

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



SEGURIDAD VIAL DEL PEATÓN ALREDEDOR DEL ÓVALO HIGUERETA, LIMA

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA:

Jimena Malpartida Saldaña

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Marlon Omar Ricalde Dominguez

ASESOR:

Félix Israel Cabrera Vega

Lima, agosto, 2024

Informe de Similitud

Yo, Felix Cabrera Vega docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada “SEGURIDAD VIAL DEL PEATÓN ALREDEDOR DEL ÓVALO HIGUERETA, LIMA”, de los autores Marlon Omar Ricalde Dominguez y Jimena Malpartida Saldaña, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 13/08/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 13 de agosto 2024

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

RESUMEN

El presente trabajo se propuso a detectar los factores que afectan la seguridad vial del desplazamiento peatonal en los alrededores del Óvalo Higuiereta. Para lograr este objetivo, se determinaron las líneas de movimiento y características del peatón, la influencia de la congestión vehicular en su desplazamiento y la relación entre la infraestructura actual y su seguridad peatonal.

La investigación adopta un enfoque mixto, ya que combina técnicas y herramientas de la investigación cuantitativa y cualitativa. Se consideró el estudio de variables descriptivas con un diseño no experimental, debido a que no se manipularon las variables en estudio, sino que se analizaron los fenómenos observados en su contexto natural. Esta se aplicó de manera transversal debido a que el estudio fue en un momento determinado.

El enfoque central de esta tesis se centró en el comportamiento de los peatones y la infraestructura vial en el Óvalo Higuiereta. Como resultados, se observó que los peatones tienden a elegir rutas más cortas para cruzar, influenciados por la ubicación de elementos como piedras, rejas o paraderos. Sin embargo, este comportamiento no garantiza su seguridad, ya que muchos peatones cruzaron con distracciones o en carrera, lo que aumenta el riesgo de accidentes.

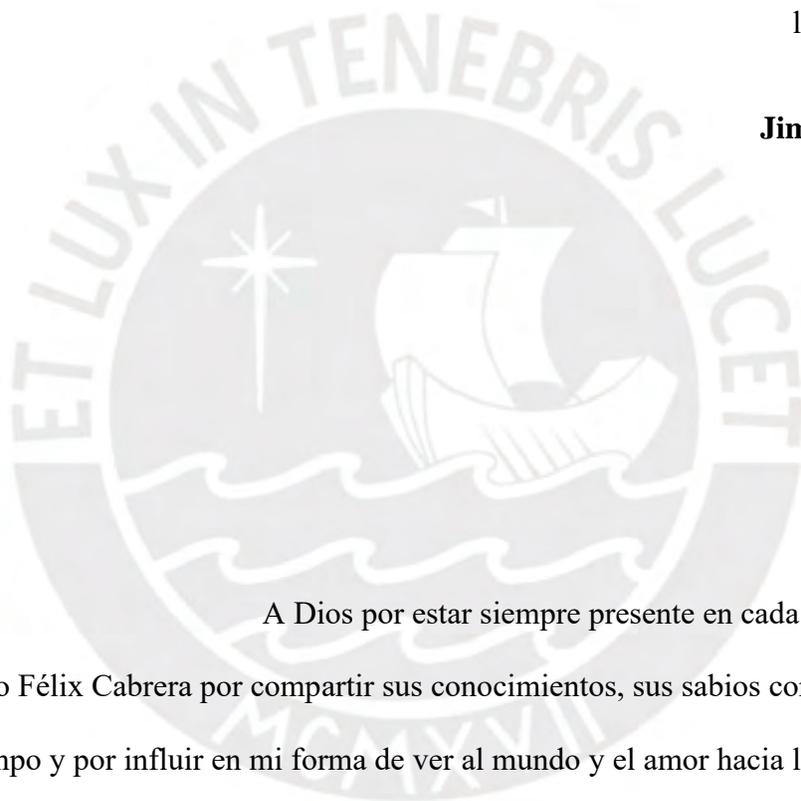
Por otro lado, la congestión vehicular tiene un impacto significativo en los tiempos de espera de los peatones y puede inducir comportamientos más arriesgados. Además, puede aumentar la exposición de los peatones a las emisiones de los vehículos y obstaculizar su movilidad.

En cuanto al diseño de la infraestructura vial, se encontró que el radio de giro en los carriles de ingreso es mucho mayor que en los de la salida, lo que puede influir en la consideración de los conductores para ceder el paso a los peatones. Aunque la mediana proporciona una zona segura para peatones, ciertos elementos pueden dificultar la movilidad de algunos peatones. La visibilidad también es un problema, especialmente en situaciones de congestión, debido a la ubicación de los paraderos de transporte público.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi guía en cada camino que recorro. A mis padres, mis pilares, por su amor incondicional, por su inagotable paciencia y por brindarme el valor necesario para finalizar esta fase de mi vida. A mi hermana mayor, por ser mi ejemplo e impulsarme a ser mejor tanto personal como profesionalmente. Al ingeniero Félix Cabrera por compartir sus conocimientos, sus sabios consejos, su valioso tiempo y por influir en mi forma de ver al mundo y el amor hacia la ingeniería civil.

Jimena Malpartida



A Dios por estar siempre presente en cada decisión tomada. Al ingeniero Félix Cabrera por compartir sus conocimientos, sus sabios consejos, su valioso tiempo y por influir en mi forma de ver al mundo y el amor hacia la ingeniería civil. A mi padre, por la disciplina y los valores inculcados. A mi madre, por su esfuerzo, amor y constante lucha por brindarme todo lo necesario para lograr esta ansiada meta. A mi hermano menor, por impulsarme a ser un profesional íntegro en quien él pueda tomar como ejemplo. A todas las personas que me ayudaron genuinamente y fueron parte de cada etapa de mi formación académica.

Marlon Ricalde

ÍNDICE

Capítulo I: Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.2. Preguntas de investigación	2
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
1.5. Justificación	4
1.6. Alcance y limitaciones.....	5
Capítulo II: Revisión de la literatura.....	6
2.1. Seguridad vial.....	6
2.1.1. Tipos de seguridad vial	6
2.1.2. Seguridad vial y el peatón	9
2.1.3. Características del entorno vial que afectan la seguridad de los peatones.....	13
2.1.4. Auditorías de seguridad vial	15
2.2. Impacto de la congestión vehicular en la movilidad peatonal.....	16
2.2.1. Congestión vehicular.....	16
2.2.2. Impacto de la congestión vehicular en la seguridad peatonal.....	17
2.2.3. Interacción vehículo - peatón	19
2.3. Peatón.....	20
2.3.1. Tipos de peatón y sus necesidades	20
2.3.2. Desplazamiento peatonal al cruzar intersecciones.....	24
2.4. Óvalos y su relación con la seguridad vial	26
2.4.1. Tipos de óvalos, rotondas o glorietas	26
2.4.2. Diseño de óvalos Seguros	26
2.4.3. Señalización en óvalos.....	28
Capítulo III: Metodología.....	35

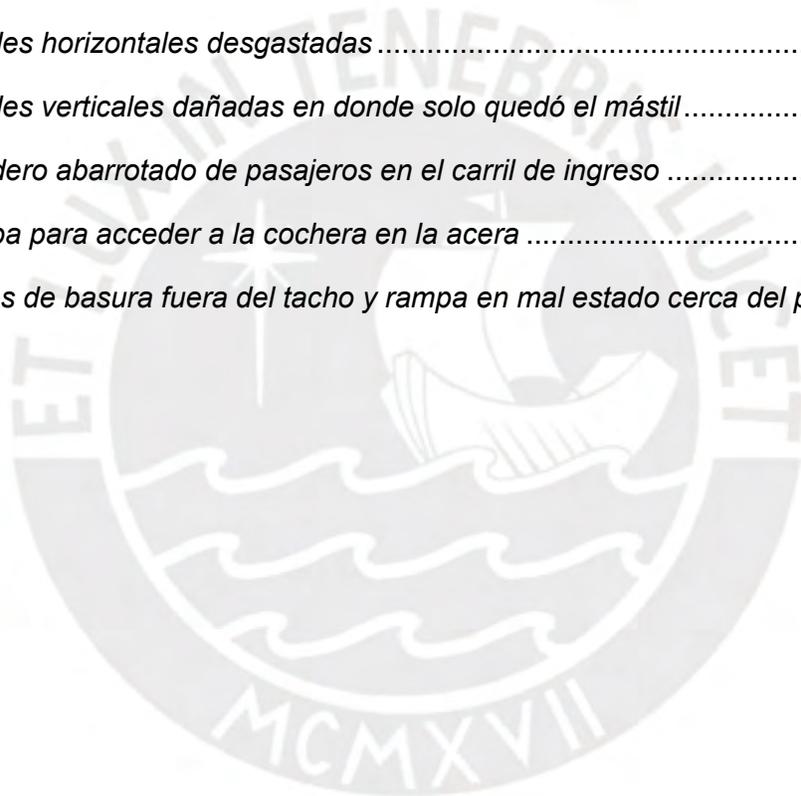
3.1. Área de estudio	35
3.2. Enfoque de la investigación	36
3.3. Diseño de la investigación	37
3.4. Población, muestra y muestreo	39
3.4.1. Población	39
3.4.2. Muestra y muestreo	39
3.5. Técnica e instrumento de recolección de datos	41
3.6. Herramientas para el procesamiento de datos.....	46
Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados	47
4.1. Flujo peatonal.....	47
4.1.1. Características del flujo peatonal	47
4.1.2. Velocidad de desplazamiento de los peatones.....	48
4.1.3. Comportamiento de peatones	54
4.2. Flujo y velocidad vehicular.....	60
4.2.1. Características del flujo vehicular.....	60
4.2.2. Velocidad y clasificación de los vehículos	62
4.3. Percepción de seguridad vial peatonal: Encuestas.....	66
4.4. Hallazgos de las listas de chequeo en el Óvalo Higuiereta.....	75
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....	83
5.1. Conclusiones.....	83
5.1.1. Conclusiones relacionadas al objetivo 1.....	83
5.1.2. Conclusiones relacionadas al objetivo 2.....	84
5.1.3. Conclusiones relacionadas al objetivo 3.....	85
5.2. Recomendaciones.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Relación entre la percepción de seguridad (vertical) y seguridad objetiva (horizontal)</i>	9
Figura 2. <i>Causas de accidentes de tránsito</i>	19
Figura 3. <i>Tiempo total de recorrido del cruce peatonal</i>	25
Figura 4. <i>Tiempos de espera</i>	25
Figura 5. <i>Croquis de preseñalización</i>	29
Figura 6. <i>Señales R-301, P-4 y R-1</i>	29
Figura 7. <i>Señal R-402 y señales R6-4, R6-4a y R6-4b</i>	30
Figura 8. <i>Señales W11-2 y W16-7P</i>	30
Figura 9. <i>Señalización vertical en una rotonda</i>	31
Figura 10. <i>Modelo de señalización horizontal al entrar en un óvalo</i>	32
Figura 11. <i>Flechas de uso de carril</i>	33
Figura 12. <i>Cruceros peatonales en rotondas</i>	33
Figura 13. <i>Señalización de giro exclusivo izquierda</i>	34
Figura 14. <i>Señalización horizontal “Ceda el paso” justo antes de entrar a la rotonda</i>	34
Figura 15. <i>Características del entorno del Óvalo Higuera</i>	35
Figura 16. <i>Área de estudio</i>	36
Figura 17. <i>Tramo de evaluación para medir flujo peatonal y características de su desplazamiento</i>	43
Figura 18. <i>Tramo de evaluación para medir velocidad vehicular en carriles de ingreso</i>	44
Figura 19. <i>Tramos de evaluación para medir velocidad vehicular en carriles de salida</i>	45
Figura 20. <i>Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en el carril de ingreso (recorrido 1)</i>	49
Figura 21. <i>Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en la mediana (recorrido 1)</i>	50
Figura 22. <i>Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en el carril de salida (recorrido 1)</i>	51
Figura 23. <i>Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en el carril de salida (recorrido 2)</i>	52
Figura 24. <i>Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en la mediana (recorrido 2)</i>	53

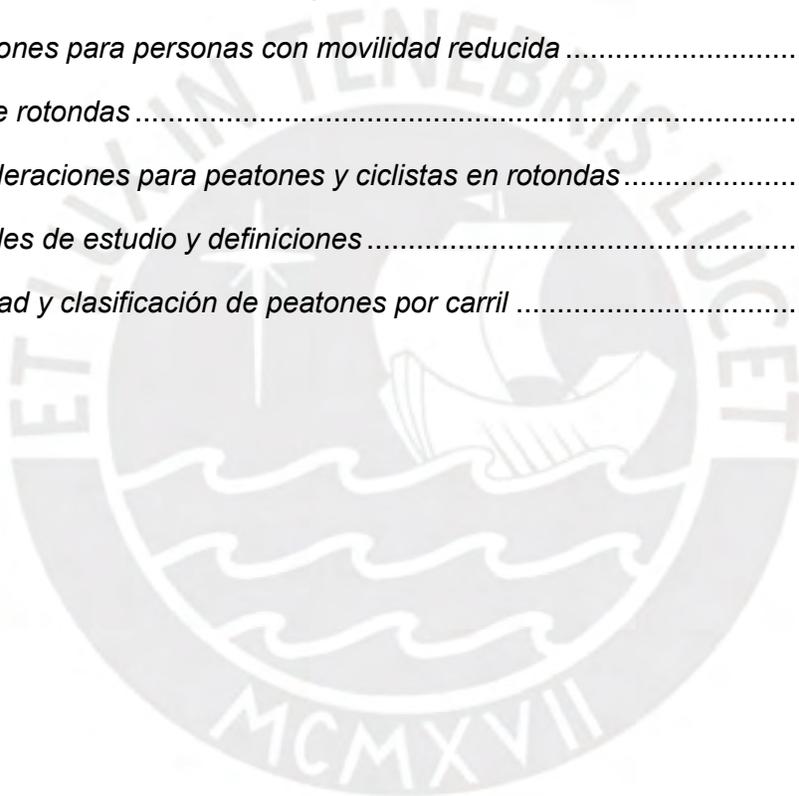
Figura 25. <i>Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en el carril de ingreso (recorrido 2)</i>	54
Figura 26. <i>Tiempos de espera (recorrido 1)</i>	55
Figura 27. <i>Tiempos de espera (recorrido 2)</i>	56
Figura 28. <i>Velocidad en km/h y frecuencia de peatones desde el carril de ingreso (recorrido 1)</i>	57
Figura 29. <i>Velocidad en km/h y frecuencia de peatones desde el carril de salida (recorrido 2)</i>	57
Figura 30. <i>Líneas de deseo desde el carril de entrada (recorrido 1)</i>	58
Figura 31. <i>Líneas de deseo desde el carril de salida (recorrido 2)</i>	59
Figura 32. <i>Zona de piedras con superficies irregulares en la mediana</i>	60
Figura 33. <i>Congestión por abordaje forzado de pasajeros en el carril de entrada</i>	60
Figura 34. <i>Vehículo detenido sobre cruceo peatonal</i>	61
Figura 35. <i>Paradero informal identificado en el carril de salida</i>	61
Figura 36. <i>Conductores respetando el derecho de paso</i>	62
Figura 37. <i>Distribución de la cantidad de vehículos en el carril de ingreso</i>	63
Figura 38. <i>Velocidad media por tipo de vehículo en el carril de ingreso</i>	63
Figura 39. <i>Velocidad media versus frecuencia acumulada en el carril de ingreso</i>	64
Figura 40. <i>Distribución de la cantidad de vehículos en el carril de salida</i>	65
Figura 41. <i>Velocidad media por tipo de vehículo en el carril de salida</i>	65
Figura 42. <i>Velocidad media versus frecuencia acumulada en el carril de salida</i>	66
Figura 43. <i>Clasificación de encuestados por género y edad</i>	66
Figura 44. <i>Facilidad al cruzar por el óvalo según edades</i>	67
Figura 45. <i>Seguridad al cruzar por el óvalo según edades</i>	68
Figura 46. <i>Acciones o situaciones que ponen en riesgo la seguridad vial de los peatones</i>	69
Figura 47. <i>Seguridad al cruzar por el óvalo según edades</i>	70
Figura 48. <i>Emoción que más prevalece al cruzar por el óvalo</i>	71
Figura 49. <i>Medida en que el tránsito vehicular afecta el desplazamiento y aspectos del desplazamiento que son afectados por este</i>	72

Figura 50. <i>Tipo de vehículo que genera más inseguridad</i>	73
Figura 51. <i>¿Qué entiende por la luz roja intermitente del semáforo?</i>	75
Figura 52. <i>Radio de giro en los accesos de ingreso y salida de la zona de estudio</i>	76
Figura 53. <i>Rampa a desnivel en la mediana</i>	77
Figura 54. <i>Poste al terminar el cruce peatonal en el carril de ingreso</i>	77
Figura 55. <i>Transporte público haciendo uso del paradero en el carril de ingreso</i>	78
Figura 56. <i>Visibilidad del peatón al cruzar el acceso de ingreso</i>	79
Figura 57. <i>Características del tráfico en el carril de ingreso y de salida</i>	79
Figura 58. <i>Señales horizontales desgastadas</i>	80
Figura 59. <i>Señales verticales dañadas en donde solo quedó el mástil</i>	80
Figura 60. <i>Paradero abarrotado de pasajeros en el carril de ingreso</i>	81
Figura 61. <i>Rampa para acceder a la cochera en la acera</i>	82
Figura 62. <i>Bolsas de basura fuera del tacho y rampa en mal estado cerca del paradero</i>	82



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Definiciones de la seguridad subjetiva</i>	7
Tabla 2. <i>Evolución de la ciudad, la movilidad y el espacio público</i>	10
Tabla 3. <i>Resumen de resultados de las encuestas sobre percepción de seguridad</i>	12
Tabla 4. <i>Distribución del tipo de infracciones cometidas por peatones</i>	13
Tabla 5. <i>Factores que contribuyen con la muerte de peatones</i>	20
Tabla 6. <i>Clasificación de peatones y sus subgrupos</i>	21
Tabla 7. <i>Parámetros de diseño de calles para niños</i>	22
Tabla 8. <i>Limitaciones para personas con movilidad reducida</i>	23
Tabla 9. <i>Tipos de rotondas</i>	26
Tabla 10. <i>Consideraciones para peatones y ciclistas en rotondas</i>	27
Tabla 11. <i>Variables de estudio y definiciones</i>	37
Tabla 12. <i>Cantidad y clasificación de peatones por carril</i>	47



Capítulo I: Introducción

1.1.Introducción

En las últimas décadas, los preceptos de la ciudad moderna sirvieron de base para diseñar la infraestructura urbana. Con esta perspectiva se consideró al automóvil como prioridad y se descuidó el espacio público, así como las necesidades del peatón (Gehl, 2014). De manera que, el descuido del espacio público ocasiona que las personas incumplan las normativas urbanísticas y las adapten a sus necesidades en el espacio físico (Jacobs, 2011).

Por otro lado, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud [OMS] (2018), los peatones fallecidos por accidentes de tránsito, en el mundo, representan el 23% de todas las muertes en accidentes de tránsito, lo que mostraría que las necesidades del peatón no son consideradas en el diseño de las calles. Particularmente, en Lima Metropolitana y Región Callao (enero - setiembre, 2021) el 57.1% de accidentes de tránsito corresponden a peatones, según usuarios de la vía (Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023). Del mismo modo, existen otros factores como el efecto de cambio de temperatura y la congestión vehicular en las horas pico que afectan su movilidad (Bongiorno et al., 2019).

Con respecto al planeamiento urbanístico, una infraestructura problemática para el desplazamiento peatonal es la rotonda, conocida también como glorieta. Para su correcto funcionamiento se deben considerar diversos aspectos como su geometría, ubicación, la señalización vial, el tipo de usuario (peatones, ciclistas, automóviles) y la ubicación de los paraderos de buses (Federal Highway Administration [FHWA], 2009). De acuerdo a Bañón y Beviá (2000), las rotondas poseen múltiples ventajas para los vehículos como mejorar la capacidad vehicular de la intersección o hasta disminuir la tasa de accidentes; sin embargo, el inadecuado diseño de esta puede desvirtuar sus ventajas.

Por lo tanto, al considerar la historia de los peatones en el planeamiento urbanístico de la ciudad, la cantidad de peatones fallecidos, los factores que influyen en su movilidad y el posible riesgo al que se enfrentarían en una rotonda mal diseñada, el presente trabajo de investigación busca detectar factores que afectan el desplazamiento peatonal alrededor del Óvalo Higuiereta con la finalidad de mejorar sus desplazamientos. Se explorarán aspectos como las líneas de movimiento y características de los peatones que transitan la rotonda, la influencia de la congestión vehicular en sus desplazamientos y la infraestructura actual de la rotonda.

1.2.Preguntas de investigación

1.2.1. Pregunta general

- ¿Cuáles son los factores que afectan la seguridad vial del desplazamiento peatonal en los alrededores del Óvalo Higuiereta?

1.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cuáles son las líneas de movimiento y qué características poseen los peatones que transitan el Óvalo Higuiereta?
- ¿Cómo influye la congestión vehicular en el desplazamiento de los peatones alrededor del Óvalo Higuiereta?
- ¿Qué relación existe entre la infraestructura actual y la seguridad vial de los peatones alrededor del Óvalo Higuiereta?

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Detectar los factores que afectan la seguridad vial del desplazamiento peatonal en los alrededores del Óvalo Higuiereta

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las líneas de movimiento y las características que poseen los peatones que transitan el Óvalo Higuiereta
- Determinar la influencia de la congestión vehicular en el desplazamiento de los peatones alrededor del Óvalo Higuiereta
- Identificar la relación existente entre la infraestructura actual y la seguridad vial de los peatones alrededor del Óvalo Higuiereta

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- Los factores que afectan la seguridad vial del desplazamiento peatonal en los alrededores del Óvalo Higuiereta son los siguientes: las características que poseen los peatones bajo las condiciones de seguridad actuales, la influencia de la congestión vehicular en el desplazamiento del peatón y la necesidad de una adecuada infraestructura para garantizar mejores condiciones de seguridad vial.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Las líneas de movimiento generadas por la inconformidad de los peatones al desplazarse representan el camino más corto hacia su destino y dejan de lado los cruces peatonales establecidos. Los peatones que transitan por dichas líneas se caracterizan por ser adultos con buenas condiciones físicas.
- La congestión vehicular y los paraderos informales en el transporte público impiden el acceso a los cruces peatonales, lo cual ocasiona que las personas busquen vías alternas; además, afectan los tiempos de espera del peatón.
- La infraestructura actual del Óvalo Higuiereta presenta deficiencias en su diseño, lo que ocasiona que los peatones se desplacen por diversas líneas de deseo, las cuales no garantizan su seguridad y se exponen a accidentes de tránsito.

1.5. Justificación

La demanda peatonal, la seguridad vial, entre otros, afectan el desplazamiento peatonal alrededor del Óvalo Higuiereta. El diseño inadecuado de la infraestructura y el desconocimiento de los preceptos de la seguridad vial pueden ocasionar accidentes peatonales mortales. Por este motivo, el presente trabajo de investigación pretende determinar dichos factores y cómo afectan la movilidad de los peatones, lo que permitirá comprender el contexto y proponer recomendaciones respecto a la seguridad vial.

1.6. Alcance y limitaciones

El presente trabajo de investigación se enfoca en detectar los factores que afectan el desplazamiento peatonal en el ramal de la Av. Alfredo Benavides del Óvalo Higuiereta, uno de los óvalos que mayor número de entradas y salidas posee; ubicado en el distrito de Santiago de Surco, el cual conecta tres distritos: Miraflores, Surco y Surquillo. Para este estudio se va a considerar aspectos como la presencia de establecimientos de servicios múltiples, la infraestructura actual, la seguridad vial, el desplazamiento y las características de los peatones.

El Óvalo Higuiereta presenta dos túneles que conectan directamente la continuidad de las avenidas Tomás Marsano y Alfredo Benavides, los cuales no serán parte del alcance del presente trabajo de investigación. De igual forma, los resultados de las encuestas fueron recopilados a las personas que transitaban en distintos puntos del óvalo, no necesariamente en la Av. Benavides.

Por otro lado, el estudio llevado a cabo realiza distinciones en los resultados de acuerdo al grupo de edad al que pertenecen los peatones más no al género.

Capítulo II: Revisión de la literatura

2.1. Seguridad vial

En países en vías de desarrollo, los proyectos de infraestructura vial priorizan el bienestar del automóvil privado y dejan de lado las necesidades de los usuarios vulnerables: los peatones y ciclistas (Dextre y Cebollada, 2014). Según la Organización Mundial de la Salud [OMS] (2022), los usuarios vulnerables representan la mitad de las aproximadamente 1.3 millones de personas fallecidas en accidentes de tránsito. Estas cifras sugieren inducir que existe un fallo en cómo se trata la seguridad vial, especialmente para usuarios vulnerables.

El término seguridad vial puede asociarse, inicialmente, a las señales de tránsito, a los accidentes, a los cruces peatonales, al cinturón de seguridad, entre otros. Si bien, todas estas expresiones guardan relación con la seguridad vial, es importante identificar los tipos de seguridad vial del que se va a tratar. Es por ello que Cabrera (2019) enfatiza que “su falta de comprensión afecta directamente a los patrones de viaje y al uso del espacio público (p. 114)”. Es decir, es necesario comprender la seguridad vial integralmente para mitigar los problemas de movilidad, tales como la congestión y las afecciones directas (contaminación y siniestralidad) e indirectas (repercusiones psicológicas) a la salud (González, 2007).

