle 53]. Recuperado de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/dos-primeras-intersecciones-en-x-para-bogota>
- Aramburú, C. E. y Mendoza, W. (2015). El futuro de la población peruana: problemas y oportunidades. *Debates en Sociología*, (41), 5-24.
- Austroroads (2009). Guide to Road Safety Part 6: Road Safety Audit. Recuperado de <https://austroroads.com.au/publications/road-safety/agrs06-09>
- Austroroads (2012). Austroroads Research Report: Implementing National Best Practice for Traffic Control at Worksites – Risk Management, Audit and Field Operations. Recuperado de <https://austroroads.com.au/publications/traffic-management/ap-r403-12>
- Banco de Desarrollo de América Latina (2016). *Sistema público de bicicletas permitirá 14000 viajes diarios en Lima*. Recuperado de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2016/06/sistema-publico-de-bicicletas-permitiria-14000-viajes-diarios-en-lima-1/?parent=6419>
- Banco Mundial (2018). *Crecimiento de la población (% anual) - Perú*. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.GROW?locations=PE>
- Banco Mundial (2018). *Población, total - Perú*. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?locations=PE>
- Belaunde Martínez, P. (2015). *Viva el espacio público*. *Revista Investiga Territorios*, (2), 9-13. Recuperado de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir00566a&AN=PUCP.article.16083&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Berrone, Pascual; Ricart, Joan Enric; Carrasco, Carlos; Duch, Ana (2018). *IESE Cities in Motion Index 2018*. Recuperado de

<https://www.ieseinsight.com/fichaMaterial.aspx?pk=148539&idi=2&origen=3>

Comité Editorial, C. E. (2014). *Entrevista a Jordi Borja*. Revista La Colmena, (7), 102-107. Recuperado de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir00566a&AN=PUCP.article.12516&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (2019). *Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial de Chile 2019*. Recuperado de <https://www.conaset.cl/acuerdo-nacional/>

Dextre, J. C., y Avellaneda, P. (2014). *Movilidad en zonas urbanas*. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP

Dextre, J. C. y Cebollada (2014). *Notes entorn de la seguretat viària: Una revisió des de les ciències socials. Documents d'Anàlisi Geogràfica*, (2), 419. Recuperado de <https://doi.org/10.5565/rev/dag.103>

Dextre, J. C., Pirota, M., Tabasso, C., Bermúdez, J., García, A. (2008). *Vías humanas: un enfoque multidisciplinario y humano de la seguridad vial*. PUCP. Fondo Editorial. Recuperado de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02225a&AN=pucp.437217&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Dirección General de Tráfico (s.f.). *Percepción del riesgo*. Madrid, España. Recuperado de <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/formacion-vial/percepcion-riesgo/>

Dirección General de Tráfico (2010). *Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020*. Recuperado de http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estrategias_y_planes/estrategicos_2011-2020/

Dirección General de Tráfico (2019). *Código de Tráfico y Seguridad Vial*. Recuperado de https://www.boe.es/biblioteca_juridica/index.php?tipo=C

Empresa Brasil de Comunicação - EBC (2018). [Sistema de Transporte Público de Curitiba en Agência Brasil]. Recuperado de <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-08/eleicoes-2018-mobilidade-urbana>

EsSalud (2013). *Boletín Informativo del CEPRIT*. Recuperado de http://www.essalud.gob.pe/downloads/ceprit/BoletinCPR03_.pdf

European Food Information Council (2017). [Peligro vs Riesgo]. Recuperado de <https://www.eufic.org/es/understanding-science/article/hazard-vs.-risk-infographic>

García de Quevedo N. F., González P., M.G. y Asprilla L., Y. (2018). Determinación de los componentes entrópicos de la accidentalidad: el trinomio vehículo/usuario/camino en la metrópoli de Guadalajara, México. *Revista Tecnura*, 22(55), 51-65. <https://doi.org/10.14483/22487638.13245>

Gehl Institute (s.f.). *Twelve Quality Criteria*. Recuperado de <https://gehl.institute.org/tool/quality-criteria>

Gehl, J., y Décima, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Ediciones Infinito. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02225a&AN=pucp.559976&lang=es&site=eds-live&scope=sit>

Gehl, J., Gemzøe, L., Kirknæs, S., y Søndergaard, B. S. (2006). *New city life*. Kbh.: Arkitektens Forlag.