2.1.1. Tipos de seguridad vial

El primer tipo de seguridad es la nominal, el cual se refiere a cumplir con las normas de diseño vial, lo que permite revisar que se hayan cumplido los estándares mínimos. Sin embargo, esto no garantiza la seguridad vial del proyecto, ya que las normas no consideran la relación entre el diseño de la vía, la influencia de los accidentes y la percepción de las personas respecto de la vía (Hauer, 2000; Dextre, 2010).

Por otro lado, la seguridad sustantiva (también llamada objetiva, real o estadística) aborda los datos estadísticos de los siniestros y daños ocurridos en las vías. La seguridad sustantiva puede ser descrita como las cifras reales propiamente dichas o como riesgo. Se entiende por riesgo como la probabilidad de que ocurra un accidente de tránsito o daño por unidad de exposición al tráfico. A su vez, el riesgo del tráfico se calcula como la cantidad de siniestros por distancia recorrida (Sorensen y Mosslemi, 2009).

Por último, Sorensen y Mosslemi, (2009) recopilan seis definiciones estudiadas por distintos autores sobre la percepción de seguridad (o también llamada seguridad subjetiva) con interpretaciones diferentes e interrelacionadas entre sí, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Definiciones de la seguridad subjetiva*

Definición	Autor(es)
Tiene dos dimensiones: cuán riesgoso es percibido el tráfico por las personas y qué tan disconformes se sienten las personas a ese nivel de riesgo.	Elvik, Erke y Vaa (2008)
La inseguridad en el tráfico es una sensación de incomodidad que ocurre cuando una persona pierde el control en una situación de tráfico. Está relacionado con la sensación de seguridad vial y el riesgo de accidente en una situación y/o lugar específico. La inseguridad también puede ocurrir al caminar por una calle o cruzarla, pero también en aceras con caminos separados	Nielsen, Thesberg, Jensen y Sørensen (2007)
El riesgo percibido depende principalmente de: a) el potencial de catástrofe, b) la posibilidad de morir en el accidente y c) el grado en que el individuo puede controlar la situación y las posibles consecuencias.	Amundsen y Bjørnskau (2003)

Fuente: Adaptado de Sorensen y Mosslemi (2009)

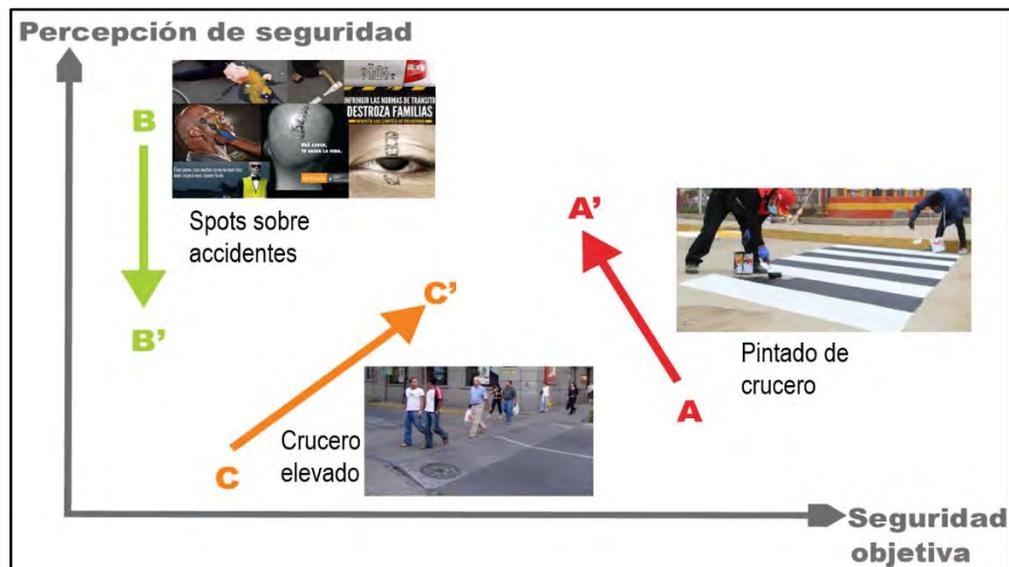
Tabla 1 (continuación). *Definiciones de la seguridad subjetiva*

Definición	Autor(es)
Consta de dos partes: una componente emocional que incluye, entre otras cosas, inseguridad, miedo, ansiedad y preocupación; y una componente cognitiva la cual representa el riesgo percibido de un accidente o daño.	Sjöberg (1993)
Es la suma de dos ideas: la posibilidad de que ocurra un accidente y la consecuencia de un posible accidente.	Værø (1992)
Es también la percepción de inseguridad que sentimos por otras personas. Por ejemplo, la preocupación de los padres por lo que le puede ocurrir a sus hijos cuando caminan cerca del tráfico.	Køltzow (1986); Elvik, Kolbennstvedt y Strangeby (1999)

Fuente: Adaptado de Sorensen y Mosslemi (2009)

Para un mejor entendimiento de la seguridad subjetiva, en la Figura 1, la recta A-A' muestra cómo es que el pintado de un cruceo peatonal aumenta la seguridad subjetiva; sin embargo, los datos estadísticos de los accidentes aumentaron. Es decir, existe una falsa percepción de seguridad. La recta B-B' muestra el aporte nulo de los spots (en paneles, televisión o internet), a veces escalofriantes debido a sus imágenes explícitas, en la seguridad objetiva y la disminución de la percepción de seguridad. Por ejemplo, el hecho de sentirse más inseguro al conducir una moto por los perjuicios causados ante un siniestro a comparación de un conductor de automóvil. La recta C-C' refleja el buen funcionamiento de los cruceos elevados (también llamados cruces a nivel) respecto de la seguridad objetiva y subjetiva. Los peatones se sienten más seguros al cruzar sobre estos cruceos, en especial si la textura es diferente al de la calzada, y mejora la seguridad objetiva al funcionar también como reductor de velocidad.

Figura 1. Relación entre la percepción de seguridad (vertical) y seguridad objetiva (horizontal)



Fuente: Adaptado de Hauer (2000)

2.1.2. Seguridad vial y el peatón

Casi siempre, los proyectos de infraestructura vial orientados a mejorar las condiciones de movilidad en zonas urbanas priorizan el bienestar del automóvil particular (Dextre y Avellaneda, 2014). Esto se ve reflejado en la construcción de nuevas carreteras y señalización en torno a esta, mientras que, el peatón queda aislado. Por ejemplo, la construcción de un puente peatonal que no se usa y no cumple su propósito, es decir, totalmente ineficaz (Hidalgo et al., 2010).

Lo dicho anteriormente corresponde a la movilidad circulatoria en el contexto de una ciudad moderna orientada al uso del auto particular, que impulsaba la construcción de vías para suplir las demandas de viajes desde el hogar hacia el trabajo (De la Cruz, 2023).

Desde el siglo pasado, la movilidad y la ciudad han sufrido cambios y las etapas de su evolución conceptual y metodológica también. Existen tres etapas de evolución de la ciudad: la modernidad, la sostenibilidad y la transición (Cabrera, 2019). En la Tabla 2 se muestra una síntesis de lo mencionado anteriormente.

Tabla 2. *Evolución de la ciudad, la movilidad y el espacio público*

	La ciudad moderna	La ciudad sostenible	La ciudad en transición
Conceptos determinantes	La funcionalidad y las lógicas del mercado	La sostenibilidad energética y ambiental	La sostenibilidad social y territorial
Movilidad	Circulatoria	Multimodal	Orgánica
Sujeto de estudio	Conductor del Automóvil	Conductor de modos mecanizados	Ser humano
Consideración del ser humano	Solo como hombre adulto trabajador	Solo como hombre adulto trabajador	Ser humano
Consideración del espacio público	Neutro o sin valor: solo para el desplazamiento	Neutro o sin valor: solo para el desplazamiento	Valorizado: influye en los patrones de movilidad y en la vida pública
Enfoque de análisis	Reduccionista, multidisciplinario	Reduccionista, multidisciplinario	Complejo, interdisciplinario y transdisciplinario

Fuente: Cabrera (2019, p.38)

Por otro lado, en la Tabla 2, se observa la preocupación por el ser humano es (y debe ser siempre) tomada en cuenta y es el eje principal de este nuevo enfoque de movilidad. Por ello, resulta importante estudiar la seguridad vial desde un enfoque en el cual, no solo el conductor de un vehículo salga, en la medida de lo posible, sin daños, sino que también lo sea el peatón.

Percepción del peatón y factores de riesgo

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2021-2030 como el Decenio de acción para la Seguridad Vial (OMS, 2021) con el objetivo de reducir las muertes y traumatismos en por

lo menos un 50%. Las medidas principales para lograr dicho objetivo son: transporte multimodal y planificación del uso de la tierra, infraestructura vial segura, vehículos seguros, uso seguro de las vías de tránsito y la respuesta después de los accidentes.

Según Wegman (2017), las acciones para cumplir con los objetivos a favor de la seguridad vial necesitan adaptarse a cada contexto específico y que su futuro es incierto. En el caso peruano, entre los objetivos del Plan Nacional de Seguridad Vial [PNSV] también destaca el de reducir los fallecimientos de los usuarios de las vías (MTC, 2016), pero, a pesar de los esfuerzos por relacionarlos con el concepto de movilidad sostenible, aún no queda claro si se considera la percepción del peatón a la par con la del conductor o si solo se consideran los datos estadísticos de los puntos negros para aplicar las medidas.

Como ya se analizó previamente, la seguridad objetiva y la percepción de seguridad están estrechamente relacionadas. Si se toma en cuenta un tipo de seguridad por encima de otro sin conocer el punto de vista de los usuarios ante las acciones ejecutadas, pueden afectarse ambos tanto positivamente como negativamente, de manera que pueda causarse, por ejemplo, una falsa percepción de seguridad.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de un estudio llevado a cabo en la ciudad de Loja, Ecuador en donde se encuestaron a 1197 personas, de las cuales 526 fueron conductores regulares y los demás fueron peatones (Zárate et. al, 2017). Esto, a manera de referencia para saber cómo es la percepción de seguridad del peatón y conductor respecto de seis criterios: sensaciones del conductor, emociones, accidentes, leyes de tránsito, consumo de alcohol y límites de velocidad.

Tabla 3. *Resumen de resultados de las encuestas sobre percepción de seguridad*

Resultados de los encuestados	
Sensaciones del conductor	Los resultados se resumen en que el encuestado piensa que desempeña un papel mejor que los demás en las vías.
Emociones de los encuestados	En los peatones, prevalece el miedo. En el conductor prevalece el respeto (por el hecho de poseer un vehículo) y el estrés. Y para los copilotos, el miedo y el estrés.
Accidentes	El 59% de los encuestados dijo que es extremadamente improbable o dudoso que se vean involucrados en algún tipo de accidente de tráfico en el próximo año. El 25% indicó que es algo probable o muy probable.
Leyes de tránsito	El 96 % de las personas está de acuerdo en que cumplir la ley o tener precaución es esencial para ser un buen peatón o conductor. El 14% de los encuestados está de acuerdo con las leyes y reglamentos de tránsito existentes, el 54% lo hace en parte y el 32% en su totalidad.
Consumo de alcohol	Un automovilista no debería enfrentar multas y suspensiones tan severas, según el 32% de los encuestados. Además, el 20% no está de acuerdo con el límite legal de alcohol en la legislación de tránsito.
Límites de velocidad	El 27% piensa que, dado que los automóviles están hechos para ir rápido, no debería haber restricciones de velocidad tan indulgentes ni castigos tan severos. Mientras que, el 41% está de acuerdo en que es importante hacer cumplir los límites de velocidad y enfrentar las consecuencias

Fuente: Adaptado de Zárate et. al. (2017)

También existen ciertos factores de riesgo de sufrir un accidente de tránsito. Los principales factores de riesgo de lesión a causa de accidentes de tránsito son: la velocidad del tráfico, el consumo de alcohol, la escasa visibilidad de los peatones y la ausencia de instalaciones para peatones en los diseños de vías públicas y en la planificación del uso del suelo (OMS, 2013).

Sin embargo, hay ciertos comportamientos propiamente de los peatones que son inevitables, los cuales desembocan en errores que se deben tener en consideración. En la Tabla 4, se listan algunos de ellos que fueron tomados en un estudio que analizaba las infracciones de peatones y ciclistas.

Tabla 4. *Distribución del tipo de infracciones cometidas por peatones*

Tipo de infracción	%
No respetar señal de peatones	2.70
No utilizar paso para peatones	9.70
No respetar señal del agente	0.10
Irrumpir o cruzar la vía antirreglamentariamente	12.9
Estar o marchar por la calzada en forma antirreglamentaria	2.00
Estar o marchar por el arcén en forma antirreglamentaria	0.10

Fuente: Adaptado de Zárata et. al. (2017)

2.1.3. Características del entorno vial que afectan la seguridad de los peatones

La velocidad del vehículo es el primer factor a considerar, ya que afecta la rapidez con la que el conductor puede frenar y evitar una colisión. Si ocurre un choque, mayor será la probabilidad de que la víctima experimente un accidente grave. Para cada tipo de vía y ubicación, la OMS aconseja establecer restricciones de velocidad adecuadas, particularmente en sectores residenciales, educativos y comerciales donde se debe asegurar una velocidad máxima de 30 km/h (OMS, 2021). Los peatones tienen un 90% de posibilidades de sobrevivir si el automóvil involucrado en la colisión solo viaja a una velocidad máxima de 30 km/h, pero esta probabilidad se reduce a menos del 50% si viaja a 45 km/h, según la OMS (2009).

En segundo lugar, tanto los conductores como los peatones se ven afectados negativamente por el alcohol y las drogas en términos de toma de decisiones, tiempo de reacción, concentración y agudeza visual. El control del consumo de drogas y alcohol entre los conductores es un componente clave de un plan de seguridad vial. El alcohol también afecta la forma en que los peatones perciben el riesgo y su capacidad para tomar decisiones racionales (Organización Panamericana de la Salud, 2017).

Tercero, la ausencia o deficiencia de instalaciones para peatones por el diseño de las vías, las cuales no son amigables para las personas vulnerables. Ante la escasez o falta de mantenimiento de infraestructura, como banquetas, pasos peatonales, semáforos, señalización, alumbrado público y rampas de acceso, se aumentan los riesgos para los peatones. Las instalaciones para peatones deben adaptarse a las necesidades específicas de cada grupo poblacional, considerando aspectos como la edad, el género, la discapacidad y la cultura (Luchemos por la Vida, s.f.).

Cuarto, la escasa visibilidad de los peatones, ya que la vía pública no cuenta con suficiente iluminación, el diseño de las intersecciones requiere intervenciones, o los vehículos o bicicletas no cuentan con dispositivos luminosos que permitan ver y ser vistos por los demás usuarios. Este factor se agrava en condiciones climáticas adversas, como lluvia o niebla. National Highway Traffic Safety Administration [NHTSA] (2020) recomienda a los peatones usar ropa de colores claros o con bandas reflectantes y llevar una linterna o una luz intermitente cuando caminen de noche o con poca luz.

Quinto, el comportamiento irresponsable o imprudente de los usuarios, tanto los conductores como los peatones pueden incurrir en prácticas poco seguras para la convivencia vial, como no respetar las normas o señales de tránsito, distraerse con el celular u otros dispositivos electrónicos, cruzar

por lugares indebidos o sin precaución, adelantar a otros vehículos o peatones sin visibilidad suficiente, entre otras. Jiménez (2010) afirma que el comportamiento peatonal al cruzar la calle está influenciado por las características del flujo vehicular, la infraestructura disponible, las normas sociales y las motivaciones personales.

2.1.4. Auditorías de seguridad vial

Las auditorías de seguridad vial [ASV] son un procedimiento de revisión formal. El cual consiste en un equipo de especialistas capacitados e imparciales que proporciona información sobre el peligro de accidentes y el comportamiento del tráfico para cualquier proyecto que afecte una vía desde el punto de vista de la seguridad vial (Austroads, 2002).

Dado que las recomendaciones realizadas por las ASV reducen los índices de accidentabilidad y letalidad, es importante llevarlas a cabo durante las etapas de prefactibilidad y factibilidad de la infraestructura vial. Cuando se utilizan antes del diseño y construcción del proyecto vial, las ASV son una excelente herramienta para aumentar la seguridad vial y tienen la mayor rentabilidad (Yampolsky, 2021).

Los óvalos son intersecciones de carreteras que difieren de las intersecciones normales en que incluyen una isla central y solo una dirección de flujo de tráfico. Esto permite una mayor fluidez y menos enfrentamientos. Estas intersecciones ofrecen beneficios como una estética urbana mejorada, un mayor rendimiento del tráfico y una disminución de las emisiones contaminantes (Buckley, 2021; Messer, 2021). Sin embargo, los óvalos pueden presentar dificultades para mantener los requisitos adecuados de señalización, iluminación, diseño y mantenimiento. Por ello, es fundamental realizar auditorías de seguridad vial en óvalos para encontrar fallas y posibilidades de mejora que ayuden a prevenir y mitigar los accidentes de tránsito

Listas de chequeo

Las listas de chequeo son una herramienta que permite revisar un proyecto desde la perspectiva de la seguridad. Es importante la experiencia del auditor para adecuar la lista dependiendo del tipo, zona y etapa del proyecto. Generalmente, existen dos tipos de listas de chequeo: las listas maestras o generales proporcionan una descripción general de los temas que deben abordarse en el ASV, mientras que las listas detalladas profundizan en cada tema incluido en la lista maestra (Dextre et al., 2008). En el anexo G se muestra la adaptación de las listas de chequeo detalladas del FHWA (2007), las cuales se utilizaron en la presente tesis.

2.2. Impacto de la congestión vehicular en la movilidad peatonal

2.2.1. Congestión vehicular

La congestión vehicular es un problema que afecta a muchas ciudades del mundo. América Latina es uno de los afectados en el que el crecimiento demográfico, el aumento del parque automotor, la falta de planificación vial y de transporte público eficiente han generado altos niveles de contaminación, accidentes, demoras y estrés para los habitantes (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2001a). Cuando el número de vehículos en la vía supera su capacidad, se producen retrasos, congestión del tráfico y contaminación. El crecimiento urbano desordenado, la mala planificación y administración del transporte público, y la preferencia por la conducción privada son algunos de los factores que contribuyen a la congestión del tráfico. Los individuos, la sociedad y el medio ambiente sufren como resultado de la congestión del tráfico. Estos incluyen estrés, productividad y tiempo perdidos, mayor uso de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero, deterioro de la salud y el nivel de vida, y el aumento de los accidentes de tránsito.

Algunas medidas para mitigar la congestión son el fomento del transporte público masivo, eficiente y sostenible, fomentar la movilidad activa (caminar, bicicleta), la implementación de sistemas inteligentes de gestión del tráfico, la regulación del uso del automóvil, la educación vial y la concientización sobre los beneficios de una movilidad sostenible (Calatayud et al., 2021).

2.2.2. Impacto de la congestión vehicular en la seguridad peatonal

La movilidad activa está conectada a la intermodalidad de las redes de transporte público, incluso a pie y en bicicleta, en el contexto del desarrollo sostenible, lo que se traduce en una mejor asignación del espacio público. (Tanikawa-Obregón y Paz-Gómez, 2021).

Sin embargo, la congestión vehicular dificulta y desincentiva la movilidad peatonal, al generar barreras físicas y ambientales que limitan el acceso y la conectividad de los usuarios de las vías. Algunos de los problemas que enfrentan los peatones son la falta o el mal estado de las aceras, los cruces peligrosos o insuficientes, la invasión del espacio público por parte de los vehículos estacionados o en circulación, entre otros (Ruiz et al., 2020). Por otro lado, el estrés percibido por los peatones, la exposición a la contaminación del aire y del ruido, los tiempos alargados de espera para el peatón son otras consecuencias que conlleva la congestión vehicular.

Velocidad de desplazamiento

En comparación con los viajes realizados por vehículos motorizados, los tiempos de viaje de peatones y bicicletas generalmente se ven menos afectados por la congestión del tráfico. Esto, debido a que los viajes a pie o en bicicleta suelen durar menos tiempo que los realizados por un vehículo (Falcocchio y Levinson, 2015). Esto último se relaciona con la velocidad de desplazamiento de los vehículos motorizados. La velocidad de los vehículos, además, influye en la posibilidad de experimentar las consecuencias de un accidente debido a la relación que hay entre su velocidad y la distancia de frenado del mismo. Por ejemplo, un automóvil que circula a 50 km/h

necesitará de 36 metros para frenar y evitar una colisión, mientras que si circula a 40 km/h necesitará de 27 metros; es decir, tendrá más tiempo para evitar la colisión (OMS, 2013).

Capacidad de cruzar las calles

Debido a que las intersecciones son los cuellos de botella usualmente, deben planificarse adecuadamente. El camino y las posibles áreas de espera para los autos que continúan y giran deben ser obvios. Brindar a los peatones las comodidades adecuadas también es crucial. Las cuestiones físicas y operativas deben tenerse en cuenta simultáneamente al desarrollar el diseño (CEPAL, 2001b). De esta forma, los autos al no bloquear las intersecciones debido a la congestión (que implica también contaminación del aire y sonora), no dificultará la capacidad del peatón para cruzar las calles.

Estrés percibido

Según Hennessy y Wiesenthal (1997) conducir en tráfico muy congestionado causaría más estrés que conducir en tráfico ligero y es específico de la situación. Más significativamente, las personas que dijeron que eran más propensas al estrés (conduciendo) tenían un nivel más alto de estrés del que aquellos que indicaron que tenían menos estrés en circunstancias idénticas. Es decir, las personas saben que se enfrentarán al estrés al conducir con congestión vehicular; sin embargo, no hay nada que se pueda hacer para evitarlo.

En un estudio de Chavarría et al. (2020) sobre el estrés y la congestión en estudiantes universitarios, el uso de vehículo propio y la conducción de motocicleta están claramente asociados al estrés. Y es probable que el estrés provocado por el tráfico pesado y la ansiedad de llegar tarde a la institución sean los culpables.

2.2.3. Interacción vehículo - peatón

Una de las interacciones entre un vehículo y un peatón son los conflictos. Se denomina conflicto a la relación entre ambos en el que uno de los dos disminuye su velocidad o cambia de rumbo con el fin de evitar un accidente (National Cooperative Highway Research Program [NCHRP], 2007). Según Guerrier y Jolibois (1998), la mayoría de conflictos vehículo-peatón ocurren en los cruces peatonales.

Además, dichos conflictos pueden resultar en accidentes de tránsito, en efecto un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2016) mostró que las principales causas según la percepción de la población fue la imprudencia del peatón y el consumo de alcohol de los conductores. Otras causas frecuentes se presentan en la Figura 2.

Figura 2. Causas de accidentes de tránsito



Fuente: INEI (2016)

Por otro lado, la Tabla 5 muestra diversos factores que contribuyen a que la interacción entre vehículo y peatón conlleven a la muerte de este último (North Carolina Department of Transportation, 2020).

Tabla 5. Factores que contribuyen con la muerte de peatones

Para conductores	Para peatones
Exceso de velocidad	Distracción
Distracción	Desconocimiento e incumplimiento de normas de tránsito
Desconocimiento e incumplimiento de normas de tránsito	Caminar bajo efectos del alcohol u otro impedimento
Conducir bajo efectos del alcohol, drogas o cansancio.	Falta o deficiencia de seguridad vial en la infraestructura

Fuente: Adaptado de North Carolina Department of Transportation (2020)

2.3. Peatón

El concepto de peatón es cualquier persona que se desplaza a pie por las vías públicas (calles, pistas, veredas y caminos), ya sea en zonas urbanas, suburbanas o rurales. Las personas con movilidad reducida que transitan con silla de ruedas también son consideradas peatones (Dirección General de Tráfico [DGT], 2014; Ramos, et al., 2013). En algún momento del día todos cumplen el rol de peatones y la mayoría de actividades cotidianas como tomar el transporte público se realizan como peatón, he aquí la importancia de analizar a este usuario de la vía pública.

2.3.1. Tipos de peatón y sus necesidades

La importancia de conocer los tipos de peatón existentes en una ciudad radica en conocer sus características y necesidades específicas. Esto es esencial para mejorar la seguridad vial, el diseño urbano y establecer políticas de movilidad adecuadas (FHWA, 1997). Existen diversas maneras de clasificarlos: género, edad y movilidad. Según New Zeland Transport Agency [NZTA] (2009), los peatones se clasifican en tres grupos basados en su movilidad. La Tabla 6 muestra la clasificación de peatones y sus respectivos subgrupos.