Google (2019). [Mapa del distrito de Independencia en Google Maps]. Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Independencia/@-11.9890777,-77.0837429,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x9105cfaef4c292f:0xee8dfbf42a8ee7da!8m2!3d-11.9929208!4d-77.0518169>

Google (2019). [Imagen satelital de la intersección vial de las avenidas Carlos Izaguirre y Alfredo Mendiola en Google Maps]. Recuperado de <https://www.google.com/maps/search/Av.+Alfredo+Mendiola+-+Av.+Carlos+izaguirre/@-11.9900687,-77.0651321,383m/data=!3m1!1e3>

Greenpeace (2016). [El transporte multimodal en favor del medio ambiente]. Recuperado de <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Informes-2016/Mayo/El-transporte-en-las-ciudades-Un-motor-sin-freno-del-cambio-climatico/index.html>

Hacia una ciudad para las personas: propuesta hoja de ruta para una movilidad y un transporte sostenibles en Lima y Callao al 2025. (s.f.). Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02225a&AN=pucp.616544&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – IPPUC (2001). [Mapa de Curitiba y el Plan Agache en IPPUC]. Recuperado de https://ippuc.org.br/visualizar.php?doc=http://admsite2013.ippuc.org.br/arquivos/ltdocumentos/D11/D11_002_BR.pdf

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – IPPUC (1987). O IPPUC conta sua história. *Espaço Urbano*, 1(1), 3-7.

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (2013). [Pirámide de la movilidad urbana]. Recuperado de <http://mexico.itdp.org/multimedia/infografias/jerarquia-de-la-movilidad-urbana-piramide/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Accidentes de tránsito*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/traffic-accidents/>

Ilustre Municipalidad de Santiago (2019). *Plan Integral de Movilidad 2019-2029*. Recuperado de <https://www.munistgo.cl/plan-integral-de-movilidad-2019-2029-los-peatonos-en-primer-lugar/>

Isotools (2018). *Norma ISO 45001: ¿Qué diferencias existen entre los peligros y riesgos?* Recuperado de <https://www.isotools.org/2018/07/26/norma-iso-45001-diferencias-entre-peligros-y-riesgos/>

Jacobs, Jane (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. (Edición original publicada por Random House, Inc., Nueva York) Traducción española de Ángel Abad, *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Madrid, España: Ediciones Península, Madrid.

Kim, E., Muennig, P. & Rosen, Z. Vision zero: a toolkit for road safety in the modern era. *Inj. Epidemiol.* 4, 1 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40621-016-0098-z>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Glosario de Términos de Uso Frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial R.D. N° 02-2018-MTC/14*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 R.D. N° 03-2018-MTC/14*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015). *Informe de Caracterización de Tramos de Vía de Alta Incidencia de Accidentes de Tránsito en el Distrito de Los Olivos*.

Recuperado de

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/terrestre/documentos/distritos/dist_lima_losolivos.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017). Manual de Seguridad Vial (MSV) R.D. N° 05-2017-MTC/14.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras R.D. N° 16-2016-MTC/14.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021). Reglamento Nacional de Tránsito D.S. N° 016-2009-MTC. Modificado por D.S. N° 025-2021-MTC

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011). Norma GH.020 Componentes de Diseño Urbano D.S. N° 006-2011.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2014). Norma CE.030 Obras Especiales y Complementarias D.S. N° 005-2011.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). Norma Técnica A.120 Accesibilidad Universal en Edificaciones RM N° 072-2019-VIVIENDA

Monzón, A. (2005). Gestión del transporte metropolitano. *Gobernar las metrópolis*, 519 (75), 409.

Organización Mundial de la Salud (2018). *Accidentes de tránsito*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Organización Mundial de la Salud (2009). *Global status report on road safety: time for action*.

Recuperado de

https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/en/

Organización Mundial de la Salud (2018). *Global status report on road safety 2018*.

Recuperado de

https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/

Organización Mundial de la Salud (2008). *The Global Burden of Disease*. Recuperado de

https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/2004_report_update/en/

Organización Mundial de la Salud y Banco Mundial (2004). *Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*. Recuperado de

https://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/es/

Organización Mundial de la Salud, Fundación de la Federación Internacional del Automóvil (FIA), Alianza Mundial para la Seguridad Vial, Banco mundial (2013). *Seguridad peatonal: manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales*.

Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/128043>

Policía Nacional del Perú (2018). *Anuario estadístico 2018*. Recuperado de

<https://observatorio.mininter.gob.pe/reportes>

Radio Panamericana (2018). [El espacio público en el Jirón de la Unión]. Recuperado de

<http://www.radiopanamericana.com/noticias/tendencias/17808/aniversario-de-lima:-mira-el-antes-y-despues-a-483-anos-de-su-fundacion-fotos>

Real Academia de la Lengua Española (2020) *Definición de Entropía*. Recuperado de

<https://dle.rae.es/entrop%C3%ADa>

Revista Cosas (2016). [El espacio público en Strøget]. Recuperado de <https://cosas.pe/cultura/17459/ceda-el-paso/>

Secretaría de Movilidad de Bogotá (2017). *Guía de Auditorías de Seguridad Vial en Vías Urbanas*. Recuperado de <https://www.movilidadbogota.gov.co/web/direccion-seguridad-vial>

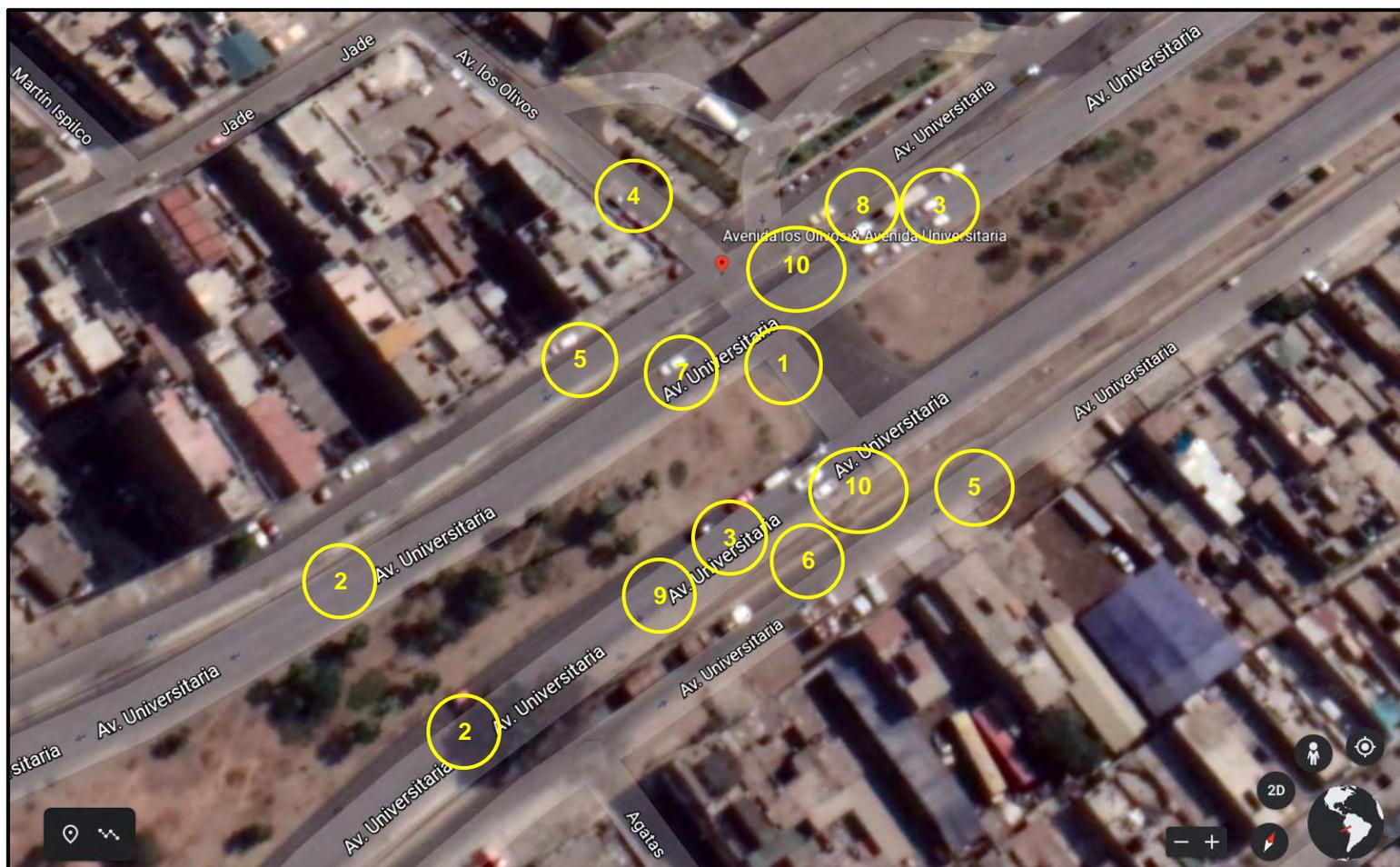
Union Internationale des Transports Publics (2001). [El espacio público y su relación con la movilidad]. Recuperado de