Tabla 6. Clasificación de peatones y sus subgrupos

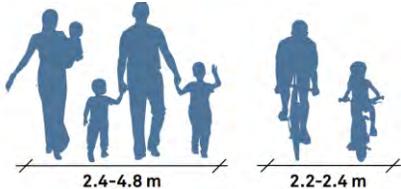
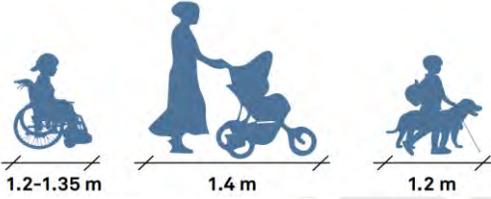
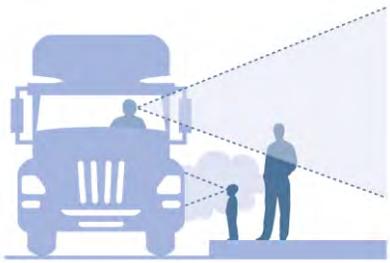
Tipo de peatón	Subgrupos	
A pie	-Peatón con movilidad plena	-Peatón con discapacidad visual
	-Peatón que corre o trota	
	-Peatón adulto, joven o adulto mayor	-Peatón con discapacidad sensorial
Sobre ruedas	-Peatón que transita con patines	-Peatón que transita con patines
	-Peatón que transita con skateboard	-Peatón que transita con skateboard
Movilidad reducida	-Peatón que transita con silla de ruedas	-Peatón que transita con scooter de movilidad
	-Peatón que transita con andador	-Peatón que cojea

Fuente: Adaptado de NZTA (2009)

Según el manual del usuario de la vía del Government of New South Wales [NSW] (2023) todos los peatones son usuarios vulnerables de la vía; sin embargo, existen grupos con mayor vulnerabilidad. Si se considera la movilidad y capacidad de afrontar situaciones presentadas por el tránsito, estos se agrupan en tres: niños, adultos mayores y personas con movilidad reducida (DGT, 2014; Mayoral et al., 2015).

Por un lado, los niños, debido a su edad, no tienen las habilidades para entender y reaccionar ante peligros viales (Mayoral et al., 2015). Transitar las calles implica discernir cómo cruzar de manera segura, lo que puede resultar en movimientos impredecibles entorno al tráfico (NSW, 2023). La guía National Association of City Transportation Officials [NACTO] (2020) sugiere parámetros para el diseño vial para niños, los 4 principales se pueden observar en la Tabla 7.

Tabla 7. Parámetros de diseño de calles para niños

Parámetros	
	Movilidad y calle segura: Brindar movilidad independiente y calles seguras para los niños es crítico en su desarrollo cognitivo.
 2.4-4.8 m 2.2-2.4 m	Espacio adecuado: Se debe considerar el espacio para diferentes condiciones de desplazamiento del niño: en silla de ruedas, acompañados de un adulto, en coche, en bicicleta, etc.
 1.2-1.35 m 1.4 m 1.2 m	
	Visibilidad: Un niño de tres años en promedio mide 95 cm. Esto ocasiona que experimenten la ciudad diferente a un adulto como se evidencia en la publicación “ <i>How Do Kids Experience Streets? The Reverse Periscope Companion Guide</i> ” de Global Designing Cities Initiative (2023). Además, estos no son visibles para los conductores.
	Ambiente seguro: Los niños necesitan un ambiente saludable debido a la etapa de desarrollo en la que se encuentran. Las consecuencias del flujo vehicular son un factor a considerar, ya que genera exposición al aire contaminado o al ruido.

Fuente: Adaptado de NACTO (2020)

Por otro lado, Mayoral et al. (2015) menciona que los adultos mayores pierden velocidad de desplazamiento, tiempo de reacción ante situaciones de peligro y la capacidad de discernir la distancia que se encuentra un vehículo de ellos. Según Guerrier y Jolibois (1998), los adultos mayores perciben más largo y ancho los cruces peatonales que los más jóvenes. Además, entre

sus mayores dificultades para cruzar se encuentran las siguientes: condiciones físicas, tiempos cortos de cruce permitido e interferencia de los conductores hacia ellos al momento de cruzar intersecciones, los cuales los ponen en riesgo. Otro factor que pone en riesgo su seguridad es que subestiman el tiempo en que podrían cruzar una intersección (Zivotofsky et al, 2012).

Finalmente, entre las personas con movilidad reducida se pueden mencionar tres grupos: personas con dificultad visual, motriz y cognitiva. Entre las principales dificultades que presentan estos usuarios está la falta de tiempo para recorrer los cruces peatonales. Estos suelen ser diseñados con una velocidad promedio de 1.2 m/s, el cual es diferente a la de un peatón en silla de ruedas (1.08 m/s) u otros cuyas velocidades son menores a las del diseño (Canadian Council of Motor Transport Administrators, 2013). En la Tabla 8 se muestran otras dificultades y limitaciones que presentan estos usuarios en las vías.

Tabla 8. *Limitaciones para personas con movilidad reducida*

Tipo de discapacidad	Limitaciones
Discapacidad visual	Dificultad para percibir el camino de su entorno No procesan información visual Dificultad en intersecciones que no son a 90 grados
Discapacidad motriz	Dificultad para transitar por superficies irregulares y ásperas En pendientes de subida requieren de más esfuerzo, en las de bajada tienden a perder el control y en las transversales pierden estabilidad Necesitan de aceras con mayor rango de giro.
Discapacidad cognitiva	Dificultad para pensar, aprender y responder Dificultad para identificar el camino correcto Dificultad para entender las señales de seguridad y de tráfico

Fuente: Adaptado de Los Angeles County (2011)

2.3.2. Desplazamiento peatonal al cruzar intersecciones

Cruzar las calles es parte de la experiencia de ser un peatón. El comportamiento de estos al cruzar intersecciones se realiza de diversas maneras, los cuales dependen del tipo de peatón y otros factores.

Tipos de cruce

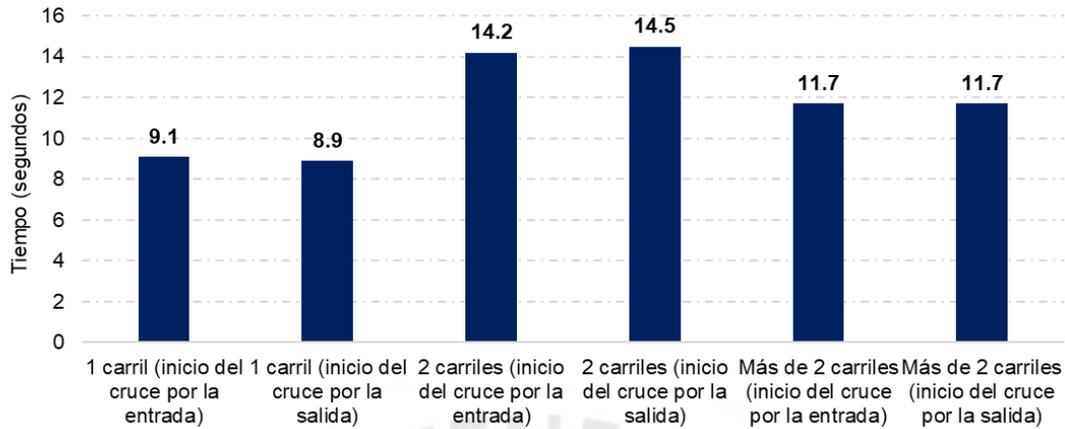
De acuerdo con NCHRP (2007) los peatones que interactúan con vehículos al recorrer los cruces peatonales presentaron cuatro tipos de cruce: normal, titubeo, truncado y en carrera. El cruce normal es cuando el peatón cruza con una velocidad normal constante; el cruce con titubeo, cuando el peatón duda si cruzar o no, pero finalmente decide realizarlo; el cruce truncado, cuando el peatón empezó a cruzar, pero regresa al punto de inicio, debido a un factor externo; y el cruce en carrera, cuando el peatón decide correr para cruzar.

Tiempo de cruce

El tiempo de cruce para los peatones es variable y esto depende del tipo de peatón que lo esté realizando, lo cual no siempre es considerado en el diseño. Sin embargo, existen cruces de tránsito como las PUFFIN "*Pedestrian User Friendly Intelligent*". Estos detectan la presencia de peatones desde el inicio hasta el fin de su cruce, así mantendrían la luz roja de pare para los vehículos hasta que el peatón termine su recorrido (Los Angeles County, 2011).

La Figura 3 presenta el tiempo promedio total de recorrido desde el punto de inicio hasta el fin del cruce, de acuerdo a la cantidad de carriles. Este estudio se realizó en 10 carriles pertenecientes a siete rotondas y se evaluó a 769 peatones, en los que la mayoría pertenecían a peatones adultos con facultades plenas.

Figura 3. Tiempo total de recorrido del cruce peatonal

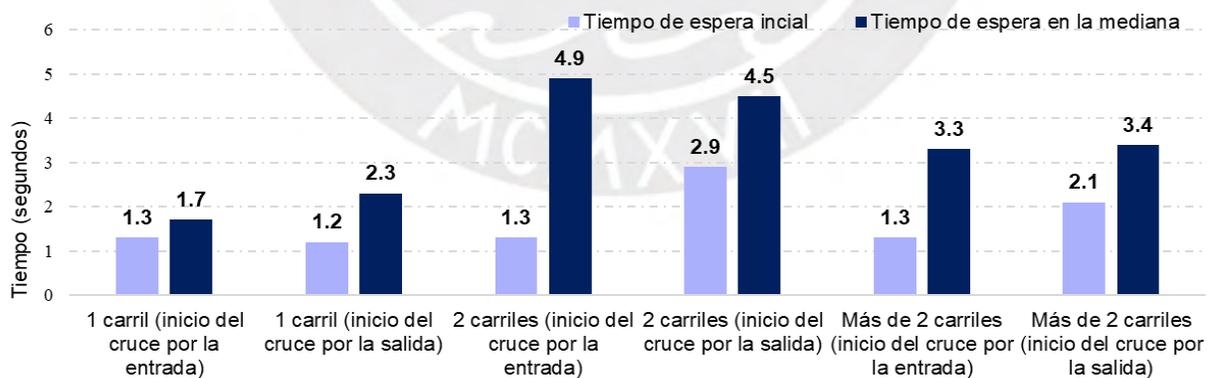


Fuente: Adaptado de NCHRP (2007)

Tiempos de espera

En el mismo estudio realizado por NCHRP (2007) se encontraron dos tiempos de espera. El primer tiempo se refiere al periodo entre el punto de inicio del cruce hasta el comienzo del recorrido y el segundo representa el periodo de llegada a la mediana hasta la salida de este. En la Figura 4 se observa los valores encontrados.

Figura 4. Tiempos de espera



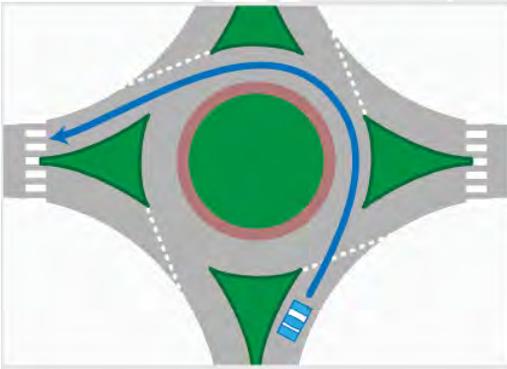
Fuente: Adaptado de NCHRP (2007)

2.4. Óvalos y su relación con la seguridad vial

2.4.1. Tipos de óvalos, rotondas o glorietas

Las rotondas (modernas) son intersecciones circulares donde el tráfico rodea una isleta central en dirección antihoraria. Una rotonda carece de señales de alto y señales de tránsito. Funcionan de manera diferente a los tipos de intersecciones circulares anteriores porque los conductores que ingresan a la rotonda ceden el paso a los vehículos que ya están en la rotonda, luego ingresan al carril de circulación y luego salen en la calle seleccionada (Washington State Department of Transportation [WSDOT], s.f.). Para vehículos, peatones y bicicletas, las rotondas están destinadas a hacer que los cruces sean más seguros y efectivos. Las rotondas se clasifican en dos variedades principales (ver Tabla 9): de un solo carril y de varios carriles (WSDOT, s.f.).

Tabla 9. Tipos de rotondas

Rotonda de un solo carril ^(a)	Rotonda de varios carriles ^(b)
	

Fuente: ^(a) Florida Department of Transportation (2019). ^(b) Minnesota Department of Transportation (2011)

2.4.2. Diseño de óvalos Seguros

El beneficio fundamental de las rotondas es su adaptabilidad porque pueden cumplir una amplia gama de funciones y pueden adoptar formas diferentes según los requisitos de cada lugar. Sin

embargo, las rotondas presentan problemas de funcionamiento y, en particular, problemas de seguridad debido al alto número de peatones, cuyo tránsito se desaconseja, como también se consideran inseguros para los ciclistas. Esta es la razón por la que los cruces de peatones y ciclistas en las rotondas, especialmente en las zonas urbanas, deben examinarse cuidadosamente (Rodríguez, 2014; Vidondo, 2021).

Las rotondas son muy difíciles de compatibilizar con los carriles de operación reversibles o con las plataformas reservadas para el transporte público, además de plantear la pregunta de dónde se deben ubicar las paradas. Esto se debe a que no se adaptan bien al sistema de circulación con semáforos; es decir, a la llegada de "emboladas" de vehículos. Además, estos pierden utilidad en vías donde se prefiere que el tráfico fluya de forma rápida y continua (Darder, 2005). Una rotonda es por naturaleza (y por su propio diseño) una molestia para los peatones, haciéndoles recorrer tramos más largos, poniéndolos en una posición más insegura a la hora de bajarse de los vehículos, y también desvaloriza el espacio central de la rotonda (Darder, 2005). Debido a esto, las rotondas necesitan medidas especiales de seguridad para ciclistas y peatones, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. *Consideraciones para peatones y ciclistas en rotondas*

Peatones	Ciclistas
Para las personas con discapacidad visual, un cruce peatonal apartado de la intersección es crucial para que puedan distinguir la diferencia de sonido entre un automóvil que circula, existe o se acerca a la rotonda para que puedan saber cuándo es seguro ingresar, así como para separar zona de conflicto al peatón/vehículo desde la intersección. ^(b)	Usar (por ejemplo) pintura verde en las zonas de transición, las ciclovías distintivas y las rampas para bicicletas con pasarelas de uso compartido, particularmente en las rotondas de varios carriles. ^(b)

Fuente:^(a)Darder (2005).^(b)Van (2023)

Tabla 10 (continuación). *Consideraciones para peatones y ciclistas en rotondas*

Peatones	Ciclistas
<p>Estudio de tráfico con enfoque en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los alrededores de la intersección - Polos que provocan el desplazamiento de peatones (como los de los centros comerciales, escuelas o áreas de recreación, etc.) - Conteos de tráfico peatonal o proyecciones en sus áreas en desarrollo - La observación y reposición de los recorridos de peatones que se ven afectados por la nueva rotonda.^(a) <p>Una distancia adecuada entre la calzada y las aceras para canalizar a las personas hacia los cruces peatonales designados.^(b)</p>	<p>El paso más importante es habilitar un “carril bici” que se mantenga siempre al exterior de la calzada. Existen dos tipos de soluciones: una franja incorporada en el exterior de la calzada anular y al mismo nivel que esta, que solo se distingue por líneas divisorias pintadas en el suelo, o por un cambio de color, o textura del pavimento. El método alternativo es un carril paralelo a la calzada anular pero físicamente separado de ella, ya sea por un bordillo duro o por estar situado a un nivel diferente.^(a)</p> <p>Colocación de rampas para bicicletas en el “carril bici” hacia/desde la ruta de uso común en puntos específicos donde ya se tiene control de velocidad, asegurando que no haya diferencia de velocidad peligrosa entre ciclistas y vehículos.^(b)</p>

Fuente:^(a)Darder (2005).^(b)Van (2023)

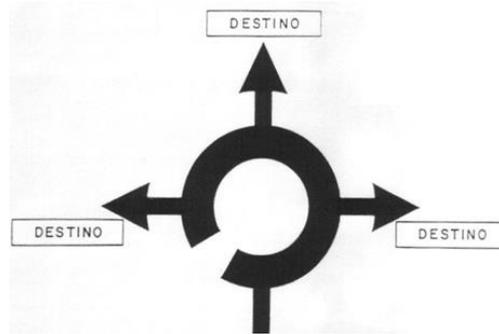
2.4.3. Señalización en óvalos

2.4.3.1. Señalización vertical

El MTC se refiere a cualquier señal que se monta al lado o directamente sobre la carretera como una señal vertical. Estos se emplean para advertir o alertar a los usuarios (conductores o peatones) de cualquier peligro potencial en la vía (MTC, 2016).

Se deberá realizar una señalización previa mediante croquis S-210, como se muestra en la Figura 5 para los destinos a los que conducen las salidas de la rotonda (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España [MOPU], 1989).

Figura 5. Croquis de preseñalización



Fuente: MOPU (1989)

En todos sus accesos se deberá comunicar previamente a la rotonda. Esto se logra mediante el uso de la señal triangular vertical P-4 (ver Figura 6), que se coloca a unos 200 metros del marcador de "ceda el paso". No se puede acercar a una señal de "ceda el paso" a la entrada de una rotonda a más de 40 km/h. Si la velocidad general o señalizada de la vía de acceso es superior en más de 40 km/h a dicho umbral (90 km/h o más), el cambio deberá realizarse por fases, donde R-301 (ver Figura 6) es la señal que controla el ritmo de circulación (Aldana, 2020).

La obligación de ceder el derecho de paso a los vehículos en movimiento en la calzada anular deberá ser notificado con una señal R-1 (ver Figura 6) de acuerdo con la señalización vial de "ceder el paso"; se aconseja repetirlo en la isla deflector a la izquierda de la entrada para aumentar su percepción.

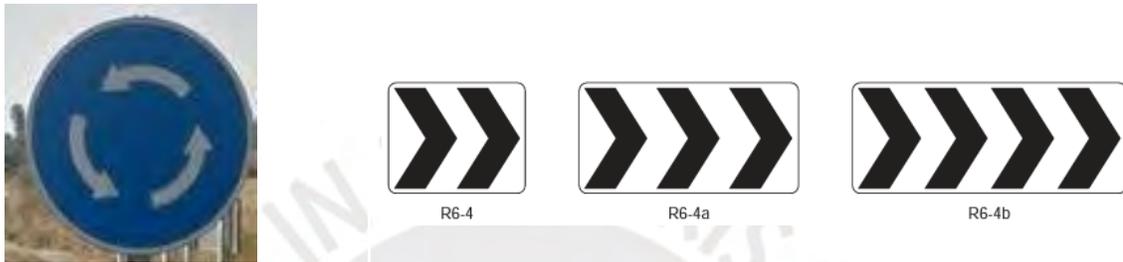
Figura 6. Señales R-301, P-4 y R-1.



Fuente: Aldana (2020)

Cada entrada debe tener una señal R-402 (Figura 7) colocado delante para enfatizar la dirección de viaje por la calzada anular (MOPU, 1989). Por otro lado, las señales R6-4, R6-4a y R6-4b (Figura 7) son el enfoque más efectivo para la dirección de viaje dentro de la rotonda (NCHRP, 2010).

Figura 7. Señal R-402 y señales R6-4, R6-4a y R6-4b.



Señal R-402

Señales R6-4, R6-4a y R6-4b.

Fuente: Aldana (2020) y (NCHRP, 2010)

Además, las señales de cruce de Peatones W11-2 (Figura 8) se pueden usar en los cruces peatonales en las entradas y salidas de las rotondas, y se pueden combinar con una señal que muestre la ubicación del cruce y tenga una flecha diagonal W16-7P (NCHRP, 2010).

Figura 8. Señales W11-2 y W16-7P.



Fuente: Google Imágenes

La Figura 9 muestra un ejemplo de señalización vertical en una rotonda de dos carriles con dobles giros consecutivos a la izquierda.

Figura 9. Señalización vertical en una rotonda



Fuente: FHWA (2009)

2.4.3.2. Señalización horizontal

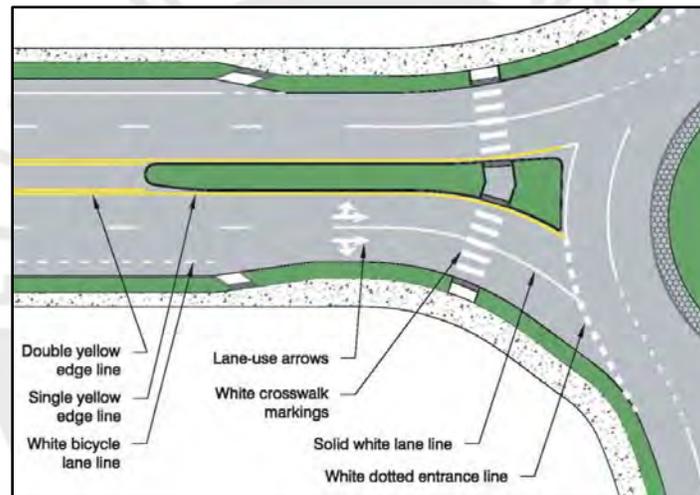
Las marcas o demarcaciones en el pavimento se conocen como señalización horizontal. El pavimento, los sardineles, otras construcciones viales y las superficies circundantes pueden tener marcas aplicadas o adheridas, como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras (MTC, 2016).

Según NCHRP (2010), antes de ingresar a un acceso de la rotonda, para ayudar a los conductores a reconocer mejor el cambio de ruta, las líneas de borde amarillas generalmente se deben instalar a lo largo de las islas divisorias en el borde izquierdo de los carriles de entrada y salida y en el borde izquierdo de las calzadas anulares de giro a la derecha.

A lo largo de las islas divisorias, las franjas de borde pueden eliminarse opcionalmente para que las propias islas sirvan como demarcación de borde. En caminos no divididos cerca de las islas divisorias, se deben utilizar marcadores dobles amarillos en la línea central que designen una zona de no rebasar en dos direcciones.

En aproximaciones de varios carriles, se deben utilizar marcadores de líneas de carriles blancos. En las salidas de varios carriles, también se deben utilizar las marcas de carril blancas. En la Figura 10, se puede observar un modelo de señalización horizontal al entrar en un óvalo.

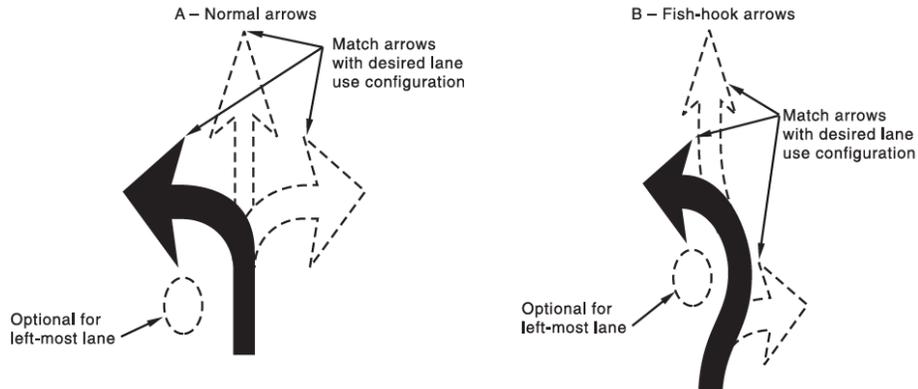
Figura 10. Modelo de señalización horizontal al entrar en un óvalo



Fuente: NCHRP (2010)

Hay cuatro opciones distintas para el diseño de las flechas de uso de carril en la aproximación a las rotondas (NCHRP, 2010), como se aprecia en la Figura 11, las flechas de uso de carril normal se pueden usar con o sin un óvalo para representar la isla central, como se ve a la izquierda. Como alternativa, se pueden utilizar flechas de anzuelo como la de la derecha, con o sin óvalo para representar la isla central.

Figura 11. Flechas de uso de carril

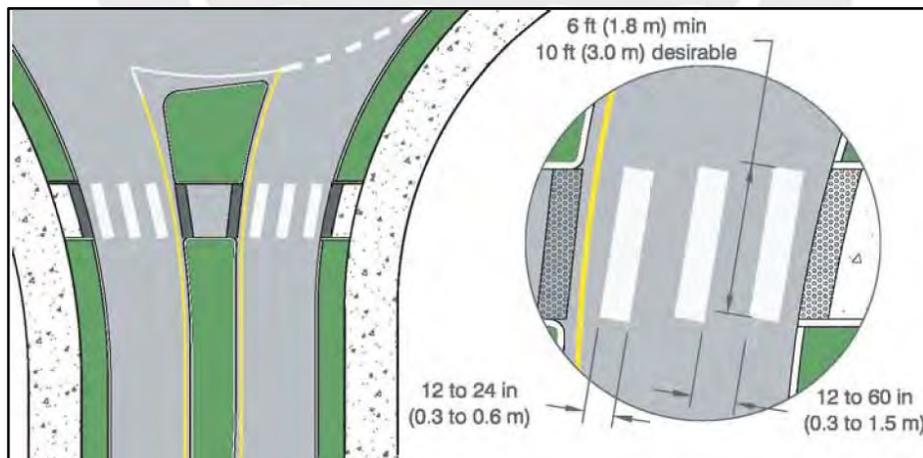


Fuente: NCHRP (2010)

Marcas viales de carril para peatones

En todos los pasos de peatones en las rotondas de las áreas urbanas y suburbanas, se deben colocar cruceros de peatones (Figura 12) longitudinales a la dirección del tráfico (a veces denominadas "Cebra" o "Continental"). Las marcas de cruce ayudan a los peatones a navegar en las rotondas y brindan a los vehículos una pista visual sobre dónde podrían estar las personas en la vía.

Figura 12. Cruceros peatonales en rotondas



Fuente: NCHRP (2010)

También, las rotondas permiten el uso de las siguientes marcas de palabras y símbolos en el pavimento:

En los carriles destinados a un solo movimiento, se puede agregar una indicación de **SOLO** a las flechas de uso del carril (Figura 13).