<http://istas.net/descargas/Desplazarse%20mejor%20en%20la%20ciudad.pdf>

U.S. Department of Transportation (2018). [El espacio público en Herald Square]. Recuperado de <https://gehlpeople.com/projects/new-york-usa/>

U.S. Department of Transportation (2006). *FHWA Road Safety Audit Guidelines*. Recuperado de https://safety.fhwa.dot.gov/rsa/guidelines/documents/FHWA_SA_06_06.pdf

**Anexo A: Imagen satelital 2D de hallazgos de las características de la intersección vial
de las avenidas Universitaria y Los Olivos**



Anexo B: Tabla de identificación fotográfica de hallazgos usando el complemento

Google Street View dentro de Google Earth

Hallazgo No. 1		
Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria y Av. Los Olivos – SMP	Tipo de intersección
Descripción de la característica identificada:		Imagen 1 (hallazgo):
Intersección simple con empalme en T		
Hallazgo No. 2		
Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38	Sentido de circulación en ambas vías
Descripción de la característica identificada:		Imagen 2 (hallazgo):
Vías con circulación de doble sentido		

Hallazgo No. 3

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38	Número de carriles de la avenida Universitaria
Descripción de la característica identificada:		Imagen 3 (hallazgo):
6 carriles (3 de norte a sur y 3 de sur a norte)		

Hallazgo No. 4

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Los Olivos Cdra. 1	Número de carriles de la avenida Los Olivos
Descripción de la característica identificada:		Imagen 4 (hallazgo):
2 carriles adyacentes		

Hallazgo No. 5

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38 (Auxiliar)	Vías auxiliares en la avenida Universitaria
Descripción de la característica identificada:		Imagen 5 (hallazgo):
2 carriles (1 de norte a sur y 1 de sur a norte)		

Hallazgo No. 6

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38	Ubicación de los paraderos
Descripción de la característica identificada:		Imagen 6 (hallazgo):
Paraderos establecidos de modo informal		

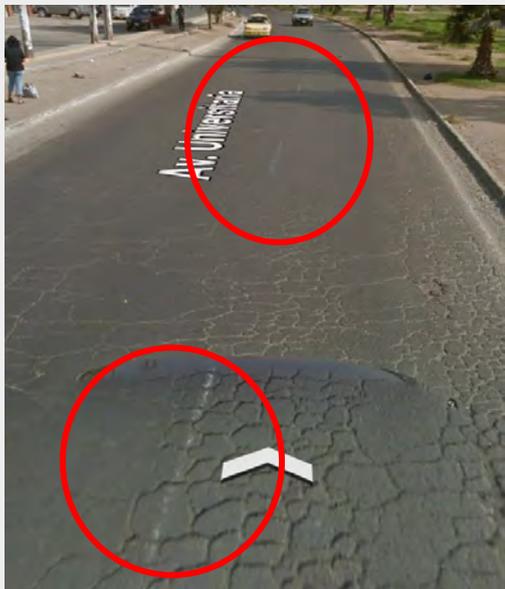
Hallazgo No. 7

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38	Ubicación de crueros peatonales
Descripción de la característica identificada:		Imagen 7 (hallazgo):
Sin presencia de crueros peatonales		

Hallazgo No. 8

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38	Señalizaciones verticales
Descripción de la característica identificada:		Imagen 8 (hallazgo):
Nula señalización vertical		

Hallazgo No. 9

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38	Señalizaciones horizontales
Descripción de la característica identificada:		Imagen 9 (hallazgo):
Carece de señalización horizontal adecuada		

Hallazgo No. 10

Fecha	Ubicación (dirección)	Característica
25/09/20	Av. Universitaria Cdra. 38	Semaforización
Descripción de la característica identificada:		Imagen 10 (hallazgo):
No cuenta con semáforos que regulen el tránsito		

Anexo C: Tabla que representa la lista de chequeo elaborada para la Inspección de Seguridad Vial realizada en la intersección