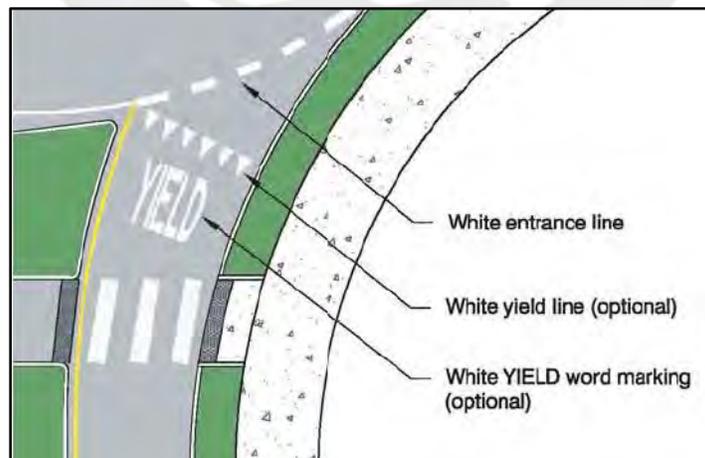
Figura 13. Señalización de giro exclusivo izquierda



Fuente: Google Imágenes (2023)

En la entrada a una rotonda, también se puede incluir una marca en el pavimento con la palabra **CEDA EL PASO** (Figura 14) además de la señal de ceda el paso. Esta marca se aconseja en circunstancias en las que se prefiere una mayor aclaración de la necesidad de ceder el paso, particularmente cuando se han observado muchas infracciones de ceder el paso.

Figura 14. Señalización horizontal “Ceda el paso” justo antes de entrar a la rotonda



Fuente: NCHRP (2010)

3.1. Área de estudio

El Óvalo Higuiereta se ubica en el distrito de Santiago de Surco, en el cruce de las avenidas Aviación, Alfredo Benavides, Tomás Marsano y Paseo la Castellana. El óvalo en estudio mide 20 metros de diámetro y está formado por seis ramales con calzadas de entrada y de salida de dos carriles, por lo general, de un solo sentido respectivamente. Cabe mencionar que todos los accesos presentan una mediana divisoria, el cual permite limitar opciones de giro para vehículos y puede funcionar como refugio para peatones (The Road Safety Toolkit, 2023).

En un radio de 100 metros de distancia alrededor del óvalo, la zona presenta diversos negocios, residencias y entidades financieras (Figura 15), en las que destacan los supermercados, farmacias, gimnasios, entre otros. Asimismo, la estación “Cabitos” de la línea 1 del metro de Lima se encuentra a 150 metros del óvalo en la Av. Aviación. Las características de este entorno demandan gran cantidad de flujo de peatones durante diversas horas del día.

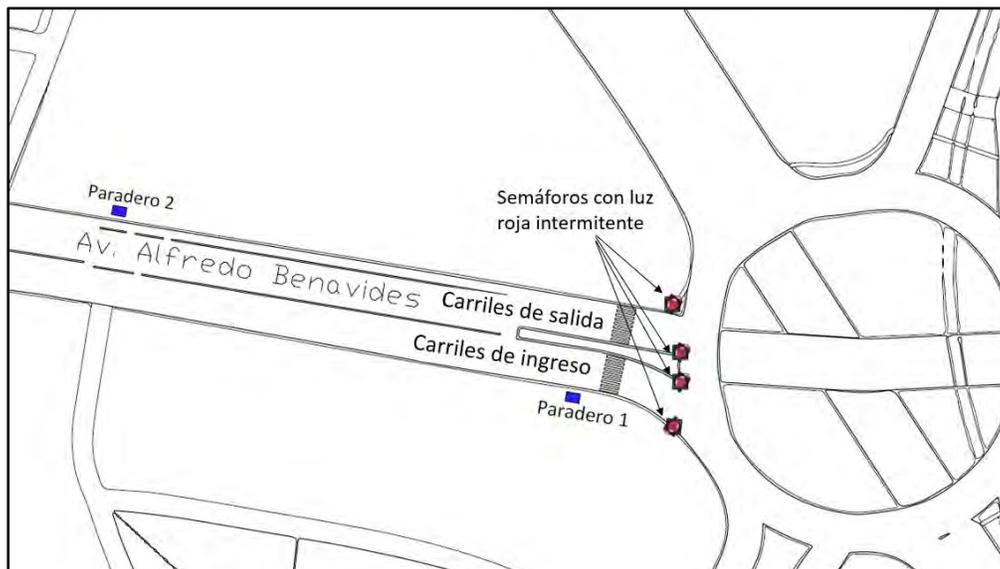
Figura 15. Características del entorno del Óvalo Higuiereta



Fuente: Adaptado de Google Maps (2023)

Debido a la complejidad de analizar todos los ramales del Óvalo y al alcance de esta investigación, el área de estudio se centra en el ramal de la avenida Benavides (ubicado en Miraflores). Esto se determinó de acuerdo a las observaciones realizadas en la que se identificó que este es uno de los ramales en los que existe mayor flujo peatonal. La Figura 16 muestra la ubicación del área de estudio, del cual el paradero 2 no forma parte del análisis.

Figura 16. *Área de estudio*



Fuente: Adaptado de Google Maps (2023)

3.2. Enfoque de la investigación

El enfoque utilizado de la presente investigación fue mixto. Este enfoque metodológico combina técnicas y herramientas de la investigación cuantitativa y cualitativa.

El enfoque cuantitativo se caracteriza por medir fenómenos y utilizar la estadística con la finalidad de obtener resultados precisos y realizar predicciones de las variables, las cuales resultan de las hipótesis de investigación (Hernández et al., 2014; Tamayo, 2004). Por otro lado, el enfoque cualitativo busca comprender fenómenos sociales en su contexto natural a través de procesos inductivos, el cual no se fundamenta en las estadísticas (Bogdan y Biklen, 1998; Flick, 2015). Por

lo tanto, el método mixto unifica ambos enfoques y permite mejorar la recolección y comprensión de las variables del caso de estudio.

3.3. Diseño de la investigación

Los tipos de investigación científica que se aplicaron en la presente tesis son del tipo documental y de campo. Investigación documental debido a la revisión de la literatura, el cual recopiló información sobre los conceptos estudiados durante la investigación (Franklin, 1998). Por otro lado, se realizó la investigación de campo, ya que se realizaron observaciones y encuestas. Los datos de campo son fundamentales, ya que proporcionan información en base a las condiciones reales del entorno y facilitan su posterior análisis (Tamayo, 2004).

Se consideró el diseño no experimental, debido a que no se manipularon las variables en estudio, sino que se analizaron los fenómenos observados en su contexto natural. Esta se aplicó de manera transversal debido a que el estudio fue en un momento determinado (Hernández et al., 2014). Además, se consideró el estudio de variables descriptivas. En la Tabla 11 se observan las características y definiciones de las variables de estudio de la presente investigación, las cuales se desarrollarán más adelante.

Tabla 11. *Variables de estudio y definiciones*

Variable	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
Características del desplazamiento peatonal	Cuantitativo Descriptiva	Conjunto de acciones y conductas cognitivas que reflejan las preferencias de peatones en base a diversos componentes propios del individuo (Prieto, 1984; Jiménez, 2010)	Mediante la observación de grabaciones se identificaron las velocidades de desplazamiento, tiempos de espera y el tipo de cruce realizado.

Fuente: Propia

Tabla 11 (continuación). *Variables de estudio y definiciones*

Variable	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
Tipos de peatón	Cuantitativo Descriptiva	Representa la diversidad de personas que transitan por el óvalo (Suárez, 2015)	Mediante observación de grabaciones se realizó la clasificación de peatones.
Líneas de movimiento peatonal	Cualitativo Descriptiva	Se denomina líneas de movimiento a las trayectorias recorridas por los peatones (Cabrera, 2019)	Mediante la observación de grabaciones se identificaron los tramos recorridos.
Flujo vehicular	Cuantitativo Descriptiva	Cantidad de vehículos que entran y salen de una sección de la vía (Pérez et al., 2014)	Guías de observación (conteo vehicular)
Paraderos informales	Cuantitativo Descriptiva	Espacios donde se detienen diversos vehículos, los cuales generan conflictos entre los usuarios de la vía pública (Rutas de Lima, 2019)	Mediante la observación de grabaciones se identificaron los paraderos informales.
Flujo peatonal	Cuantitativo Descriptiva	Cantidad de peatones que entran y salen de una sección de la vía	Guías de observación (conteo peatonal)
Percepción de seguridad vial del peatón	Cualitativo Descriptiva	Consta de dos partes: una componente emocional que incluye, entre otros, inseguridad, miedo y preocupación; y una componente cognitiva la cual representa el riesgo percibido de un accidente o daño (Sorensen y Mosslemi, 2009).	Mediante encuestas se conoció la percepción de seguridad vial de los peatones respecto a las características que posee el óvalo.
Seguridad vial	Cualitativo Descriptiva	Conjunto de acciones orientadas a incrementar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de las redes viales, en beneficio de los usuarios de las vías. (MTC, 2023)	Se evaluó la seguridad vial de la rotonda mediante listas de chequeo.

Fuente: Propia

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población se define como un conjunto de casos definidos y limitados que cumplen con criterios predeterminados y que engloban a la muestra del cual se buscará sacar conclusiones. La población puede corresponder a expedientes, hospitales, seres humanos, etc. (Arias et al., 2016). Por lo tanto, la población que se definió para el presente estudio es infinita y está conformada por todo aquel peatón que transite por el ramal seleccionado durante las horas del día en que se realizó la investigación.

3.4.2. Muestra y muestreo

El subgrupo de la población que se eligió para la investigación es la muestra no probabilística, debido a que se desconoce la población total. El análisis y resultados de esta muestra no se podrá extrapolar a la población (Ávila, 2006).

Desde el enfoque cuantitativo, Valdivieso et al. (2011) propone el cálculo del tamaño mínimo de muestras con una población infinita. La ecuación N°1 muestra cómo se calcula dicho valor.

$$(1) \quad n_0 = \left(z * \frac{\sigma}{e} \right)^2$$

Parámetros:

- n_0 : tamaño muestral para población infinita
- z : nivel de confianza ($z = 1.96$, al 95%)
- σ : desviación estándar poblacional
- e : margen de error

El cálculo del tamaño mínimo de muestra fue tomado como referencia en la evaluación de la velocidad de peatones. Para dicho fin se consideró 3 km/h de desviación estándar y 1 km/h de margen de error, el cual resultó en 35 mediciones mínimas muestrales.

Para un estudio puntual de velocidad en un área elegida (en inglés *Spot Speed Study*), normalmente se adquiere un tamaño de muestra de al menos 50, y preferiblemente 100 vehículos (Ewing 1999). Los recuentos de tráfico suelen realizarse los martes, miércoles y jueves, ya que es menos probable que revelen volúmenes inusualmente grandes durante las horas pico del lunes por la mañana o del viernes (Smith, 2002).

Por lo tanto, se tomarán las sugerencias de los autores Ewing (1999) y Smith (2002). Así, el tamaño de muestra fue de 100 vehículos, los cuales fueron registrados el día jueves 12 de octubre entre las 8:30 a.m. y 9:00 a.m. por cada vía (ingreso y salida).

Por otro lado, desde el enfoque cualitativo, Aguilar (2005) propone otro cálculo del tamaño mínimo de muestras con una población infinita. La ecuación N°2 muestra cómo se calcula dicho valor.

$$(2) \quad n = \frac{z^2 * p * q}{d^2}$$

Parámetros:

- n : tamaño muestral para población infinita
- z : nivel de confianza ($z = 1.96$, al 95%)
- p : probabilidad de que ocurra el evento estudiado
- q : probabilidad de que no ocurra el evento estudiado
- d : margen de error

El cálculo del tamaño mínimo de muestra fue tomado como referencia en la evaluación del comportamiento de peatones. Para dicho fin se consideró el 50 % para las variables “p” y “q”, ya que no se sabe la probabilidad de que ocurra el evento y 10 % de margen de error, el cual resultó en 96 mediciones mínimas muestrales.

Respecto a las encuestas, la estrategia de muestreo desde el enfoque cualitativo será aplicada mediante la técnica por conveniencia. Otzen y Manterola (2017) mencionan que mediante esta técnica se toman datos en base a la accesibilidad y proximidad de estos. Así, la cantidad de muestras que se analizó estuvo basada en lo que se encontró durante los tiempos medidos.

3.5. Técnica e instrumento de recolección de datos

A continuación, se explicarán las técnicas e instrumentos de recolección de datos según las variables que se evaluaron. Es importante destacar que la observación directa, posteriormente mencionada, se clasificó como estructurada y no participativa (no habrá interacción de los observadores con los participantes) (Hernández et al., 2014). Los instrumentos que se utilizaron para la observación fueron las guías de observación.

Guías de observación

Las guías de observación (ver anexos 1 y 2) fueron elaboradas en base a lo propuesto por Gehl y Svarre (2013) en su libro *How to study public life*. En primer lugar, se plantearon las preguntas más fundamentales, según los autores.

1. ¿Cuántos? Contar proporciona datos cuantitativos de utilidad para su análisis y base de argumentos en, por ejemplo, propuestas de mejora.
2. ¿Quién? / ¿Quiénes? Es necesario establecer parámetros para clasificar a las personas. De esta forma podemos enfocarnos en las necesidades de distintos grupos de peatones.

3. ¿Dónde? La pregunta sobre la ubicación permite a los observadores (en este caso, los tesisistas) enfocarse en elementos clave como bolardos, cruces peatonales, aceras, etc., esenciales para el uso previsto por las personas.
4. ¿Qué? Las actividades en el espacio público, como las actividades físicas, y las demandas que imponen al entorno físico, pueden proporcionar información específica mapeando lo que ocurre en la ciudad.
5. ¿Por cuánto tiempo? La velocidad de desplazamiento o la duración en algún lugar provee indicadores sobre la calidad de la infraestructura actual del entorno.

También, dichos autores mencionan distintos métodos para observar el comportamiento humano en el espacio público. Los que fueron usados son los siguientes:

- **Conteo:** Este método implica contar la cantidad de personas, vehículos y actividades en un espacio específico.
- **Trazado:** Este método se utiliza para ver cómo se mueven las personas a través de un espacio delimitado por medio de líneas de movimiento (o deseo).
- **Material audiovisual:** Se utilizan videos para documentar el uso del espacio a lo largo del tiempo.

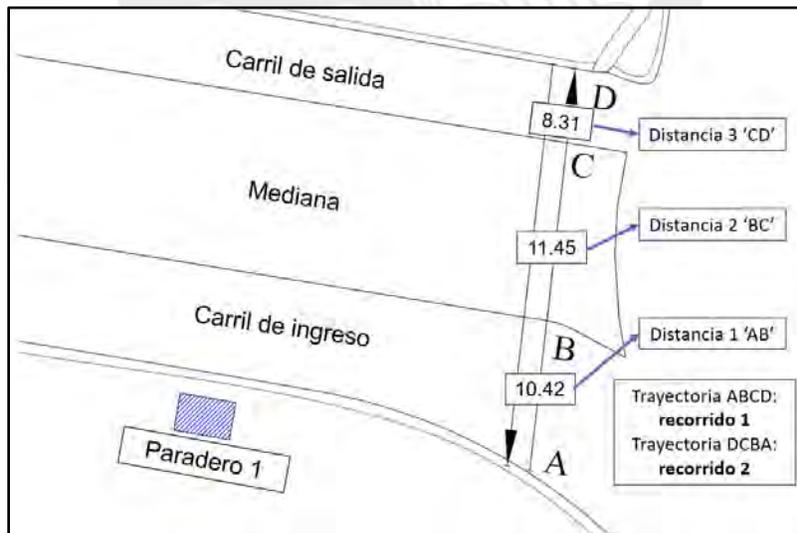
Flujo peatonal, tipos de peatón y características de su desplazamiento

Se utilizó la observación de grabaciones mediante un dron como técnica y la guía de observación (ver anexo A, B, C y D) como instrumento. Se identificaron la clasificación, tiempo de recorrido, tiempos de espera, tipo de cruce, la velocidad y las líneas de movimiento de los peatones en el área de estudio. Las grabaciones se realizaron los días martes 10 y jueves 12 de octubre del presente año durante las 8:30 y 9:30 horas y se obtuvieron 102 peatones observados por cada vía. Se eligieron estos días y horarios basados en el tráfico típico de Google Maps y en la experiencia de

los presentes tesisistas. Respecto al cálculo de la velocidad de desplazamiento, se midieron previamente la mediana y el ancho de los crucesos peatonales de los carriles de ingreso y salida (Figura 17), los cuales fueron tomados de la plataforma Google Maps.

Por un lado, los puntos señalados en la Figura 17 ('A', 'B', 'C' y 'D') fueron de utilidad para medir el tiempo total de cruce y los tiempos de espera. Se evaluaron dos recorridos: inicio por el lado del ingreso a la rotonda (punto 'A' hacia 'D' denominado como recorrido 1) e inicio por el lado de la salida (punto 'D' hacia 'A' denominado como recorrido 2). En el recorrido 1 'ABCD', los tiempos de espera se midieron en los puntos 'A' (inicio en el crucero de ingreso) y 'C' (inicio del crucero de salida). Mientras que en el recorrido 2 'DCBA', los tiempos de espera se midieron en los puntos 'D' (inicio en el crucero de salida) y 'B' (inicio del crucero de ingreso).

Figura 17. Tramo de evaluación para medir flujo peatonal y características de su desplazamiento

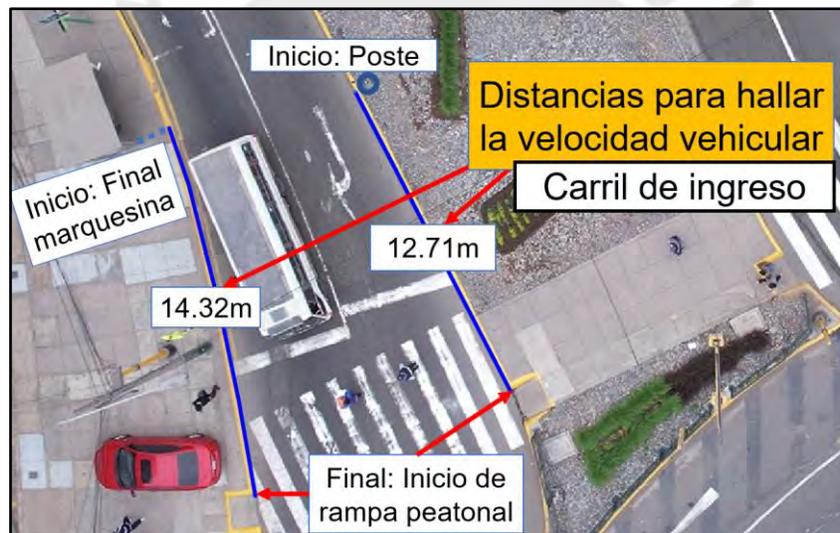


Fuente: Propia

Flujo vehicular y paraderos informales

Se utilizó la observación de grabaciones mediante un dron como técnica y la guía de observación (ver anexo E) como instrumento. Esto permitió identificar el tipo y la velocidad con la que transitaban los vehículos, así como la ubicación de paraderos informales. Para el cálculo de las distancias y puntos de referencia para medir las velocidades de los vehículos se tomó como base la mediana, cuyo largo es 11.45 m (ver Figura 18). Por lo tanto, se midieron líneas sobre una fotografía aérea proporcionada por el dron, con ayuda del software AutoCAD. Esto permitió obtener distancias de manera proporcional para los carriles de ingreso y salida.

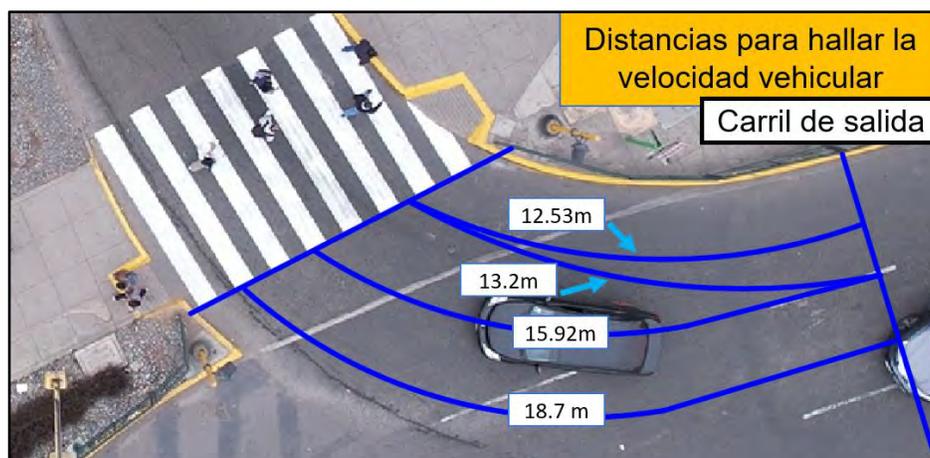
Figura 18. Tramo de evaluación para medir velocidad vehicular en carriles de ingreso



Fuente: Propia

En los carriles de salida (Figura 19), las distancias de análisis son de 18.70 m en el carril izquierdo y 12.53 m en el derecho. Además, se consideran distancias de 15.92 m en un carril imaginario entre los carriles derecho e izquierdo, así como de 13.2 m en otro que inicia en el carril imaginario del medio y termina en el carril derecho. Estas últimas distancias se consideraron debido a la frecuencia elevada de vehículos que siguen estas trayectorias. No se consideraron trayectorias diferentes a las determinadas en la Figura 19.

Figura 19. *Tramos de evaluación para medir velocidad vehicular en carriles de salida*



Fuente: Propia

Percepción de seguridad vial peatonal

Para conocer la percepción de seguridad vial de los peatones se utilizó una encuesta como técnica y un cuestionario como instrumento (ver anexo F). Estas se realizaron los días martes 03 y jueves 05 de octubre del presente durante las 8:00 a 12:00 horas del día. Se realizaron las mediciones en este intervalo con el fin de mantener las mismas condiciones en las que se midió el resto de variables. El total de encuestas realizadas fue de 60 personas.

Las preguntas se elaboraron en base al cuestionario de Tupayachi (2016), a las condiciones del área de estudio y a las variables presentadas en la Tabla 11. Estas consisten en 24 preguntas cerradas y 2 abiertas. Las preguntas cerradas fueron del tipo dicotómicas (de opción múltiple y de respuestas de sí o no) y de otorgar puntajes. Estas se han dividido en tres bloques: I: Percepción general sobre seguridad vial, II: Percepción sobre flujo vehicular, conductores y accidentes viales, y III: Percepción sobre señalización vial y el peatón.

Seguridad vial en el Óvalo Higuiereta

Para evaluar la seguridad vial del Óvalo Higuiereta se utilizaron listas de chequeo (ver anexo G). Esta fue elaborada en base a la revisión de literatura. Las listas de chequeo fueron adaptadas al presente contexto en base a la guía *Pedestrian Road Safety Audit Guidelines and Prompt List* (FHWA, 2007). Se revisó el proyecto en su etapa de post-apertura en una zona urbana. Las listas de chequeo detalladas útiles para el presente estudio fueron dos: B. Las intersecciones y D. Áreas del tránsito (Transporte Público). Estas se realizaron el día lunes 09 de octubre del presente entre las 12:00 y 14:00 horas del día. El análisis de estas se encuentra en el capítulo IV.

3.6. Herramientas para el procesamiento de datos

Para la presente tesis se aplicó la estadística descriptiva como herramienta. Esto permitió tabular y organizar los datos obtenidos para facilitar su lectura e interpretación (Ávila, 2006; Fernández et al., 2002). Además, se utilizaron otras herramientas como AutoCAD, Google Maps y Microsoft Excel para la elaboración de figuras, gráficos, entre otros.

Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados

4.1. Flujo peatonal

4.1.1. Características del flujo peatonal

Cantidad y clasificación de peatones

Se examinó la cantidad y clasificación de peatones según diversos criterios: género, grupo etario, tipo y subgrupo de peatón (ver Tabla 12). En cada trayecto, se analizó un total de 102 peatones.

Tabla 12. Cantidad y clasificación de peatones por carril

Criterio	Cantidad de peatones - Inicio por carril de ingreso	Cantidad de peatones - Inicio por carril de salida
Género	- Masculino: 52 - Femenino: 50	- Masculino: 47 - Femenino: 55
Grupo etario	- Niño acompañado (0-11 años): 1 - Adolescente (12-18 años): 3 - Joven (19-26 años): 35 - Adulto (27-59 años): 46 - Adulto mayor (60 a más años): 17	- Niño acompañado (0-11 años): 2 - Adolescente (12-18 años): 1 - Joven (19-26 años): 28 - Adulto (27-59 años): 61 - Adulto mayor (60 a más años): 10
Tipo	- A pie: 96 - Sobre ruedas: 5 - Persona con movilidad reducida: 1	- A pie: 99 - Sobre ruedas: 2 - Persona con movilidad reducida: 1
Subgrupo	- Movilidad plena: 79 - Adulto mayor: 17 - En scooter: 5 - Persona que cojea: 1	- Movilidad plena: 90 - Adulto mayor: 9 - En scooter: 2 - Persona que cojea: 1

Fuente: Propia.

Uso del cruceo peatonal y derecho de paso

En cuanto al uso del cruceo peatonal y si los conductores les ceden el derecho de paso para cruzar, respecto a los peatones que siguen el recorrido 1 (Figura 15) se tienen los siguientes resultados:

- El 88% de peatones usan el cruceo peatonal y el 9% de conductores les brinda el derecho de paso en el carril de ingreso.
- El 97% de peatones usan el cruceo peatonal y el 4% de conductores les brinda el derecho de paso en el carril de salida.