PUNTOS CLAVE	PREGUNTAS DE CARACTERIZACIÓN	RESPUESTA	
Diseño y distribución del espacio	¿La intersección se “comunica” bien con el usuario, favoreciendo su comprensión?		NO
	¿El diseño de las vías está de acuerdo con su función y jerarquía en la red?	SI	
	¿Se intercepta cada vía sólo con vías de la misma categoría?		NO
	¿Está permitido el tránsito de vehículos pesados?	SI	
	¿El transporte público atraviesa la intersección?	SI	
	¿La red de ciclovías se encuentra adecuadamente ubicada y brinda seguridad al usuario?	SI	
	¿Son adecuados los radios de giro para ingresar y salir de la intersección?		NO
	¿Los cruces peatonales están claramente localizados?		NO
	¿Están ubicados correctamente los paraderos de autobuses?		NO
	¿Las islas de refugio proveen de una zona segura de espera para los peatones?		NO
Condiciones actuales: calidad y dificultades	¿Están las vías libres de obstrucciones momentáneas o permanentes?	SI	
	¿Las superficies de las vías están en óptimas condiciones para el tránsito?		NO
	¿El pavimento de cruce es el adecuado?		NO
	¿El pavimento del cruce está al mismo nivel que la superficie de la vía?		NO
	¿Los vehículos suelen aparcarse e interferir con el paso peatonal?		NO
	¿Hay un espacio prudente para que los pasajeros esperen, embarquen y descendan de los vehículos?		NO
	¿Existen dificultades para que usuarios con movilidad reducida se desplacen por las vías?	SI	

Conectividad vial	¿Están vinculados los cruceos demarcados con zonas de espera para peatones?		NO
	¿Los paraderos direccionan a los peatones a la red de cruceos y rutas de acceso en la intersección?		NO
Iluminación	¿La intersección posee la iluminación necesaria para identificar la zona de cruceos peatonales y de transporte público?		NO
Visibilidad	¿Los peatones pueden observar la aproximación de vehículos antes de cruzar las vías?	SI	
	¿Hay una distancia establecida como línea de parada para que los conductores observen a los peatones que cruzan?		NO
	¿Hay vehículos detenidos que interfieren con la visión de los peatones para cruzar de forma segura?		NO
Accesos a las vías	¿Los peatones tienen la preferencia para cruzar las vías cuando los conductores ingresan o salen de la intersección?		NO
	¿Los ingresos a vehículos están cercanos a los cruceos peatonales?	SI	
	¿Está demarcada la red de ciclo vía que permite acceder a la intersección?	SI	
Control de tráfico	¿Existen conflictos entre ciclistas y conductores en la intersección?		NO
	¿Los peatones están en constante riesgo a causa del giro de los vehículos en la intersección?	SI	
	¿Las líneas de deseo al cruzar incrementan el riesgo de siniestros en las vías?	SI	
Señalizaciones horizontales y verticales	¿La pintura de las líneas de parada y cruceos peatonales es clara?		NO
	¿Hay señales que indican la ubicación de los paraderos de transporte público?		NO
	¿Se manifiestan correctamente las líneas de separación de carriles en las vías?		NO
Semaforización	¿Se encuentran instalados semáforos que regulan los tiempos de espera y circulación de vehículos y peatones?		NO
	¿Es necesario colocar semáforos para ordenar el flujo peatonal y vehicular en la intersección?	SI	
	¿Se debe tener en cuenta la interacción de las personas con movilidad reducida con los semáforos?	SI	

Anexo D: Tabla que representa el nivel de riesgo potencial y la acción recomendada para cada una de las deficiencias halladas en la ISV

Diseño y distribución del espacio					
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Señalar claramente los cruces peatonales para que las personas no atraviesen desordenadamente la Av. Universitaria.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Establecer los paraderos de autobuses en una ubicación favorable en la Av. Universitaria, de modo que las personas puedan mantener un orden cuando interactúan con el transporte público.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Instalar protección metálica o barreras de contención en la zona adyacente al cruceo peatonal propuesto previamente.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Condiciones actuales: calidad y dificultades					
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Proceder con el mantenimiento de la pavimentación de las vías, a cargo de la Municipalidad de San Martín de Porres.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Luego de establecer la ubicación óptima de los paraderos, se debe considerar una zona adecuada de espera, teniendo en cuenta a las personas con movilidad reducida tanto en los paraderos como en los cruces peatonales.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Conectividad vial					
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Establecer conexiones perceptibles entre paraderos, cruces y zonas de espera que conformen una red de tránsito peatonal dentro de la intersección.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