Por otro lado, respecto los peatones que siguen el recorrido 2 (Figura 15) se tienen los siguientes resultados:

- El 100% de peatones usan el cruceo peatonal y el 5% de conductores les brinda el derecho de paso en el carril de salida.
- El 96% de peatones usan el cruceo peatonal y el 6% de conductores les brinda el derecho de paso en el carril de ingreso.

4.1.2. Velocidad de desplazamiento de los peatones

Los datos se categorizaron según los métodos descritos en el capítulo III (peatones por los carriles de ingreso, en la mediana y por los carriles de salida. Es importante destacar que el 26% de todas las personas observadas realizaron su recorrido con algún tipo de distracción (uso del celular o auriculares).

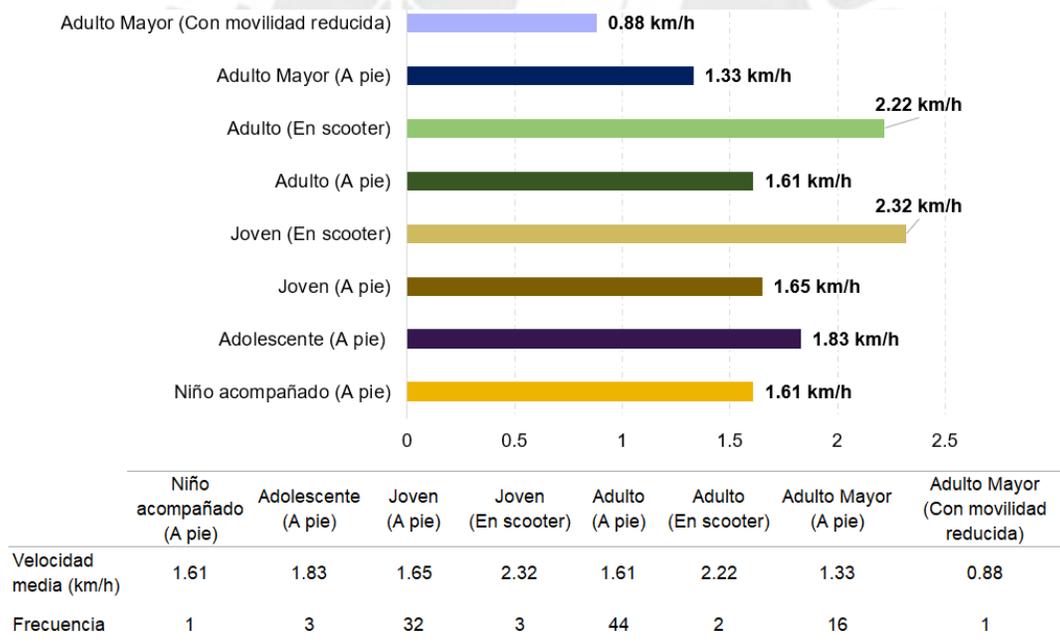
4.1.2.1. Recorrido 1: Desde el carril de ingreso hacia el carril de salida del óvalo

En este recorrido, la mayoría de peatones son adultos y jóvenes que se trasladaban a pie. Solo se encontró a una persona con movilidad reducida, la cual cojeaba, y a un niño quien estaba acompañado por su padre.

Carriles de ingreso

En estos carriles, los adolescentes (1.83 km/h), jóvenes (1.65 km/h) y adultos (1.6 km/h) son los peatones más rápidos. Por un lado, la velocidad del niño (1.61 km/h) podría estar influenciada al caminar de la mano de su padre, por lo que imitaría su ritmo. En contraste, los adultos mayores a pie y aquel con movilidad reducida poseen las velocidades más bajas (1.31 km/h y 0.88 km/h respectivamente). Esto podría asociarse al envejecimiento y sus efectos en la movilidad. Además, de la Figura 20, se destaca que los peatones en scooters, tanto jóvenes (2.32 km/h) como adultos (2.22 km/h), poseen velocidades similares. La diferencia de velocidades entre peatones a pie y peatones en scooters podría aumentar el riesgo de incidentes o accidentes entre ellos.

Figura 20. Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en el carril de ingreso (recorrido 1)



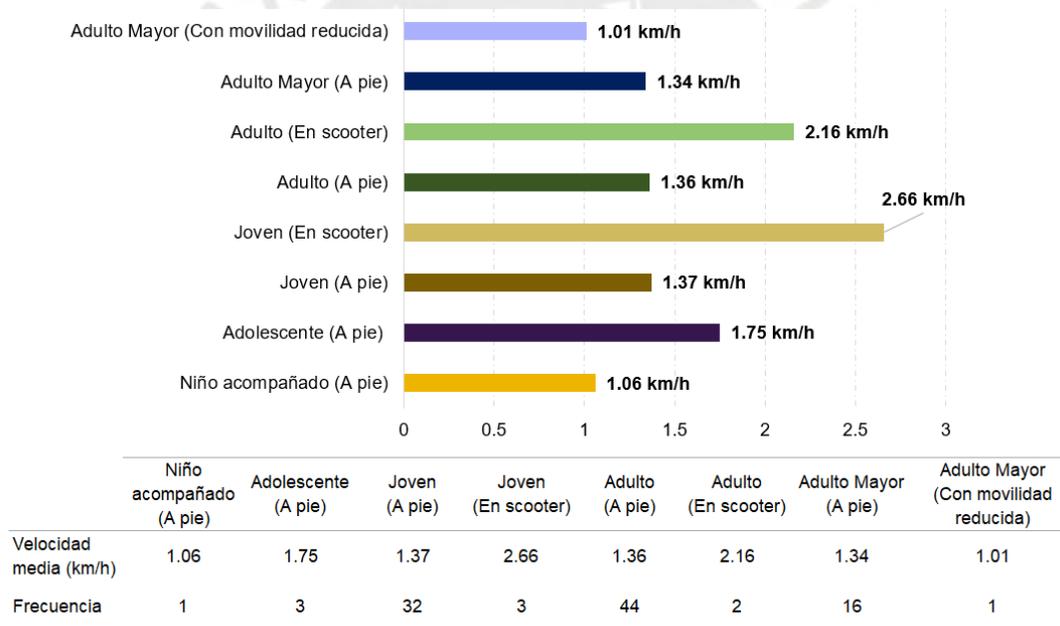
Fuente: Propia

Mediana

Aquí los adolescentes (1.75 km/h) son los peatones más rápidos (ver Figura 21), mientras que el niño presenta una disminución en su velocidad (1.06 km/h frente a 1.61 km/h de la Figura 20).

Esto podría estar influenciado por la percepción de seguridad en esta zona. Por otro lado, los adultos mayores mantienen velocidades bajas tanto a pie (1.34 km/h) como con movilidad reducida (1.01 km/h). Asimismo, al igual que en los carriles de ingreso, los peatones en scooters, tanto jóvenes (2.66 km/h) y adultos (2.16 km/h), mantienen velocidades similares. Es interesante notar que la velocidad de adultos (1.36 km/h) y jóvenes (1.37 km/h) se reduce hasta casi igualar a la de los adultos mayores (1.34 km/h). Esto sugiere que adultos y jóvenes disminuyen su velocidad en la mediana, a diferencia de los adultos mayores, quienes mantienen una velocidad constante hasta cruzar completamente la mediana.

Figura 21. Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en la mediana (recorrido 1)



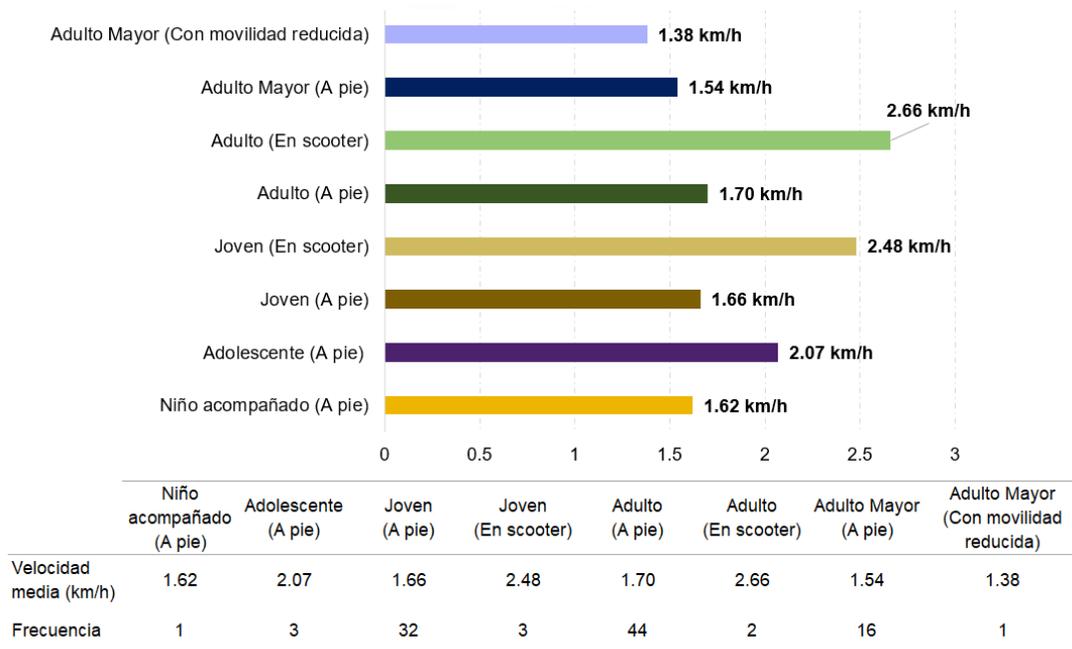
Fuente: Propia.

Carriles de salida

Por último, en estos carriles, se observa un notable aumento en las velocidades peatonales. La Figura 22 muestra velocidades más altas para adolescentes (2.07 km/h), jóvenes (1.66 km/h) y adultos (1.70 km/h). Incluso los adultos mayores presentan mayores velocidades que en los carriles

de ingreso y la mediana: a pie (1.54 km/h) y con movilidad reducida (1.38 km/h). Asimismo, los peatones en scooter también cruzaron a mayores velocidades: jóvenes (2.48 km/h) y adultos (2.66 km/h). Esto podría atribuirse a la percepción de riesgo al finalizar su cruce. Las condiciones de tráfico y la presencia del cruceo peatonal incrementan su confianza para cruzar a mayor velocidad. Además, al tener una distancia de cruce mayor, perciben que es necesario cruzar rápidamente.

Figura 22. Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en el carril de salida (recorrido 1)



Fuente: Propia.

4.1.2.2. Recorrido 2: Desde el carril de salida hacia el carril de ingreso del óvalo

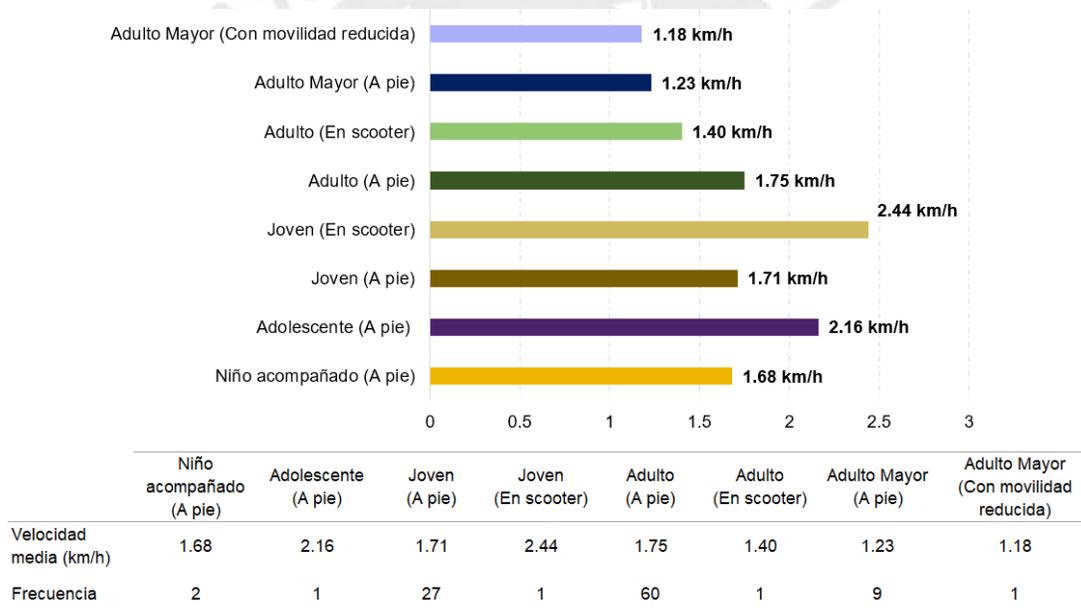
En este recorrido, más del 50% de peatones son adultos y el 26% son jóvenes. Solo se encontró a una persona con movilidad reducida y a un adolescente.

Carriles de salida

La velocidad más alta es brindada por el único adolescente observado (2.16 km/h) (ver Figura 23), quien realizó su recorrido en carrera. Al igual que en el recorrido 1 (Figura 22), en esta vía los

peatones a pie presentan mayores velocidades que en la mediana y los carriles de ingreso. Además, se vuelve a observar que la velocidad de los niños (1.68 km/h) sigue la tendencia de imitar el ritmo de sus padres. En contraste, los adultos mayores presentan velocidades más bajas a las encontradas en el recorrido 1 (Figura 22): a pie (1.23 km/h) y con movilidad reducida (1.18 km/h). Esto podría atribuirse a la percepción de seguridad que experimentan dependiendo de por donde inician su recorrido. Finalmente, los peatones en scooter presentaron diferentes velocidades: joven (2.44 km/h) y adulto (1.40 km/h). Esta diferencia se debe a que el adulto con scooter cruzó la vía no montado en el mismo, sino empujándolo.

Figura 23. Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en el carril de salida (recorrido 2)



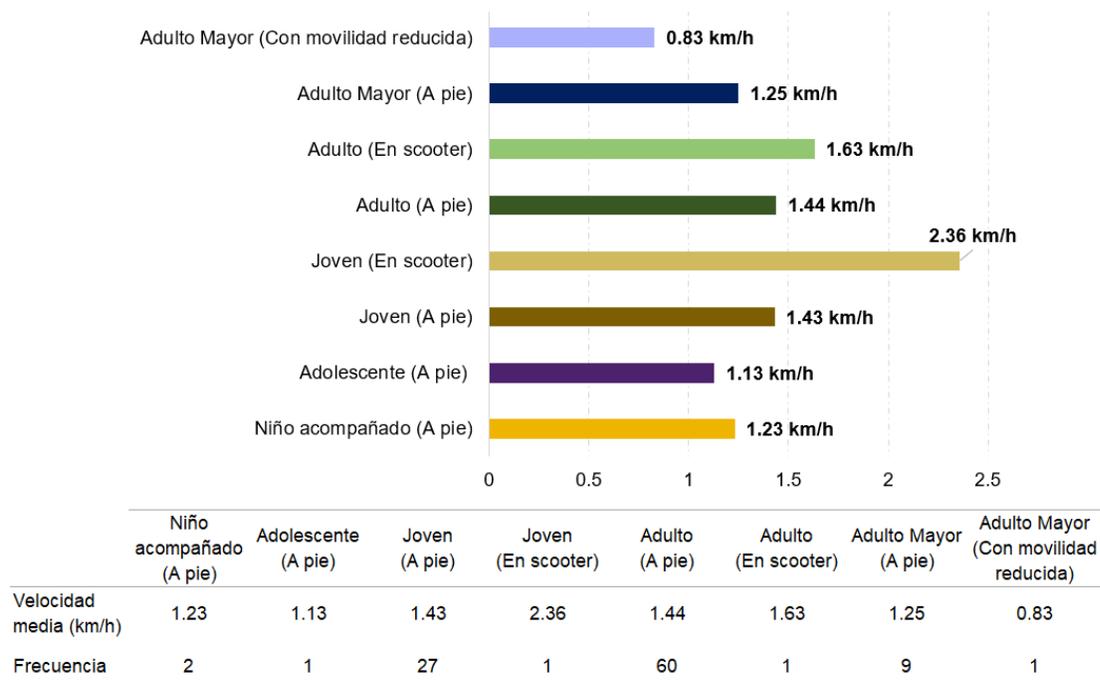
Fuente: Propia.

Mediana

La Figura 24 muestra que los jóvenes (1.43 km/h) y adultos (1.44 km/h) son los peatones más rápidos. Los adultos mayores a pie (1.25 km/h) y con movilidad reducida (0.83 km/h) son los usuarios con menor velocidad. Al igual que en el recorrido 1 (Figura 21), la velocidad de los niños,

del adolescente, los jóvenes y adultos disminuye. Esto, nuevamente, podría reflejar la percepción de seguridad en este espacio. Por el contrario, en el caso de los adultos mayores la velocidad se mantiene casi constante. Finalmente, los peatones en scooter presentaron diferentes velocidades. La razón de esta diferencia es la misma que en el recorrido anterior.

Figura 24. Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en la mediana (recorrido 2)



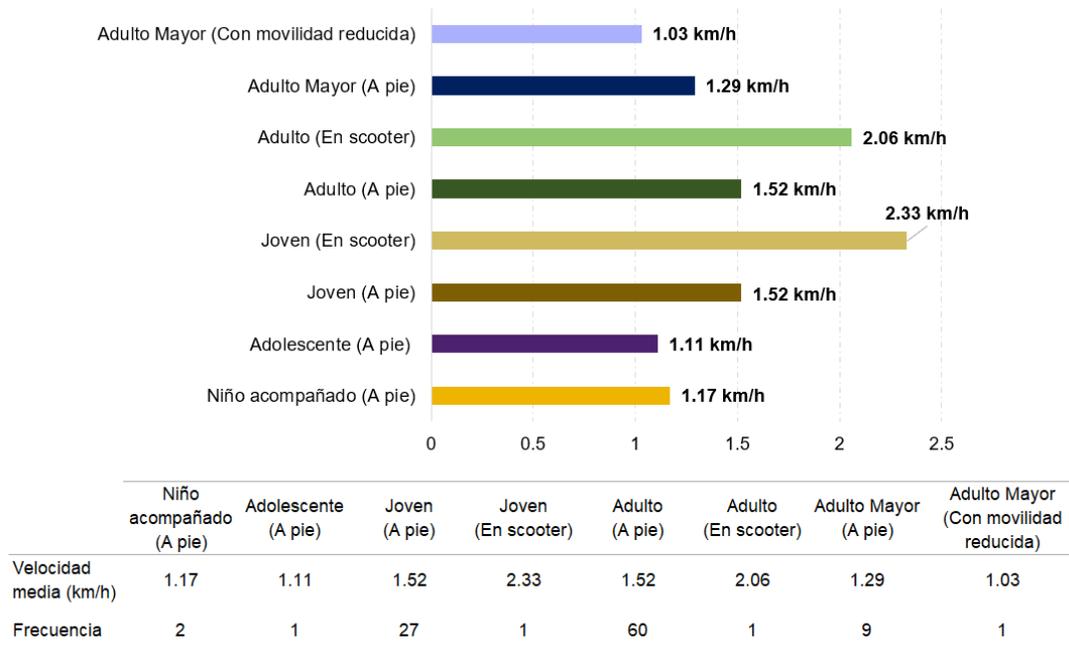
Fuente: Propia.

Carril de ingreso

Por último, la Figura 25 muestra que tanto jóvenes como adultos alcanzaron velocidades de 1.52 km/h y los adultos mayores mantienen velocidades similares, entre 1.29 km/h y 1.03 km/h. Sobre los niños y el adolescente se puede mencionar que sus velocidades han disminuido a 1.17 km/h y 1.11 km/h respectivamente. Por otro lado, en contraste a la vía de salida y a la mediana, los peatones en scooter presentaron similares velocidades: joven (2.33 km/h) y adulto (2.06 km/h). Esto debido al hecho de que en esta vía el adulto con scooter sí cruzó montado en el mismo. Es

importante destacar que cuando los peatones inician su recorrido por los carriles de salida, sus velocidades van disminuyendo hasta terminar su recorrido. Por el contrario, en el recorrido 1 (Figura 20), sus velocidades aumentan progresivamente.

Figura 25. Velocidad en km/h y frecuencia de los peatones en el carril de ingreso (recorrido 2)



Fuente: Propia

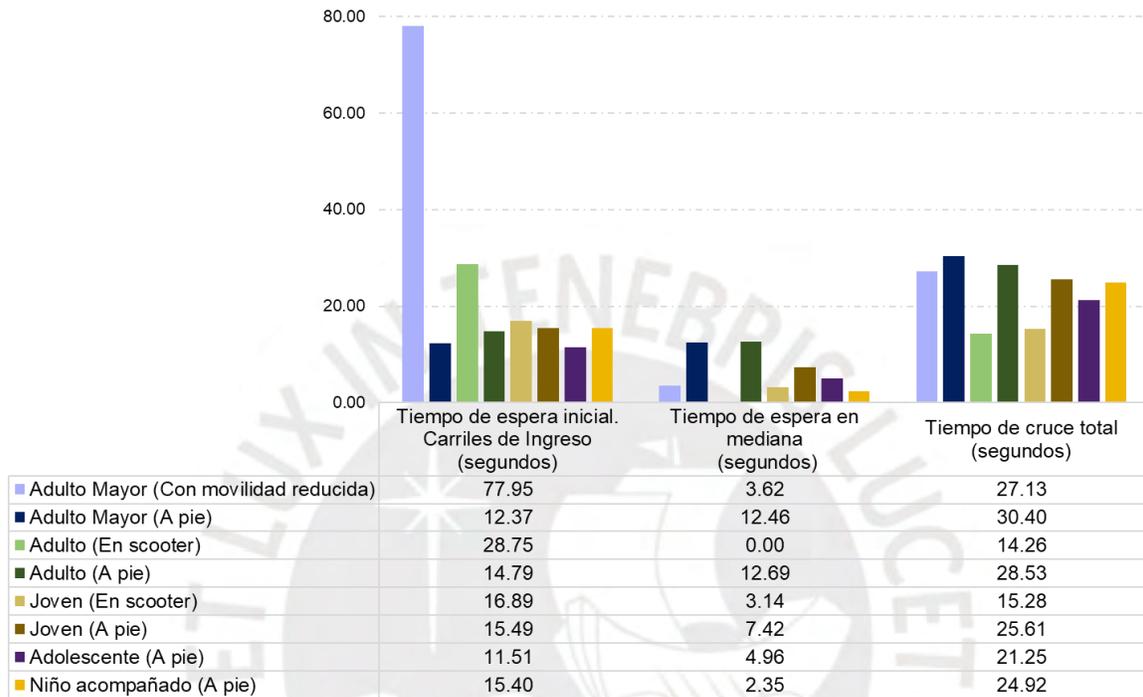
4.1.3. Comportamiento de peatones

Tiempo de espera

En el recorrido 1 (Figura 17) no todas las personas observadas se detuvieron a esperar por un espacio para cruzar. En los carriles de ingreso, el 81% de los 102 peatones observados sí esperaron antes de iniciar con su recorrido y al finalizar la mediana solo el 66% de ellos esperó. Además, se observó que quienes no esperaron realizaron su recorrido en carrera, lo que podría sugerir que la decisión de cruzar de esa manera la toman antes de llegar al cruce. De la Figura 26 se destaca que los peatones que más esperan y tardan en cruzar son adultos y adultos mayores, mientras que

los tiempos del niño, adolescentes y jóvenes son similares. En contraste, los peatones en scooter son los más veloces, lo cual podría representar un riesgo significativo.

Figura 26. Tiempos de espera (recorrido 1)



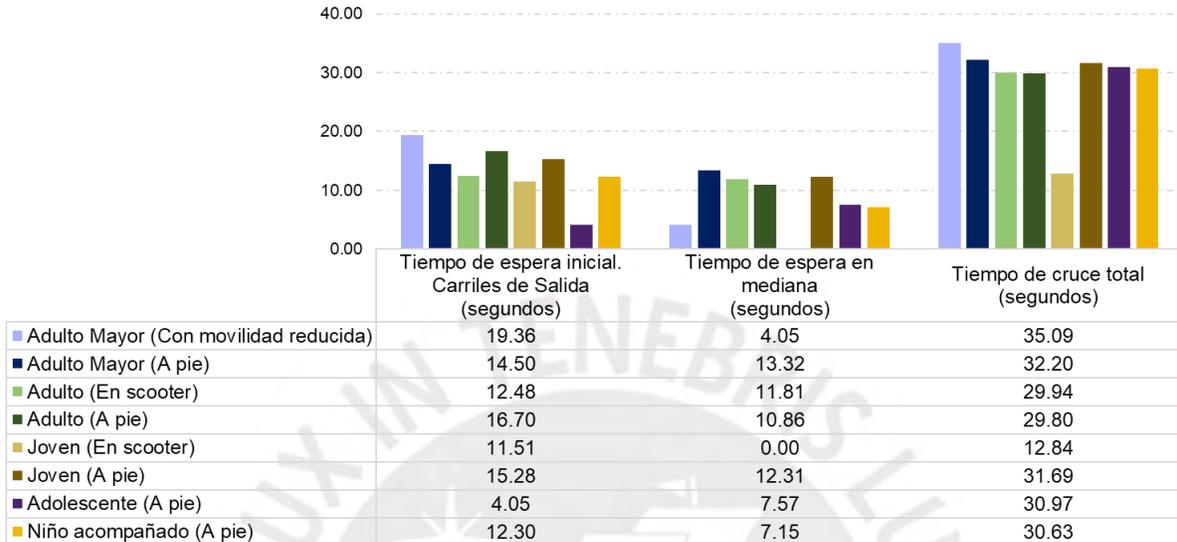
Fuente: Propia

En el recorrido 2 (Figura 17), por el contrario, la mayoría sí espera, el cual podría relacionarse a la percepción del riesgo en este recorrido. Solo el 3% y 13% de peatones no esperaron antes de iniciar su recorrido y al finalizar la mediana respectivamente. Los peatones que no esperaron realizaron el cruce en carrera. De la Figura 27, se destaca que los adultos mayores son los que más esperan y tardan en cruzar. Además, los tiempos de espera en la mediana para niños, el adolescente y adultos mayores son similares y breves, debido a las condiciones de tráfico en ese momento.