Iluminación					
Acción recomendada:		Imagen:			
Incrementar la iluminación en la intersección vial, enfocándonos en los paraderos de transporte público, los cruces peatonales y la zona de giros en el cruce (ingreso y salida de vehículos).					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Visibilidad					
Acción recomendada:		Imagen:			
Decidir si es necesario colocar líneas de parada antes de los cruces peatonales.					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

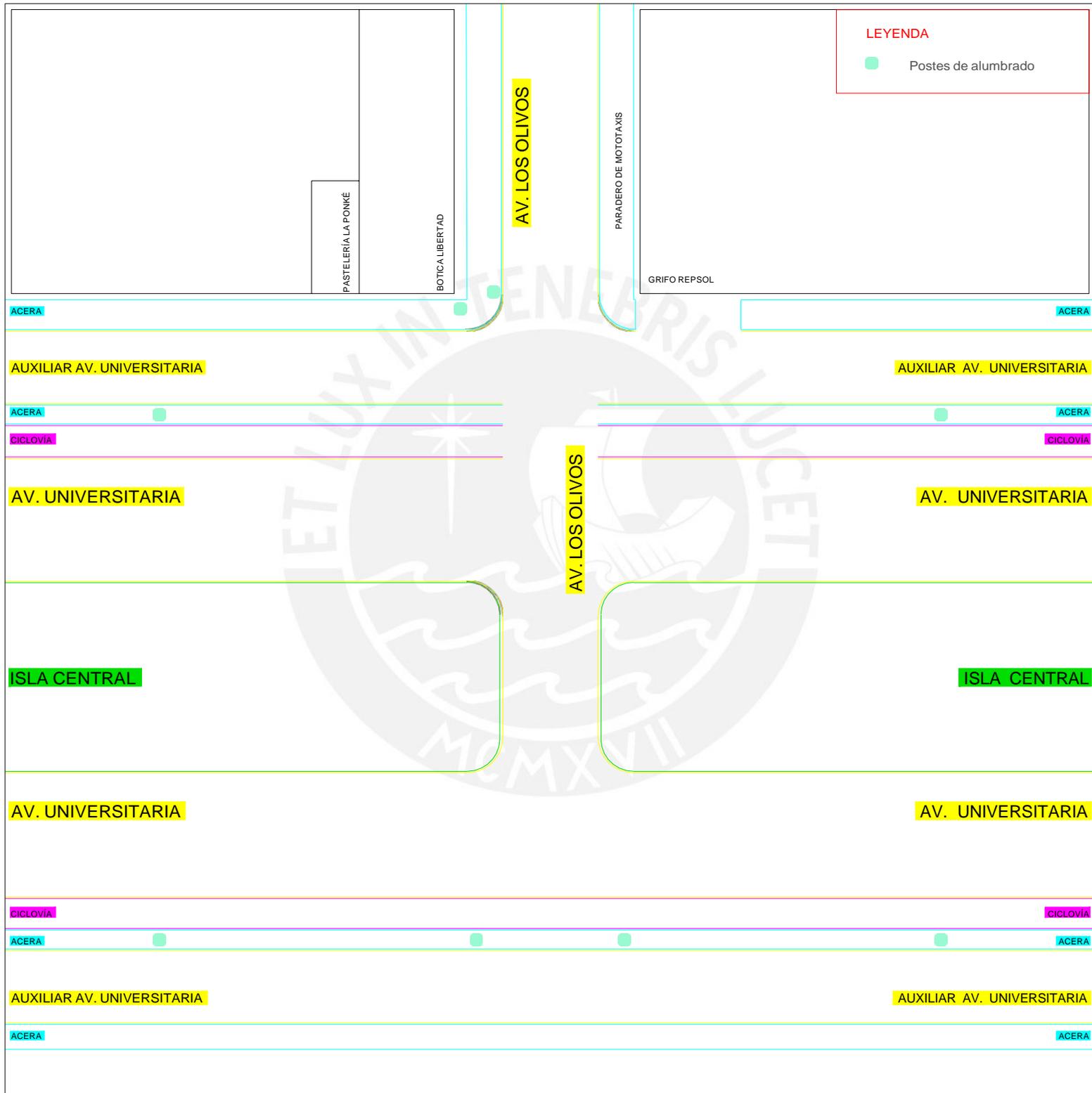
Accesos a las vías					
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Establecer mediante señalización la preferencia de paso para peatones que atraviesan la intersección vial o controlar los ingresos y salidas en la intersección mediante la instalación de semáforos como se indicará más adelante.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Control del tráfico vehicular					
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Establecer cruces que regulen las líneas de deseo y semáforos que controlen los giros vehiculares.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