Respecto a los peatones en scooter, el joven tiene el tiempo de cruce total más corto, ya que el adulto empujó el scooter durante gran parte de su recorrido, por lo que su tiempo de cruce resultó similar al de los otros peatones. Es importante notar que la forma de desplazarse, ya sea montando

o empujando el scooter, representa una diferencia significativa en el tiempo total de cruce. Esta distinción podría ser clave para prevenir incidentes entre peatones a pie y en scooters.

Figura 27. Tiempos de espera (recorrido 2)

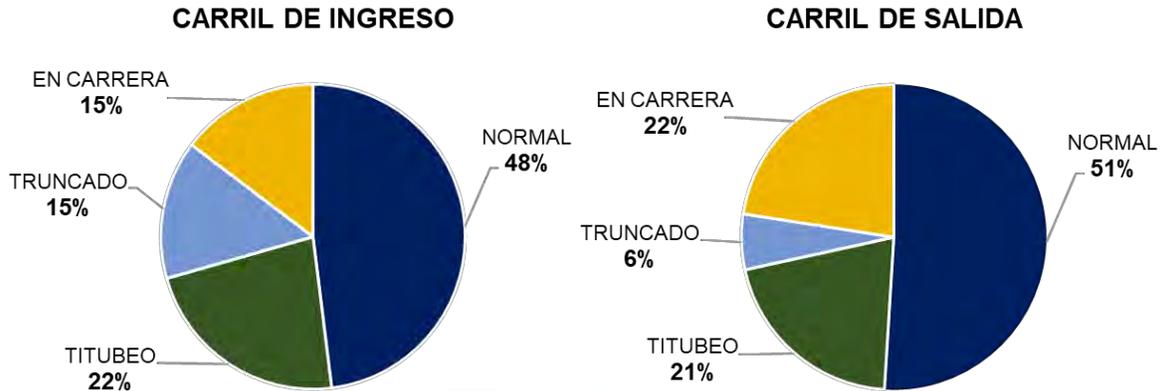


Fuente: Propia

Tipo de cruce

De acuerdo a la Figura 28, en el recorrido 1 (Figura 17), los tipos de cruce, ya sea normal o con titubeo, muestran cantidades similares en el carril de ingreso y de salida. Al iniciar su desplazamiento por los carriles de ingreso, los peatones tienden a presentar más dudas sobre la seguridad del cruce, motivo por el cual hay más cruces truncados (15%) que en los de salida (6%). En los mismos carriles de ingreso, el 15% de los peatones prefieren cruzar en carrera. En los carriles de salida, esta cifra aumenta al 22%, mientras que los cruces truncados disminuyen al 6%. Esto quiere decir que, al finalizar el cruce, los peatones se sienten más confiados, que se animan a cruzar en carrera y casi no truncan su recorrido.

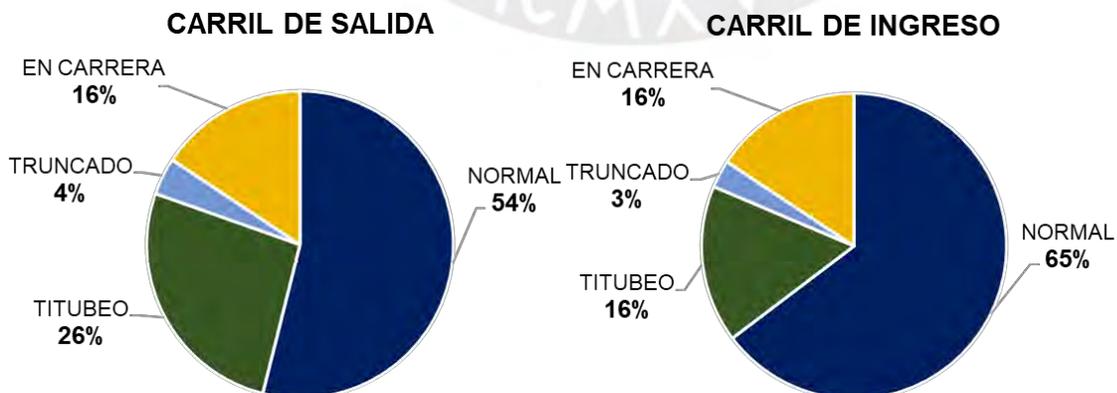
Figura 28. Velocidad en km/h y frecuencia de peatones desde el carril de ingreso (recorrido 1)



Fuente: Propia

En la Figura 29, se puede observar que el contexto cambia cuando se analiza el recorrido 2 (Figura 17), en donde muy pocas personas hacen un cruce truncado (3% - 4%). Al iniciar su trayectoria por los carriles de salida, más de la mitad de las personas tienden a cruzar de manera normal (54%) y casi una cuarta parte de ellas cruzan con titubeo (26%). Cuando finalizan su recorrido, por los carriles de ingreso, las personas tienden a cruzar más de forma normal (65%) y titubean menos (16%), lo cual tiende a interpretarse como un aumento de confianza al cruzar. Los tipos de cruce en carrera y truncado no tienen casi variación y son casi constantes, ambos representan casi un 20% del total.

Figura 29. Velocidad en km/h y frecuencia de peatones desde el carril de salida (recorrido 2)

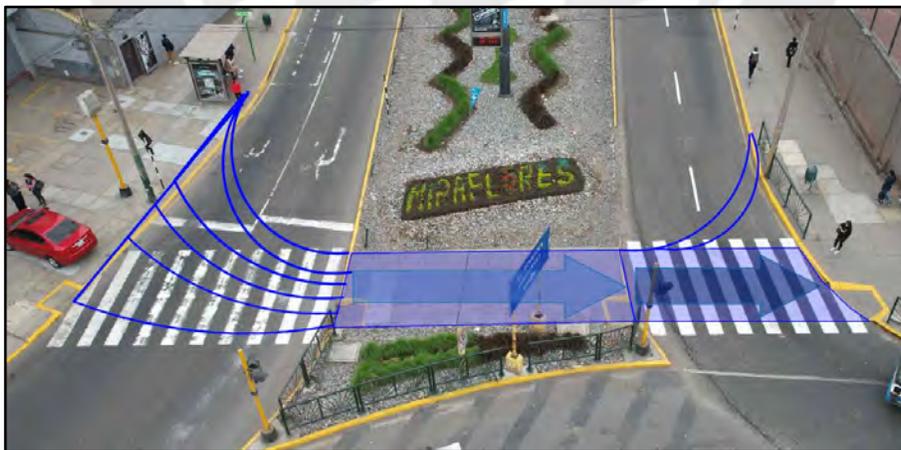


Fuente: Propia

Líneas de movimiento

Las líneas de movimiento (o de deseo) que sigue el recorrido 1 y 2 (Figura 17) se muestran en la Figura 30 y 31, respectivamente. Con respecto al recorrido 1, en los carriles de ingreso, los peatones tienden a dirigirse al cruceo peatonal desde el paradero existente. Algunos lo hacen caminando por la vereda hasta el inicio del cruceo y otros deciden tomar la ruta más corta hacia el cruceo, de manera que optan por caminar por la calzada hasta llegar al medio (aproximadamente) del cruceo peatonal. Una vez que llegan a la mediana, los peatones hacen uso de esta en su totalidad hasta llegar al inicio de los carriles de salida. Aquí, casi todas las personas observadas transitan por el cruceo peatonal y unas pocas deciden cruzar en diagonal en el mismo sentido que los vehículos (saliendo del óvalo), evadiendo las rejas metálicas presentes. Este último comportamiento peatonal es debido a que algunos autobuses de transporte público paran cerca de allí para recoger pasajeros (se genera un paradero informal). Así, los peatones evitan caminar hasta el paradero formal, ubicado metros más arriba.

Figura 30. Líneas de deseo desde el carril de entrada (recorrido 1)



Fuente: Propia.

El recorrido 2 muestra líneas de movimiento similares al recorrido 1 (Figura 30). La principal diferencia está en el inicio de su trayectoria; es decir, cuando se encuentran en los carriles de salida.

Aquí, la totalidad de los peatones observados se desplazan estrictamente desde el inicio del cruce hasta el fin de la mediana sin tomar atajo alguno. En los carriles de entrada, por el contrario, las decisiones de los peatones varían. Algunos prefieren seguir su ruta por el cruce y, en gran medida, al terminar de cruzar, usan la rampa peatonal; mientras que otros prefieren dirigirse en dirección al paradero desde la mitad de su desplazamiento por el cruce peatonal.

El motivo principal por el cual en el recorrido 2 los peatones no toman atajos en los carriles de salida es por las rejas metálicas, las cuales ayudan a señalar el camino a tomar para los peatones.

En los carriles de entrada, esto varía según la dirección que las personas deseen tomar. Si se dirigen hacia el paradero, suelen optar por atajos y cruzan en diagonal. De lo contrario, siguen el camino del cruce peatonal y se desvían ligeramente hacia al óvalo justo antes de que el cruce termine.

Además, la conectividad de la red de peatones es clara a través de los cruces, las rampas, la mediana y las rejas de las aceras. Los peatones son claramente dirigidos a los cruces y rutas de acceso para peatones. La mediana tiene una sección claramente establecida para peatones y los usuarios que circulen por un área que no sea esta les será muy difícil ya que está llena de piedras con superficies irregulares (Figura 32).

Figura 31. Líneas de deseo desde el carril de salida (recorrido 2)



Fuente: Propia

Figura 32. *Zona de piedras con superficies irregulares en la mediana*



Fuente: Propia

4.2. Flujo y velocidad vehicular

4.2.1. Características del flujo vehicular

Con respecto al transporte público, los buses a menudo se detienen por varios minutos en el carril derecho del ingreso a la rotonda para recoger pasajeros, lo que provoca que otros vehículos también lo hagan, lo que genera congestión (Figura 33).

Figura 33. *Congestión por abordaje forzado de pasajeros en el carril de entrada*



Fuente: Propia

Incluso, algunos vehículos pueden detenerse dentro el cruceo peatonal con el fin de conseguir pasajeros, lo cual resulta en una acción contra la seguridad del usuario de la vía (Figura 34). A su

vez, esta congestión disminuye la visibilidad tanto del peatón como la del conductor, lo que genera incertidumbre y riesgo principalmente en el transeúnte.

Figura 34. *Vehículo detenido sobre cruceo peatonal*



Fuente: Propia

En el carril de salida, se identificó un paradero informal de autobuses después del cruceo peatonal (Figura 35). Sin embargo, los conductores reciben advertencias de un “controlador” antes de pararse allí. Esta persona alerta a los conductores la presencia de inspectores de la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU), lo que resulta en paradas más breves en comparación con el carril de entrada, donde sí hay un paradero formal. Esto provoca que otros vehículos prefieran ir por el carril izquierdo, lo que genera mayor congestión en el óvalo.

Figura 35. *Paradero informal identificado en el carril de salida*



Fuente: Propia

También, se observó que, en algunas ocasiones, los conductores brindan el derecho de paso a los peatones, lo cual contribuye a la seguridad del peatón (Figura 36). Asimismo, se observó que cuando existen peatones cerca o que quieren cruzar el carril, los vehículos disminuyen su velocidad.

Figura 36. *Conductores respetando el derecho de paso*



Fuente: Propia

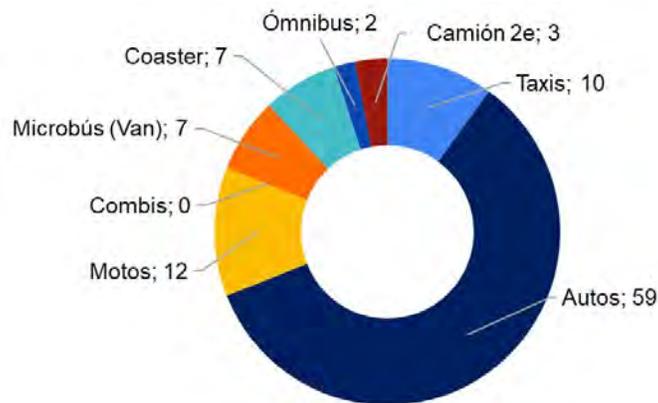
4.2.2. Velocidad y clasificación de los vehículos

Se optó por analizar los carriles de ingreso y salida de forma independiente con un total de 100 datos tomados por acceso. En el anexo E se muestran los datos registrados.

Carriles de ingreso

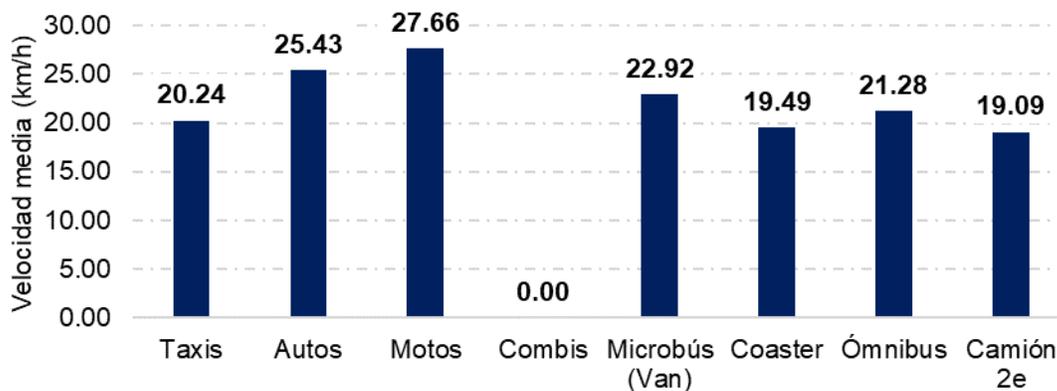
La Figura 37 muestra la cantidad de vehículos registrados según el tipo. La mayor cantidad de vehículos aforados fueron los autos (59 unidades), seguido de las motos (12 unidades) y los taxis (10 unidades). Las motos y los autos fueron los vehículos con las mayores velocidades medias registradas con 27.66 km/h y 25.43 km/h respectivamente. Por otro lado, los minibuses (coaster) y los camiones de dos ejes tuvieron las menores velocidades medias registradas con 19.49 km/h y 19.09 km/h respectivamente (Figura 38).

Figura 37. Distribución de la cantidad de vehículos en el carril de ingreso



Fuente: Propia

Figura 38. Velocidad media por tipo de vehículo en el carril de ingreso



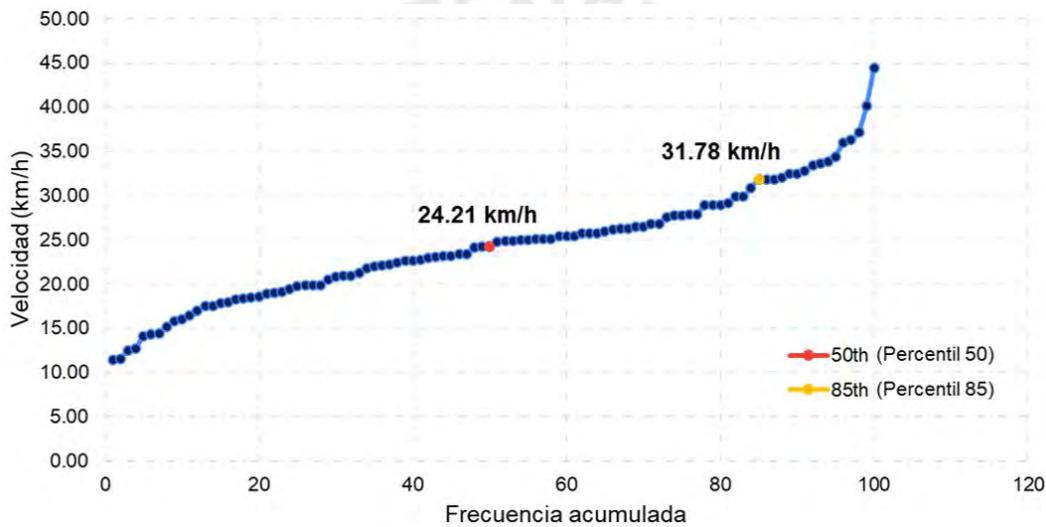
Fuente: Propia

Los vehículos denominados como combis no se tomaron en cuenta en este aforo debido a que no obedecieron la trayectoria descrita en la metodología o su movimiento no fue uniforme en dicho tramo de análisis. Solo hubo dos ómnibus registrados por lo que sus velocidades podrían no ser representativas.

En el manual *Handbook of Simplified Practice for Traffic Studies* (Smith, 2002) indica que los dos percentiles de velocidad más importantes de entender son el percentil 50 y el 85. El percentil 50 (mediana) de la velocidad representa la velocidad promedio del flujo de tráfico. El percentil 85 se

utiliza para evaluar/recomendar los límites de velocidad publicados basándose en el supuesto de que el 85% de los conductores viajan a una velocidad que perciben como segura (Homburger et al. 1996). En este sentido, la Figura 39 muestra la gráfica de velocidad de los vehículos versus frecuencia acumulada. De esta gráfica se puede observar que la velocidad promedio del flujo del tráfico (percentil 50) es de 24.21 km/h y la velocidad más alta percibida como segura por los conductores (percentil 85) es de 31.78 km/h.

Figura 39. *Velocidad media versus frecuencia acumulada en el carril de ingreso*

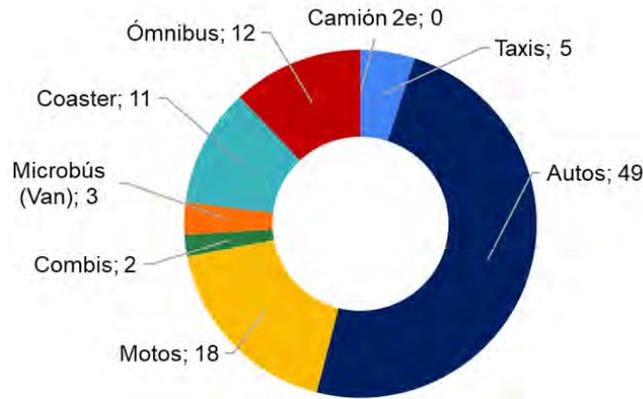


Fuente: Propia

Carriles de salida

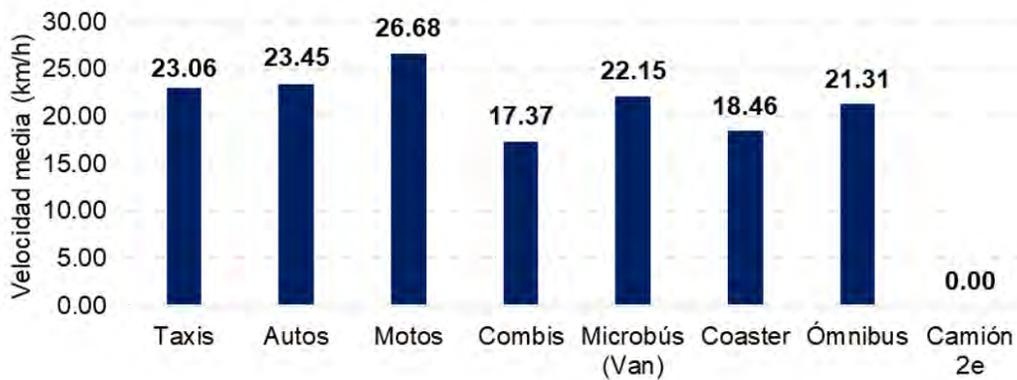
La Figura 40 muestra la cantidad de vehículos registrados según el tipo. La mayor cantidad de vehículos aforados fueron los autos (49 unidades), seguido de las motos (18 unidades) y los ómnibus (12 unidades). Las motos y los autos fueron los vehículos con las mayores velocidades medias registradas con 26.68 km/h y 23.45 km/h respectivamente. Por otro lado, los minibuses (coaster) y los camiones de dos ejes tuvieron las menores velocidades medias registradas con 19.49 km/h y 19.09 km/h respectivamente (Figura 41).

Figura 40. Distribución de la cantidad de vehículos en el carril de salida



Fuente: Propia

Figura 41. Velocidad media por tipo de vehículo en el carril de salida



Fuente: Propia

La Figura 42 muestra la gráfica de velocidad de los vehículos versus frecuencia acumulada. De esta gráfica se puede observar que la velocidad promedio del flujo del tráfico (percentil 50) es de 22.22 km/h y la velocidad más alta percibida como segura por los conductores (percentil 85) es de 28.02 km/h. Si bien esta velocidad está cerca de los 30 km/h (considerada segura), los riesgos de sufrir lesiones graves por ser atropellado a 26 km/h es del 10% y a 37 km/h es del 25%. En este mismo estudio se indica que el riesgo promedio de muerte de un peatón atropellado a 37 km/h es del 10%. Los riesgos varían significativamente según la edad. Por ejemplo, el riesgo promedio de

lesiones graves o muerte para un peatón de 70 años atropellado por un automóvil que viaja a 40 km/h es similar al riesgo para un peatón de 30 años atropellado a 56.3 km/h (Tefft, 2011).

Figura 42. Velocidad media versus frecuencia acumulada en el carril de salida

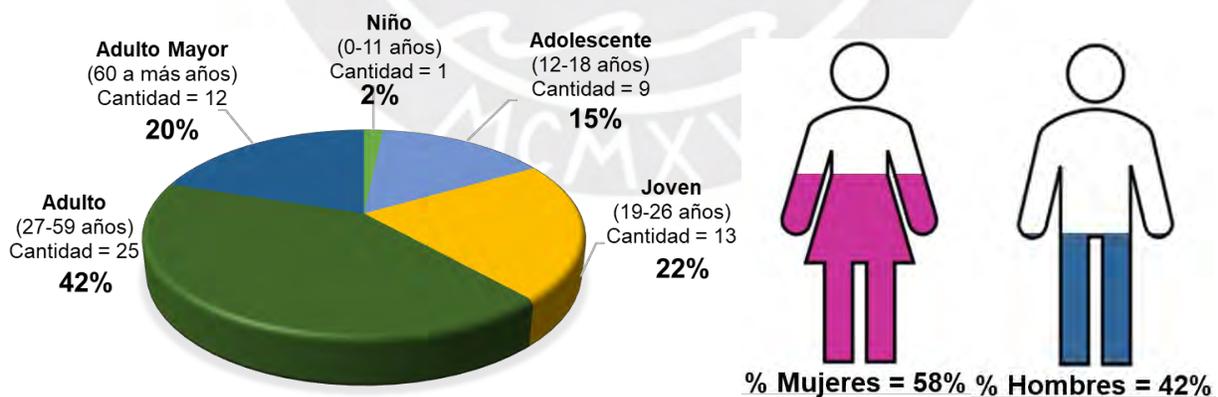


Fuente: Propia

4.3. Percepción de seguridad vial peatonal: Encuestas

Se encuestaron a 60 personas en total, las cuales se clasificaron por género, edad y la frecuencia con la que transita por el óvalo (Figura 43).

Figura 43. Clasificación de encuestados por género y edad



Fuente: Propia

El 47% del total de encuestados corresponde al grupo que transita diariamente por el óvalo, el 12% a más de 3 veces por semana, el 8% a 3 veces por semana y el resto a al menos 1 vez por semana.

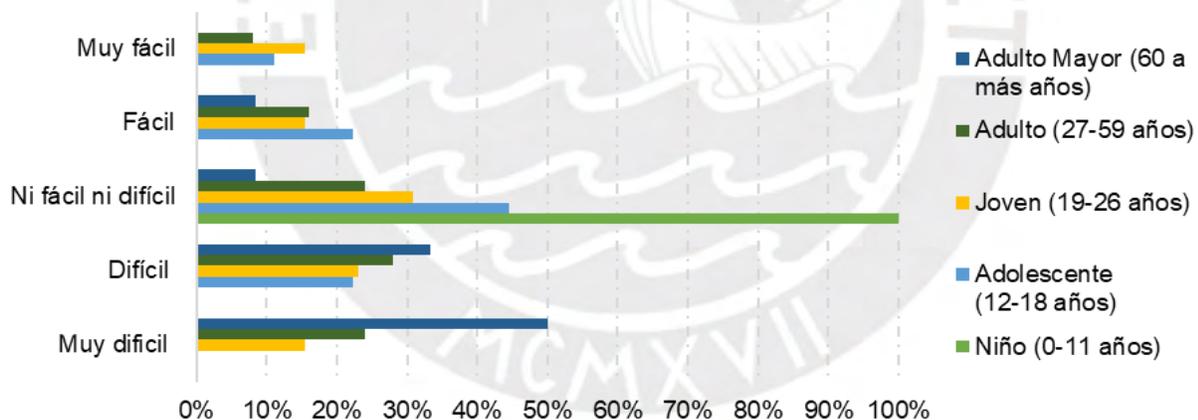
Esto permite saber que los encuestados conocen el óvalo. A continuación, se presentarán los resultados de algunas preguntas por cada bloque correspondiente.