Señalizaciones horizontales y verticales					
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Reforzar la pintura de las señalizaciones horizontales en las vías, como las líneas separadoras de carriles. Adicionalmente, delimitar con la pintura adecuada los cruces peatonales y las líneas de parada planteadas anteriormente.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Colocar señalización vertical de paraderos autorizados de transporte público que formalicen las tendencias de zonas de ascenso y descenso de personas en los vehículos que se detienen en la intersección.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

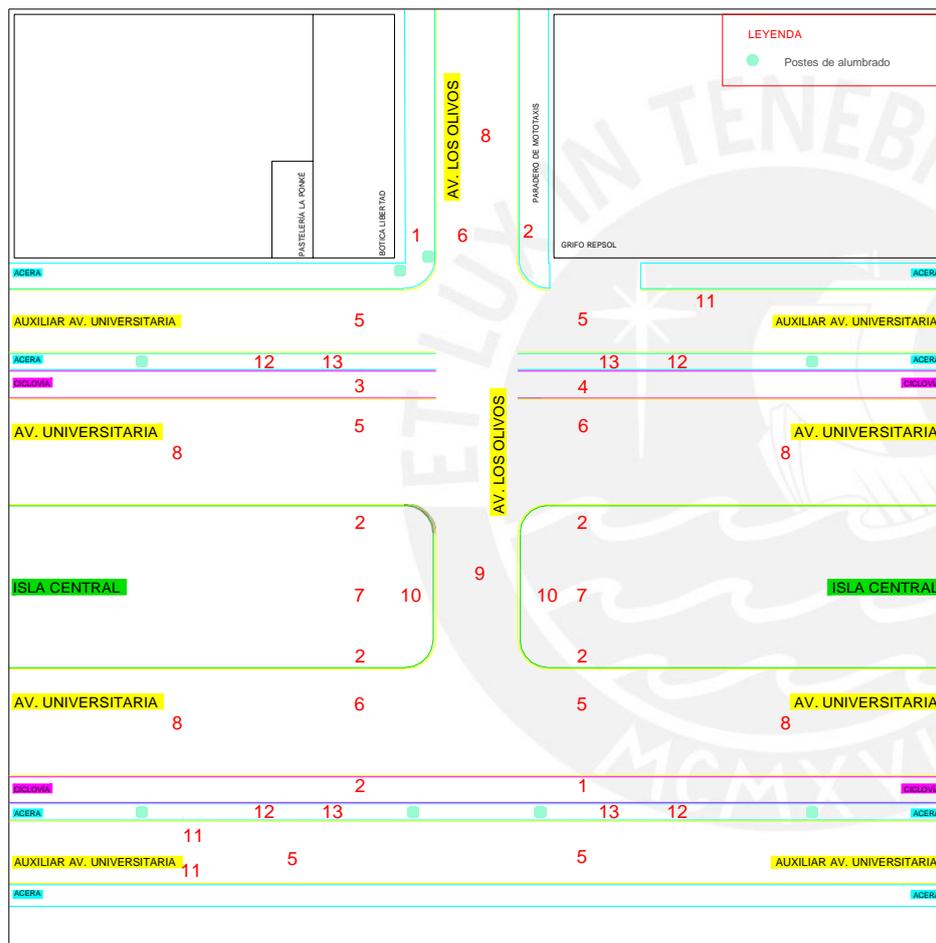
Semaforización					
Acción recomendada:		Imagen:			
<p>Instalar semáforos con las fases pertinentes que regulen el tránsito en la intersección vial.</p>					
NIVEL DE RIESGO		SEVERIDAD			
		MENOR	MODERADA	SIGNIFICATIVA	GRAVE
FRECUENCIA	POCO FRECUENTE	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	OCASIONAL	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
	COMÚN	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	FRECUENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO



Anexo E: Plano del diseño y distribución actual del espacio urbano en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos

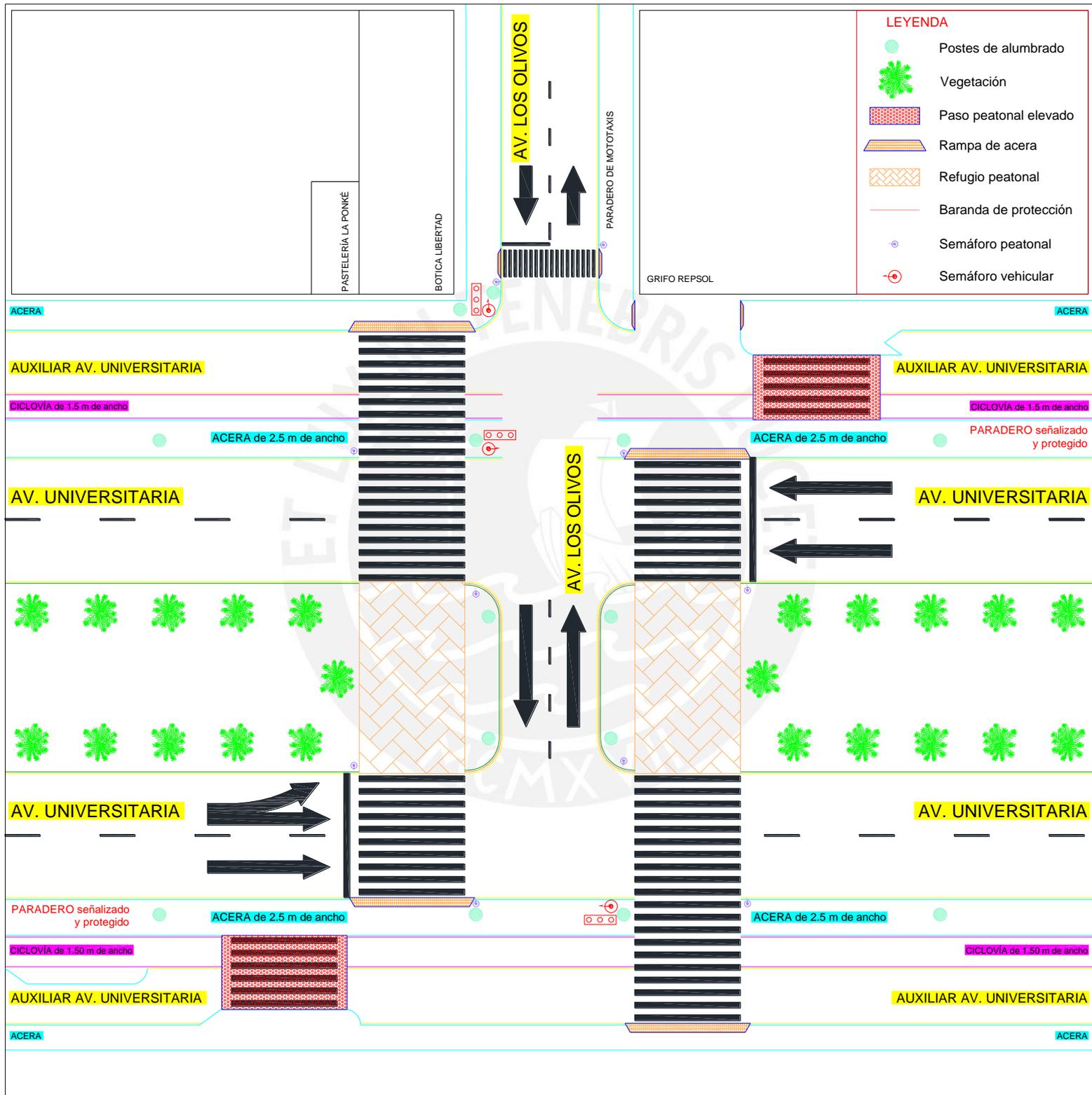


Anexo F: Plano de enumeración de las deficiencias halladas en la Inspección de Seguridad Vial realizada en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos



NUMERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALÍA
1	Falta de semaforización peatonal y vehicular
2	Falta de semaforización peatonal
3	Falta de semaforización peatonal, vehicular e iluminación
4	Falta de semaforización peatonal e iluminación
5	Ausencia de cruceo peatonal
6	Ausencia de cruceo peatonal y línea de parada
7	No está establecido un refugio peatonal
8	Nula señalización horizontal
9	Nula señalización horizontal y ausencia de barandas de protección para el refugio peatonal
10	Insuficiente iluminación
11	Vehículos estacionados reducen la visibilidad
12	Ubicación inadecuada de la acera y ancho insuficiente
13	Paraderos informales sin señalización ni protección

Anexo G: Plano de propuesta de mejora del diseño y distribución del espacio urbano en la intersección de avenidas Universitaria y Los Olivos



Anexo H: Modelamiento tridimensional del diseño actual de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos



Anexo I: Modelamiento tridimensional de la propuesta de mejora de la intersección vial de avenidas Universitaria y Los Olivos