Bloque I: Percepción general sobre seguridad vial

¿Qué tan fácil le parece cruzar el óvalo?

Solo el 8% de los encuestados considera muy fácil cruzar por el óvalo, mientras que el 27% lo considera difícil y el 23% considera que es muy difícil. La Figura 44 muestra qué tan fácil es cruzar el óvalo según la edad en el que se destaca que el 50% de los adultos mayores considera el cruce como muy difícil. Asimismo, el 28% de los adultos considera que es difícil cruzar y el 31% de los jóvenes lo considera ni fácil ni difícil. Por lo tanto, se observa que podría existir una tendencia a que, a mayor edad, mayor será la dificultad al cruzar.

Figura 44. *Facilidad al cruzar por el óvalo según edades*



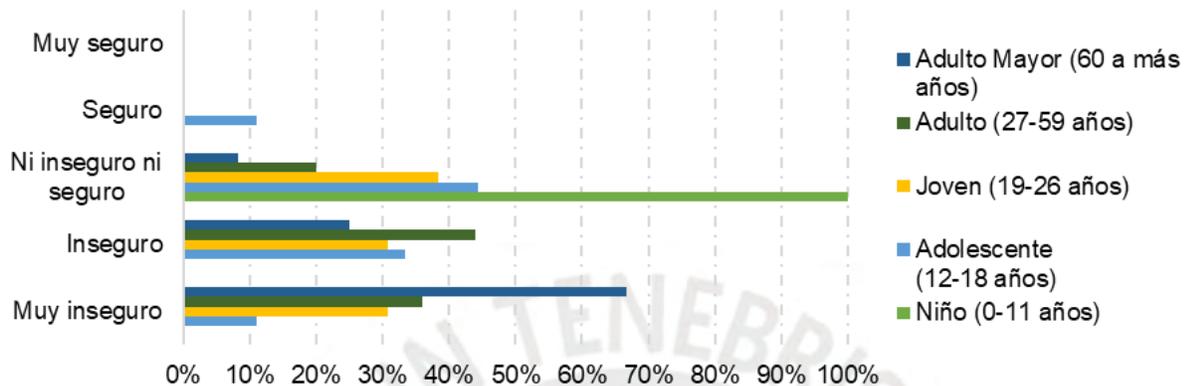
Fuente: Propia

¿Qué tan seguro se siente al cruzar el óvalo?

La Figura 45 muestra que el 67% de los adultos mayores y el 44% de los adultos se sienten muy inseguros e inseguros respectivamente. Por otro lado, ninguno aseguró sentirse muy seguro, por lo tanto, se puede evidenciar que cruzar por el óvalo no genera completa seguridad para los peatones.

Además, a excepción de 1 adolescente, a pesar de que para algunos sea fácil cruzar no implica que estos se sientan seguros.

Figura 45. Seguridad al cruzar por el óvalo según edades



Fuente: Propia

¿En qué carril se siente más seguro al cruzar el óvalo?

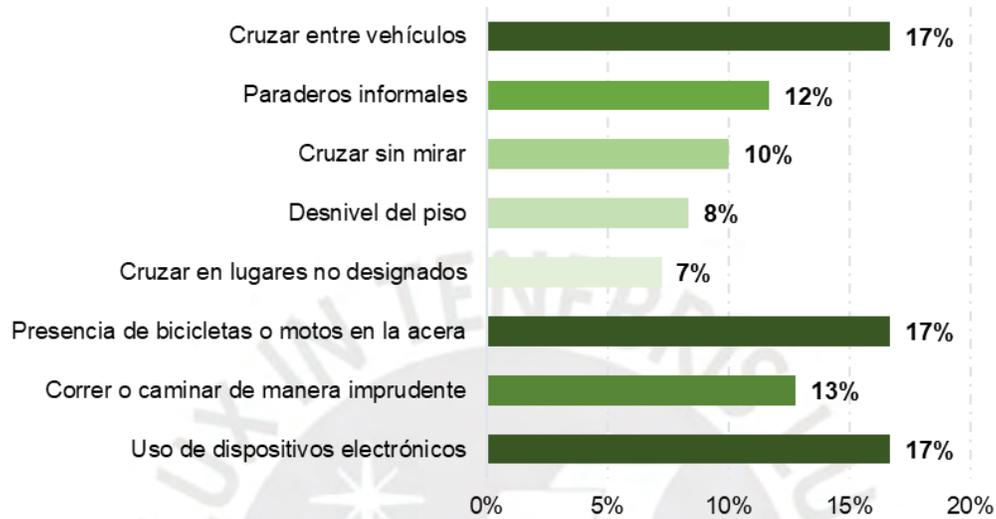
El 37% de los encuestados se siente más seguro en el carril de salida, mientras que el 23 % en el carril de ingreso a la rotonda. Esto podría ser causado por el paradero de transporte público cerca al cruce peatonal. Dicho paradero genera que los vehículos obstaculicen la visibilidad de los peatones al cruzar.

¿Qué acciones o situaciones ponen en riesgo la seguridad vial de los peatones?

Cruzar entre vehículos, la presencia de bicicletas o motos en la acera y el uso de dispositivos electrónicos al cruzar fueron las 3 acciones o situaciones más mencionadas por los encuestados. En primer lugar, los encuestados destacaron el cruce entre vehículos como una preocupación primordial. Esto se debe principalmente a que, durante la formación de colas de tráfico, los vehículos tienden a invadir el cruce peatonal. En segundo lugar, los encuestados relacionan la presencia de bicicletas o motos en la acera con la necesidad de espacios seguros y bien definidos

para los diferentes modos de transporte. Por último, el uso de dispositivos electrónicos al cruzar resalta la conciencia acerca de la distracción como un riesgo potencial (Figura 46).

Figura 46. Acciones o situaciones que ponen en riesgo la seguridad vial de los peatones



Fuente: Propia

¿Prefiere que las personas se acumulen para cruzar con más seguridad?

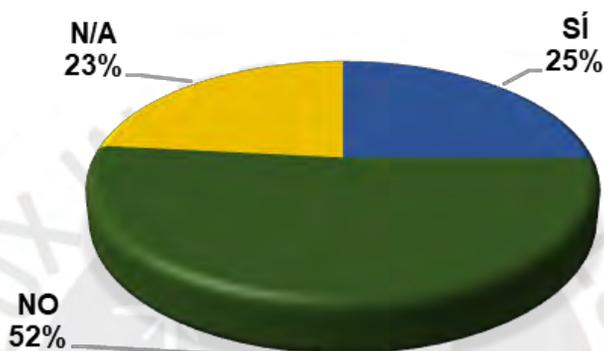
El 77% de los encuestados respondió que sí prefieren esperar a que las personas se acumulen para poder cruzar. La mayoría de ellos comentaron que al esperar a que se acumulen personas para cruzar aumentan las probabilidades de que les cedan el paso. Por otro lado, el 23% considera que no espera debido a que pierden tiempo en su recorrido total. En general, la preferencia mayoritaria de esperar sugiere una posible consideración hacia la seguridad peatonal o para reducir el riesgo de incidentes al cruzar.

¿En los últimos cinco años, los nuevos cambios que se han hecho en el Óvalo Higuiereta lo han hecho sentir seguro?

El 52% de los encuestados no se ha sentido seguro luego de las mejoras, como colocar un cerco perimétrico alrededor del óvalo para evitar incidentes, respecto a seguridad vial en el Óvalo

Higuereta. El 25% indicó que sí se ha sentido seguro y el 23% no presencié el cambio de dichas mejoras debido a que antes no transitaban por el óvalo (Figura 47). La mayoría de los que no se sintieron seguros comentó que era porque el cerco que colocaron está incompleto, ciertas partes están libres y ahí es donde se generan paraderos informales, lo cual obstaculiza su cruce y les genera inseguridad en su recorrido.

Figura 47. Seguridad al cruzar por el óvalo según edades



Fuente: Propia

¿Crees que los óvalos son lugares seguros para que los peatones crucen en comparación con otros tipos de intersecciones?

Más de la mitad de todos los encuestados (73% del total) considera que los óvalos no son lugares seguros para cruzar en comparación a otro tipo de intersecciones. Muchos de ellos comentaron que en este tipo de intersecciones no había semáforos, por lo que se les dificulta el cruce. Por otro lado, el 27% que respondió que sí eran seguros correspondía a personas jóvenes y adolescentes. Por lo tanto, los resultados sugieren que podría haber desafíos en términos de seguridad vial en óvalos.

¿Cuál es la emoción que más prevalece al cruzar el óvalo?

La mayoría de los encuestados (53%) indicaron sentir precaución al cruzar el óvalo; el 38% de ellos fueron adultos y el 34%, adultos mayores. Además, el 25% indica que siente miedo, el 20% experimenta impaciencia y solo el 2% indica indiferencia (Figura 48). Cabe resaltar que este último

corresponde a la respuesta de un niño, el cual podría estar influenciado a que este realiza el cruce acompañado. Por otro lado, el hecho de que ninguno de los encuestados haya sentido satisfacción al cruzar el óvalo indica la falta de experiencia positiva en este tipo de intersecciones.

En general, estos resultados sugieren que las emociones predominantes al cruzar el óvalo están inclinadas hacia emociones negativas, lo que podría indicar la necesidad de mejorar la experiencia general de los peatones y buscar formas de hacer que cruzar sea más cómodo y satisfactorio.

Figura 48. Emoción que más prevalece al cruzar por el óvalo



Fuente: Propia

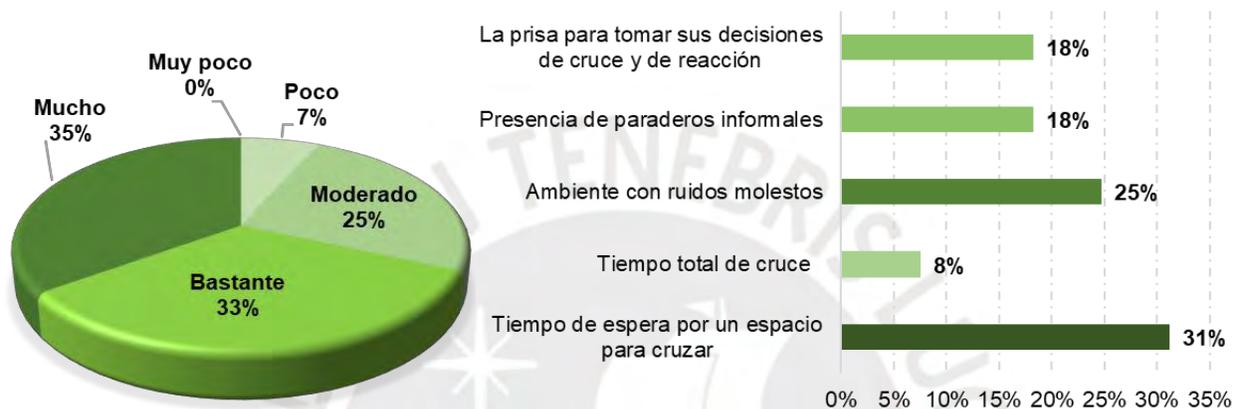
Bloque II: Percepción sobre flujo vehicular, conductores y accidentes viales

¿En qué medida cree que el tránsito vehicular perjudica su desplazamiento? y ¿qué aspectos de su desplazamiento por el óvalo es afectado por el tránsito vehicular?

Más del 60% considera que su desplazamiento por el óvalo es bastante o muy afectado por el tránsito vehicular y solo el 7%, el cual representa 4 personas, considera que es poco afectado (Figura 49). Por otro lado, la percepción de cómo el tránsito vehicular afecta el desplazamiento de los encuestados por el óvalo proporciona una visión clara de sus preocupaciones. Así, los dos aspectos más afectados son el tiempo de espera por un espacio para cruzar (espera prolongada) y que el tránsito vehicular genera ruidos molestos (exposición a ruidos molestos), lo que podría

contribuir a una experiencia menos favorable. Por lo tanto, los resultados indican que el tránsito vehicular no solo tiene un impacto en la movilidad, sino que también afecta la calidad de la experiencia del usuario al cruzar el óvalo.

Figura 49. Medida en que el tránsito vehicular afecta el desplazamiento y aspectos del desplazamiento que son afectados por este



Fuente: Propia

¿Cuánto considera que los conductores respetan sus derechos de paso al cruzar el óvalo?

Más de la mitad de los encuestados (60%) expresaron que los conductores no respetan su derecho de paso al cruzar, mientras que el 23% considera que es poco respetado. Además, el 13% percibe un nivel moderado de respeto, y solo el 3% cree que los conductores respetan bastante su derecho de paso. Es relevante destacar que aquellos que informaron recibir el debido respeto al cruzar eran principalmente adultos mayores. Esta falta de ceder el paso puede contribuir a la percepción general de inseguridad de los peatones, por lo que puede afectar negativamente la comodidad y confianza al cruzar las calles.

¿Cree usted que la velocidad de los vehículos es adecuada?

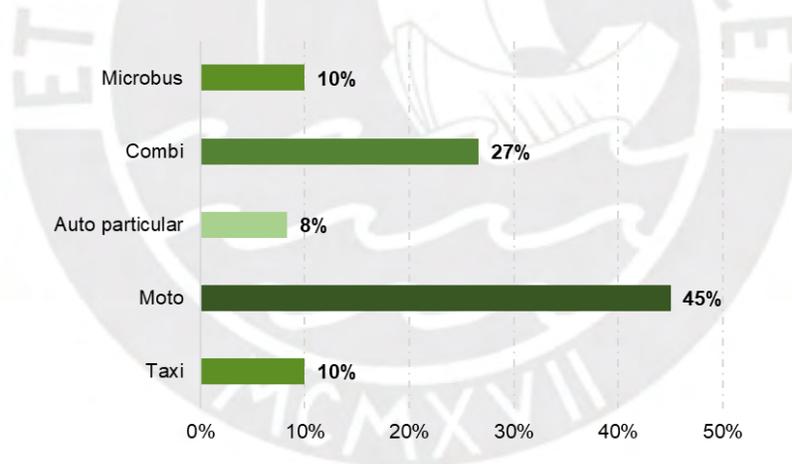
El 72% de los encuestados indicó que la velocidad de los vehículos no es adecuada, mientras que el 28% afirmó que sí. Muchos de los que respondieron que no era adecuada comentaron que en el

carril de ingreso la mayoría de los vehículos no disminuían la velocidad. Por otro lado, los que respondieron que sí eran adecuadas indicaron que no percibían altas velocidades, debido a la congestión vehicular.

¿Qué tipo de vehículo le genera más inseguridad?

El vehículo que genera mayor inseguridad entre los encuestados es la moto. Muchos de ellos expresaron su preocupación debido a la capacidad de las motos para maniobrar rápidamente y a la frecuente presencia de estas en las aceras. Además, algunos mencionaron los scooters, a pesar de que este tipo de vehículo no fue incluido como opción en la encuesta (Figura 50). Los encuestados señalaron que los scooters son avistados con mayor frecuencia en las aceras, lo cual podría resultar en situaciones conflictivas entre peatones y conductores.

Figura 50. Tipo de vehículo que genera más inseguridad



Fuente: Propia

¿Ha presenciado o sido víctima de algún incidente o accidente mientras caminaba por el óvalo?

A pesar de que el 65% de los encuestados no ha presenciado o sido víctima de algún incidente o accidente mientras caminaba por el óvalo, el 35%, el cual representa una minoría significativa, respondió que sí. Entre los eventos descritos, principalmente se destacan los choques entre auto-

auto, auto-moto, auto-peatón, moto-peatón, scooter-peatón y la caída a desnivel. Además, mencionaron que hubo accidentes mortales entre el conflicto auto-moto y que se ocasionaron por exceso de velocidad de parte del auto.

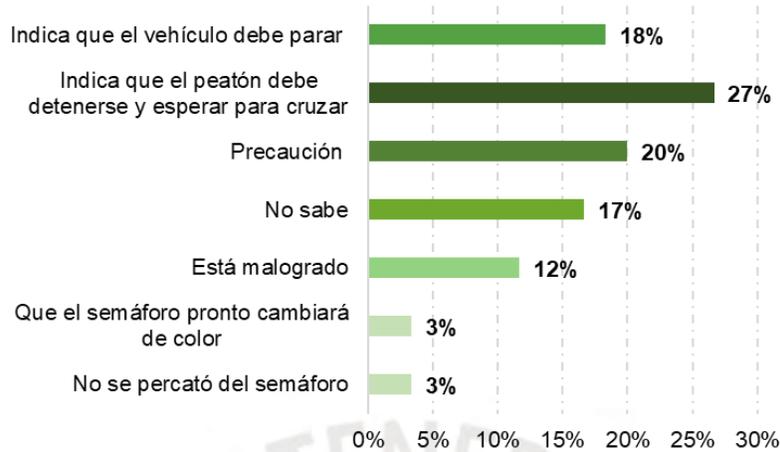
Bloque III: Percepción sobre señalización vial y el peatón

¿Qué entiende por la luz roja intermitente del semáforo? y ¿cree que la luz roja intermitente del semáforo hace más seguro el cruce?

La primera pregunta se formuló de manera abierta con el objetivo de comprender la percepción de los encuestados acerca de la luz roja intermitente en el semáforo. De sus respuestas, se destaca que el 27% cree que esta luz indica que el peatón debe detenerse y esperar para cruzar, mientras que el 20% la considera una señal de precaución, aunque no logran identificar una función en específico. Además, aproximadamente el 35% indicó que no se había percatado del semáforo, que pronto cambiaría de color, que estaba malogrado o que no sabía lo que significaba (Figura 51).

Según el MTC (2016), la luz roja intermitente en un semáforo constituye una señal de reglamentación que obliga a los conductores a parar antes de la raya de paso peatonal. Finalmente, a pesar de que la mayoría de los participantes no se acercó al funcionamiento correcto de la luz roja intermitente, el 72% de estos afirmó que esta no contribuye a hacer más seguro el cruce peatonal.

Figura 51. ¿Qué entiende por la luz roja intermitente del semáforo?



Fuente: Propia

¿Has participado en campañas de educación vial relacionadas con la seguridad peatonal?

El 92% de los encuestados indicó no haber participado en campañas de educación vial relacionadas con la seguridad peatonal y solo el 8% afirmó haberlo hecho. Esto podría explicar la falta de claridad de algunos respecto a la función de los semáforos con luz roja intermitentes ubicados alrededor del óvalo.

4.4. Hallazgos de las listas de chequeo en el Óvalo Higuiereta

En este apartado se identifican los hallazgos principales de los carriles de ingreso y salida de la zona de estudio con respecto a los desafíos de movilidad que enfrentan los usuarios. Para hacer esto, se utilizan las listas de chequeo que fueron modificadas del *Pedestrian Road Safety Audit Guidelines and Prompt Lists*, como se mencionó en el capítulo II de la presente tesis. Hay dos categorías en estas listas de chequeo: intersecciones y áreas de tránsito. En el caso de las intersecciones, se analizarán los carriles antes mencionados; y en el caso de las áreas de tránsito, el carril de ingreso. El anexo G mostrará las listas de chequeo utilizadas.

A. Infraestructura vial

En el carril de salida, el radio de giro “R2” incentiva a los conductores a conducir por debajo de los 30 km/h en la mayoría de los casos (Figura 42). Por el contrario, en el carril de ingreso, el radio de giro “R1” es considerablemente más amplio (Figura 52). Es por esto que los conductores perciben como segura una velocidad máxima de 31.78 km/h (Figura 39).

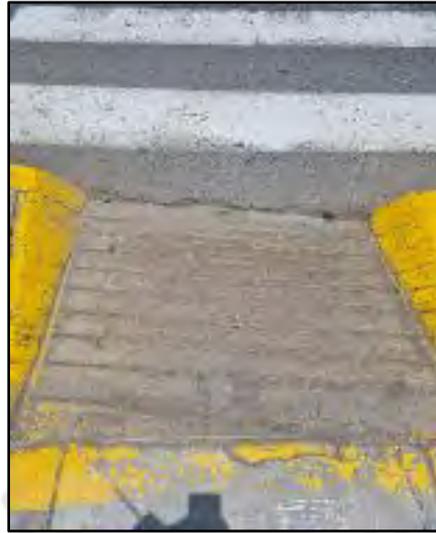
Figura 52. *Radios de giro en los accesos de ingreso y salida de la zona de estudio*



Fuente: Propia

La mediana ofrece un espacio amplio para proteger a los peatones mientras esperan para cruzar. También, los cruces están marcados lo suficientemente anchos para permitir el cruce seguro de los carriles y a lo largo de la trayectoria deseada. Por otro lado, el pavimento del cruce es adecuado y no representa problemas para los peatones al cruzar. No obstante, la rampa que une el pavimento con el cruce del carril de ingreso y la mediana presenta un desnivel que puede dificultar el paso para los usuarios vulnerables (Figura 53). Este desnivel también ocasiona que la rampa sea más empinada. Aunque el cruce no tiene obstrucciones, hay un poste al final del cruce del carril de ingreso en dirección al mismo que podría ocasionar dificultades (Figura 54).

Figura 53. *Rampa a desnivel en la mediana*



Fuente: Propia

Figura 54. *Poste al terminar el cruceo peatonal en el carril de ingreso*



Fuente: Propia

En horas pico, los autobuses en el paradero generan congestión, lo que hace que el espacio sea insuficiente. Ello origina que las personas bajen o suban en zonas con obstrucciones como los desniveles entre el pavimento y la acera (Figura 53), postes (Figura 54) o autos estacionados (Figura 55).

Figura 55. *Transporte público haciendo uso del paradero en el carril de ingreso*



Fuente: Propia

B. Visibilidad

En condiciones de congestión, el peatón tiene problemas de visibilidad generalmente ocasionadas por el transporte público en el carril de ingreso como se mencionó en el ítem 4.2.2.1. La Figura 56 muestra al peatón, en dirección al acceso de salida, que tiene que esperar para cruzar porque al no tener visibilidad no se siente seguro para cruzar (flecha roja). Si este quiere arriesgarse a cruzar, no cuenta con visibilidad hacia su izquierda, sino hasta llegar al medio del acceso. Al llegar al medio, pueden ver si es seguro cruzar o si algún conductor les cede el paso (flechas verdes).

Si el peatón cruza en dirección al acceso de entrada, este decide cruzar en función de cómo percibe el riesgo hasta llegar al medio, ya que se sienten seguros de que los vehículos en el carril derecho, generalmente de transporte público, aún seguirán detenidos (circunferencia naranja). Por otro lado, en el carril de ingreso no hay problemas de visibilidad.

Figura 56. Visibilidad del peatón al cruzar el acceso de ingreso



Fuente: Propia

C. Características del tráfico

Para poder cruzar en este acceso del óvalo siempre está presente la incertidumbre si al cruzar por ambos accesos, los vehículos cederán el paso al peatón. Esta es la principal preocupación por la seguridad peatonal en horas pico que generalmente son ocasionadas por las unidades de transporte público ya sea al momento en que los pasajeros suban o bajen (Figura 57).

Figura 57. Características del tráfico en el carril de ingreso y de salida



Fuente: Propia

D. Señales y marcas en el pavimento

En el carril de ingreso las señales horizontales están gastadas (Figura 58) y hay señales verticales dañadas (Figura 59). Los crucesos peatonales sí son visibles y están correctamente señalizados.

Figura 58. *Señales horizontales desgastadas*



Fuente: Propia

Figura 59. *Señales verticales dañadas en donde solo quedó el mástil*



Fuente: Propia

E. Semáforos

No existen semáforos peatonales, solo los semáforos con luces rojas intermitentes para los vehículos.

F. Calidad, condición y obstrucciones en el paradero

El ancho de la acera aún con la presencia de los asientos del paradero es amplio, por lo que es transitable. El espacio del paradero no logra su objetivo de acomodar a los pasajeros esperando, embarcando y bajando en horas pico ya que es muy pequeño (Figura 60). Pero, generalmente esto se logra disipar rápidamente porque las personas esperan una línea de bus en específico, así que a medida que lo esperan se acumulan los pasajeros y luego suben al bus. Las personas que no esperan a un bus en específico no ocupan espacio en el paradero y toman cualquier bus a disposición.

Figura 60. Paradero abarrotado de pasajeros en el carril de ingreso



Fuente: Propia

Hay ciertas obstrucciones a lo largo del paradero. Hay una rampa a lo largo de la acera que sirve como acceso a la cochera de una vivienda (Figura 61) lo que genera desniveles en casi la mitad del ancho de la acera. También, existe un tacho de metal en donde no se ha recogido la basura que

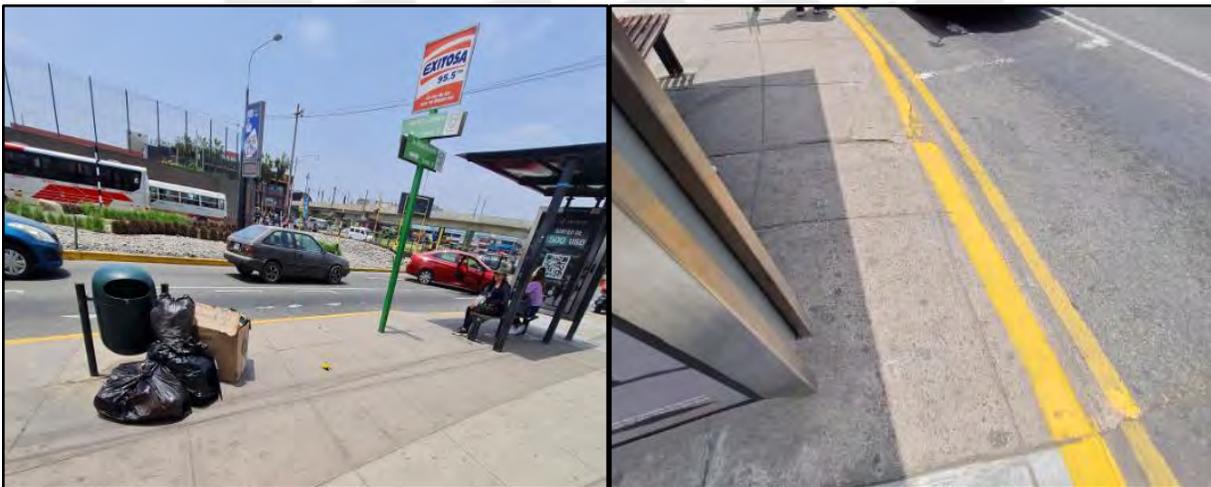
obstruye el paso de los peatones al paradero (Figura 62). Por último, las rampas que brindan acceso a la marquesina y los asientos del paradero no están bien diseñados para todos los tipos de usuarios (Figura 62).

Figura 61. Rampa para acceder a la cochera en la acera



Fuente: Propia

Figura 62. Bolsas de basura fuera del tacho y rampa en mal estado cerca del paradero



Fuente: Propia

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

5.1.1. Conclusiones relacionadas al objetivo 1

Las líneas de movimiento (Figuras 30 y 31) reflejan que, independientemente del recorrido, en los carriles de ingreso, los peatones observados tienden a elegir la ruta más corta para cruzar, ya sea hacia el paradero o desde este mismo. Este comportamiento evidencia el hecho de que el 23% de los peatones encuestados consideró que elegir caminos más cortos para ahorrar tiempo en su cruce es un factor importante al momento de cruzar. En contraste, todos los peatones recorren completamente la mediana. Esto es debido a las rejas que están en dirección al óvalo y las piedras, como parte del jardín, a un lado de la mediana, las cuáles restringen el paso de peatones por ahí. Esto sugiere que la ubicación de elementos como las piedras, rejas o paraderos pueden influir en el comportamiento y seguridad de los peatones.

En ese sentido, las líneas de movimiento reflejan la elección de caminos más directos, más no garantiza un comportamiento seguro. En este contexto, las personas observadas no siguen un comportamiento seguro o lo que los manuales para el peatón indican. Así, el 26% de las personas realizaron el cruce con algún elemento distractivo (celular o auriculares). Esta práctica no solo puede afectar la velocidad de su tránsito, sino que también aumenta el riesgo de no percibir señales de tráfico o la presencia de vehículos, lo que eleva el riesgo de accidentes. Además, este comportamiento puede influir en el tipo de cruce que realizan. Entre las personas observadas, el 50% que cruzaba con titubeo portaba dispositivos electrónicos, lo que indicaba claramente su distracción.

Otro comportamiento riesgoso es cruzar en carrera. Este comportamiento puede atribuirse al 20% de los peatones que sienten impaciencia, así como a la percepción errónea de seguridad en los cruces o a la falta de conciencia de los riesgos asociados. Es relevante destacar que el 92% de los encuestados indicó no haber participado en ninguna campaña de educación vial, lo cual podría explicar alguno de sus comportamientos riesgosos, mas no justificarlos.

5.1.2. Conclusiones relacionadas al objetivo 2

La congestión vehicular influye significativamente en el desplazamiento y la seguridad vial de los peatones. Uno de los impactos más evidentes es en los tiempos de espera. Las personas esperan mayores tiempos para cruzar cuando inician su recorrido (15.56 - 15.85 segundos), en comparación a cuando parten desde la mediana (10.04 - 11.22 segundos). Esta diferencia puede atribuirse a la falta de visibilidad debido a la obstrucción de combis que tienen los peatones en los carriles de ingreso o a la alta velocidad de los vehículos (motos a 26.68 km/h) en el cruce de los carriles de salida. Es por esto que el 53% de peatones afirmó sentir precaución al momento de cruzar.

En este contexto, la impaciencia generada por la congestión puede llevar a comportamientos más arriesgados por parte de los peatones, como cruzar de manera apresurada para aprovechar brechas en el tráfico. Asimismo, la posibilidad de que los conductores no cumplan con las normas de tránsito, como ceder el paso en cruces peatonales, se incrementa en situaciones de tráfico intenso, lo que agrega otro nivel de riesgo para la seguridad vial.

Por otro lado, la exposición a la contaminación es otro factor importante que afecta la seguridad de los peatones. En este sentido, los peatones pueden estar más expuestos a las emisiones de los vehículos, lo que podría afectar su salud a largo plazo y su visibilidad al cruzar.

La dificultad para la movilidad de peatones es otra preocupación asociada con la congestión vehicular. El elevado flujo vehicular ocasiona que los vehículos obstaculicen el cruce peatonal, lo que obliga a los peatones a cruzar entre automóviles, lo cual podría reducir su velocidad de desplazamiento. En los carriles de ingreso, los vehículos con mayores velocidades fueron las motos (27.66 km/h) y automóviles (25.43 km/h), y la velocidad de los peatones fue de (0.88 - 1.83) km/h. En los carriles de salida, los vehículos con mayores velocidades fueron las motos (26.68 km/h) y automóviles (23.45 km/h), y la velocidad de los peatones fue de (1.18 - 2.16) km/h. Estas distinciones podrían reflejar que a mayor velocidad crucen los automóviles, menores serán las velocidades de los peatones, debido al miedo o la percepción de seguridad. El 31% de peatones respondió que el exceso de velocidad puede generar accidentes viales y el 72% considera que las velocidades de circulación de los vehículos no son adecuadas.

5.1.3. Conclusiones relacionadas al objetivo 3

El radio de giro en el carril de ingreso es mucho mayor que en el carril de salida. Esto explica el porqué de una mayor consideración de los conductores a ceder el paso a los peatones en el carril de salida. Además, las velocidades de los vehículos también son mayores en el carril de ingreso que en el de salida y los conductores perciben como segura una velocidad máxima de 31.78 km/h y 28.02 km/h respectivamente. Los riesgos de sufrir lesiones graves por ser atropellado a esta velocidad oscilan entre el 10% y 25%, y el promedio de muerte es por debajo del 10%. Estas probabilidades aumentan a medida que la víctima tenga más años o sea un adulto mayor (Tefft, 2011). Es por ello que, aunque la mayor velocidad que los vehículos puedan creer seguro (31.78 km/h), no lo es.

La mediana brinda una zona exclusiva, amplia y bien delimitada para que los peatones puedan cruzar por dicha zona. El diseño de los costados, con las piedras, como parte del jardín, a un lado de la mediana brinda seguridad al peatón. De la misma forma las marcas del cruce también cumplen su objetivo. Sin embargo, los desniveles encontrados en la mediana (Figura 53), en el paradero (Figura 62), la ubicación de los postes (Figura 54), autos estacionados (Figura 55) y basura no recogida de los tachos (Figura 62) ocasionan dificultades para los peatones, en especial adultos mayores y personas con movilidad reducida.

Los problemas de visibilidad, especialmente cuando hay congestión, para el peatón como la del conductor por el diseño del paradero de transporte público origina que el peatón cruce arriesgándose a pasar más rápido que los vehículos o esperar que le brinden el derecho de paso. Los resultados de las encuestas muestran la poca utilidad de los semáforos con luces rojas intermitentes, por el contrario, generan más incertidumbre al momento de cruzar.

Las señales verticales y horizontales presentan deficiencias en el carril de ingreso. Esto se ve reflejado en mástiles vacíos (Figura 59) y marcas en el pavimento desgastadas que no se entienden (Figura 58). Análogamente, en el carril de salida, a pesar de existir señales de “paradero prohibido”, los vehículos de transporte público hacen caso omiso a la señal por admitir a los pasajeros, lo que genera un paradero informal.

Finalmente, los óvalos son considerados como inseguros por los peatones (73% del total de encuestados) en comparación con otros tipos de intersecciones, principalmente por falta de semáforos. Al cruzar, sienten miedo y precaución principalmente cuando cruzan entre vehículos, cuando usan dispositivos electrónicos y al haber presencia de bicicletas o motos en la acera. Se

concluye que a medida que el peatón tiene mayor edad, mayor es la dificultad para cruzar e inseguridad percibida.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda mejorar la señalización, principalmente en el carril de ingreso, ya que es en donde principalmente los peatones acortan su recorrido y hacen trayectorias no seguras según las líneas de movimiento. Por otro lado, para reducir la congestión vehicular se recomienda el uso de carriles exclusivos para el transporte público y mejorar la infraestructura del área de espera del peatón. En la observación directa, hubo casos especiales como el uso de bicicletas sin haber una ciclo vía y también usuarios con *scooters*. Por lo tanto, es recomendable iniciar un futuro estudio con énfasis en estos modos de transporte.

Sería recomendable la implementación de semáforos con tiempos de cruce peatonal para mejorar la seguridad del peatón, ya que los peatones indican que con esta medida se sentirían más seguros. Asimismo, es de vital importancia subsanar los problemas de accesibilidad, tales como desniveles encontrados en la mediana, en el paradero, el poste mal ubicado, autos estacionados y basura no recogida de los tachos ya que interfiere en la seguridad del peatón, en especial de aquellos que no son adultos, jóvenes o con movilidad plena.

El alcance de la tesis no permite conocer la opinión de los conductores, que es un factor importante en la percepción de seguridad vial, pero se invita a que se pueda incluir este factor en futuros estudios. De igual forma, se invita a analizar el ramal de la av. Aviación debido a la presencia de la estación “Cabitos”, paraderos informales de taxi colectivo y de motos lineales constatados en la observación directa por los presentes tesisistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Barojas, S. (2005). *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud*. Salud en Tabasco, 11(1-2), 333-338.
- Aldana, R. (03 de setiembre de 2020) *¿Cómo debe ser la señalización de glorietas?* Aula Carreteras. Recuperado el 1 de julio de 2023, de <https://www.aulacarreteras.com/senalizacion-de-glorietas/>
- Arias Gómez, J., Villasís Keever, M. Á. y Miranda Novales, M. G. (2016). *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. Revista Alergia México, 63(2), 201-206.
- Austroroads (2002). Road Safety Audit. (2ª ed.). Standards Australia. http://www.lags.corep.it/doc/ICorsoSpec/Supporti%20tecnici/au_roadsafetysaudit-2ndedition.pdf
- Ávila Baray, H. L. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. Edición electrónica. Eumed.net. <https://www.eumed.net/libros/2006c/203/>
- Bañón Blázquez, L. y Bevíá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras: Volumen I: elementos y proyecto*. Ortiz e Hijos, Construcciones (Alicante). <http://hdl.handle.net/10045/1788>
- Bogdan, R. y Biklen, S. K. (1998). *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods (3rd ed)*. Allyn and Bacon.
- Bongiorno, C., Santucci, D., Kon, F., Santi, P., y Ratti, C. (2019). Comparing bicycling and pedestrian mobility: Patterns of non-motorized human mobility in Greater Boston. *Journal of Transport Geography*, 80, 102501. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102501>
- Buckley, C. (2021). 'No podemos vivir sin ellas': Carmel, la ciudad de EE. UU. que ama las rotondas. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/es/2021/11/20/espanol/rotondas-contaminacion.html>

- Cabrera Vega, F. I. (2019). *Movilidad urbana, espacio público y ciudadanos sin autonomía. El caso de Lima*. [Tesis de doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona]. <https://hdl.handle.net/10803/667392>
- Calatayud, A., Sánchez González, S., Bedoya Maya, F., Giraldez Zúñiga, F. y Márquez, J. M. (marzo de 2021). *Congestión urbana en América Latina y el Caribe: características, costos y mitigación*. Banco Interamericano de desarrollo. Recuperado el 15 de mayo de 2023, de <http://dx.doi.org/10.18235/0003149>
- Canadian Council of Motor Transport Administrators (2013). Countermeasures to Improve Pedestrian Safety in Canada. https://www.ccmta.ca/web/default/files/PDF/CCMTA_Pedestrian_Report_Eng_FINAL.pdf
- Chavarría Cerdas D, Beckford Flores H, Ortega Coto J, Peña Brenes, N., Aguirre G. J. y Alfaro-Mora, R. (2020). *Estrés y congestión vial en universitarios costarricenses*. Revista Cubana de Medicina General Integral, 36(4), 01-10.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (junio de 2001). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. <https://hdl.handle.net/11362/6381>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (octubre de 2001). *Medidas de control de la congestión de tránsito*. <https://hdl.handle.net/11362/36137>
- Darder, V. (2005). *Funciones de las rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Catalunya] <http://hdl.handle.net/2099.1/3375>
- De la Cruz, J. (8 de marzo de 2023). *El urbanismo de Le Corbusier o por qué vivimos todos lejos*. The Conversation. <http://theconversation.com/el-urbanismo-de-le-corbusier-o-porque-vivimos-todos-lejos-198050>
- Dextre, J. C, Pirota, M. D., Tabasso, C., Bermúdez, J. y García, A. O. (2008). *Vías humanas: un enfoque multidisciplinario y humano de la seguridad vial*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://doi.org/10.18800/9789972428654>

- Dextre, J. C. (2010). *Seguridad Vial: la necesidad de un nuevo marco teórico*. [Tesis de doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona]. <https://portalrecerca.uab.cat/es/studentTheses/seguridad-vial-la-necesidad-de-un-nuevo-marco-te%C3%B3rico>
- Dextre, J. C. y Avellaneda, P. (2014). *Movilidad en zonas urbanas*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Dextre, J. C. y Cebollada, À. (2014). Notes about road safety: A review from the social sciences. *Documents d' Anàlisi Geogràfica*, 60, 419-433. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.103>
- Dirección General de Tráfico (2014). *Los Peatones* [Archivo PDF]. <https://n9.cl/jv1ht>
- Ewing, R. y Brown, S. (1999). *US Traffic Calming Manual* [Archivo PDF]. <https://nacto.org/wp-content/uploads/2012/06/Ewing-Reid-1999.pdf>
- Falocchio, J. C. y Levinson, H. S. (2015). The Impact of Traffic Congestion on Mobility. En *Road Traffic Congestion: A Concise Guide* (pp. 119-131). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15165-6_10
- Federal Highway Administration. (1997). *Pedestrian Facilities Guidebook*. <https://safety.fhwa.dot.gov/saferjourney1/library/pdf/pedfacguide.pdf>
- Federal Highway Administration. (2007). *Pedestrian Road Safety Audit Guidelines and Prompt Lists*. <http://www.pedbikeinfo.org/cms/downloads/PedRSA.reduced.pdf>
- Federal Highway Administration. (2009). *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*. https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009/pdf_index.htm
- Fernández, S., Cordero, J. M. y Córdoba, A. (2002). *Estadística descriptiva*. ESIC editorial.
- Flick, U. (2015). *El diseño de la investigación cualitativa*. Ediciones Morata.
- Florida Department of Transportation. (2019). *Rotondas de un sólo carril*. [Archivo PDF]. <https://i4beyond.com/alertemails/4007-Single-lane-Roundabout-Handout-Espanol.pdf>
- Franklin, E. B. (1998). *Organización de empresas: análisis, diseño y estructura*. McGRAW-Hill.

- Gehl, J., y Svarre, B. (2013). *How to study public life*. Island Press.
- Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Infinito.
- Global Designing Cities Initiative. (2023). *How Do Kids Experience Streets? The Reverse Periscope Companion Guide*. <https://globaldesigningcities.org/publication/how-do-kids-experience-streets-the-reverse-periscope-companion-guide/>
- González, M. (2007). *Ideas y buenas prácticas para la movilidad sostenible* [Archivo PDF]. <https://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/cd2/index/assoc/eea0045.dir/eea0045.pdf>
- Government of New South Wales (2023). *Road user handbook* [Archivo PDF]. <https://www.nsw.gov.au/sites/default/files/2022-11/Road-User-Handbook-Spanish.pdf>
- Guerrier, J. H. y Jolibois, S. C. (1998). The Safety of Elderly Pedestrians at Five Urban Intersections in Miami. *Sage Journals*, 42(2), 171-175. <https://doi.org/10.1177/154193129804200206>
- Hauer, E. (2000). Safety in Geometric Design, Paper I. doi: 10.13140/2.1.4949.0885.
- Hennessy, D. A., y Wiesenthal, D. L. (1997). The relationship between traffic congestion, driver stress, and direct versus indirect coping behaviours. *Ergonomics*, 40(3), 348-361. <http://dx.doi.org/10.1080/001401397188198>
- Hernández, R., Fernandez, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación (Sexta ed.)*. McGRAW-Hill.
- Hidalgo-Solórzano, E., Campuzano-Rincón, J., Rodríguez-Hernández, J. M., Chias-Becerril, L., Reséndiz-López, H., Sánchez-Restrepo, H., Baranda-Sepúlveda, B, Franco-Arias, C. e Híjar, M. (2010). Motivos de uso y no uso de puentes peatonales en la Ciudad de México: la perspectiva de los peatones. *Salud pública de México*, 52(6), 502-510.
- Homburger, W. S., Hall, J. W., Loutzenheiser, R. C. y Reilly, W. R. (1996). *Spot Speed Study* [Archivo PDF]. <https://popcenter.asu.edu/sites/default/files/learning/speeding/SpotSpeed.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011 – 2015* [Archivo PDF]. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1366/libro.pdf
- Jacobs, J. (2011). *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Capitán Swing.
- Jiménez, D. (2010). *Comportamiento Peatonal* [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102319>
- Los Angeles County. (2011). *Model Design Manual for Living Streets*. http://publichealth.lacounty.gov/place/PLACE_The_Model_Design_Manual_for_Living_Streets.htm
- Luchemos por la Vida. (s.f.). *Peatones seguros*. <https://luchemos.org.ar/es/sabermas/contenidos-por-tema/peatones-seguros-e-informe-caminar-con-seguridad-de-la-oms>
- Mayoral, E., Cuevas, A., Pérez, J. y Mendoza, A. (2015). *Análisis de la siniestralidad de los usuarios vulnerables en carreteras federales*. Instituto Mexicano del Transporte. <https://trid.trb.org/View/1423999>
- Messer, R. (2021). *¿Las Rotondas Reducen Los Accidentes De Tráfico?* Big River Trial Attorneys. <https://bigriverlaw.com/es/las-rotondas-reducen-los-accidentes-de-traffic/>
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España (1989). *Recomendaciones sobre Glorietas*. [Archivo PDF]. <http://www.carreteros.org/normativa/trazado/otras/pdfs/glorietas.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor en calles y carreteras (1a ed.)*. [Archivo PDF]. <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedispositivosdecontrolde transitautomotoren callesycarreteras1.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2023). *Política Nacional Multisectorial de Seguridad Vial*. [Archivo PDF]. <https://www.gob.pe/es/i/4463063>

- Minnesota Department of Transportation. (13 de setiembre de 2011). *Multilane roundabouts*.
<https://www.dot.state.mn.us/roundabouts/multilane.html>
- National Association of City Transportation Officials. (2020). *Designing Streets for Kids*.
<https://nacto.org/publication/designing-streets-for-kids/>
- National Cooperative Highway Research Program. (2007). *Roundabouts in the United States*.
<https://nap.nationalacademies.org/catalog/23216/roundabouts-in-the-united-states>
- National Cooperative Highway Research Program. (2010). *Roundabouts: An Informational Guide*.
(2ª ed.). Transportation Research Board. <https://nacto.org/docs/usdg/nchrprpt672.pdf>
- National Highway Traffic Safety Administration (2 de octubre de 2020). *Departamento de Transporte de EEUU Designa Octubre Como El Mes Nacional de la Seguridad de Peatones*.
<https://www.nhtsa.gov/es/press-releases/departamento-de-transporte-de-eeuu-designa-octubre-como-el-mes-nacional-de-la>
- New Zealand Transport Agency. (2009). *Pedestrian planning and design guide*.
<https://nzta2.cwp.govt.nz/resources/pedestrian-planning-guide/>
- North Carolina Department of Transportation. (2020). *Pedestrian Safety*.
<https://www.ncdot.gov/initiatives-policies/safety/pedestrian-safety/Pages/default.aspx>
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (2023). *Informe de víctimas fatales en siniestros de tránsito e identificación de puntos de alta siniestralidad en Lima Metropolitana y Callao, 2021 - 2023*. <https://www.onsv.gob.pe/post/informe-de-victimas-fatales-en-siniestros-de-transito-e-identificacion-de-puntos-de-alta-siniestralidad-en-lima-metropolitana-y-callao-2021-2023/>
- Organización Mundial de la Salud. (2009). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial es hora de pasar a la acción* [Archivo PDF].
https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44137/9789243563848_spa.pdf?sequence=1
- Organización Mundial de la Salud. (2013). *Seguridad peatonal: manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales*. <https://iris.who.int/handle/10665/128043>

- Organización Mundial de la Salud (24 de diciembre de 2018). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2018*. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NMH-NVI-18.20>
- Organización Mundial de la Salud. (20 de octubre de 2021). *Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2021–2030*. <https://www.who.int/es/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>
- Organización Mundial de la Salud (2022). *Traumatismos causados por el tránsito*. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Organización Panamericana de la Salud (2017). *Beber y Conducir* [Archivo PDF]. <https://www.paho.org/es/file/48759/download?token=4KliTCps>
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 227-232. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez, F., Bautista, A., Salazar, M. y Macias, A. (2014). Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico. *Dyna*, 81(184), 36-40. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.38650>
- Prieto, J. (1984). *El Papel del Psicólogo en la Seguridad Vial*. Papeles del psicólogo. <http://www.papelesdelpsicologo.es/vernumero.asp?id=179>
- Ramos, M. T., Pratto, R., Vargas, D., y Flores, A. E. (2013). *Guía de educación en seguridad vial para profesores y tutores de secundaria*. Repositorio MINEDU. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/5651>
- Rodríguez, J. (2014). *Los beneficios de las rotondas viales*. Diario de Cuyo <https://www.diariodecuyo.com.ar/columnasdeopinion/Los-beneficios-de-las-rotondas-viales-20140724-0096.html>

- Ruiz J., Vargas D., Delgado D. y Ortiz E. (2020). Análisis del tránsito peatonal, alternativas y soluciones a congestionamientos en la Avenida América, entre Avenida Manabí y Calle Ramón Fernández. Portoviejo-Manabí. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, 5(2), 33-44. <https://doi.org/10.33936/riemat.v5i2.2541>
- Rutas de Lima. (31 de enero de 2019). *Puntos críticos: Paraderos informales en la panamericana sur*. <https://limaenruta.pe/puntos-criticos-paraderos-informales-en-la-panamericana-sur/>
- Smith, D. (2002). *Handbook of Simplified Practice for Traffic Studies*. [Archivo PDF]. <https://intrans.iastate.edu/app/uploads/2002/11/Handbook-of-Simplified-Practice-TrafficStudies.pdf>
- Sorensen, M., & Mosslemi, M. (2009). Subjective and objective safety. [Archivo PDF]. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=11739>
- Suárez, T. (2015) Los otros peatones: diversidad motriz y la ideología lúdica peatonal. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1960.7202>
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica (4ª ed.)*. Limusa, Noriega Editores. https://www.enfermeriaaps.com/portal/?wpfb_dl=4387
- Tanikawa-Obregón, K. y Paz-Gómez, D. (2021). *El peatón como base de una movilidad urbana sostenible en Latinoamérica: una visión para construir ciudades del futuro*. Boletín de Ciencias de la Tierra, (50), 33-46. <https://doi.org/10.15446/rbct.n50.94842>
- Tefft, B. (2011). *Impact Speed and a Pedestrian's Risk of Severe Injury or Death*. AAA Foundation for Traffic Safety. <https://aaafoundation.org/impact-speed-pedestrians-risk-severe-injury-death/>
- The Road Safety Toolkit. (24 de marzo de 2023). *Median*. <https://toolkit.irap.org/safer-road-treatments/median/>
- Tupayachi, G. (2016). *Análisis del desplazamiento peatonal en la rotonda de la avenida Angélica Gamarra*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12404/7089>

- Valdivieso, C., Valdivieso, R. y Valdivieso, O. (2011). Determinación del tamaño muestral mediante el uso de árboles de decisión. *Investigación & Desarrollo*, 148-176.
- Van, L. (21 de abril de 2023). *Designing roundabouts with pedestrians and cyclists in mind*. GHD. <https://www.ghd.com/en/insights/designing-roundabouts-with-pedestrians-and-cyclists-in-mind>
- Vidondo, C. (2021). *¿Son las rotondas fuente de conflicto o eficaces para la seguridad vial?* Circula Seguro. Recuperado el 10 de mayo de 2023 de <https://www.circulaseguro.com/rotondas-seguridad-vial/>
- Washington State Department of Transportation. (s.f.). *Roundabouts*. <https://wsdot.wa.gov/travel/traffic-safety-methods/roundabouts>
- Wegman, F. (2017). The future of road safety: A worldwide perspective. *IATSS Research*, 40(2), 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2016.05.003>
- Yampolsky, G. (2021). *Auditorías en seguridad vial*. Revista Vial. Recuperado en agosto del 2023 de <https://revistavial.com/auditorias-en-seguridad-vial/>
- Zárate, B., González, J., García-Ramírez, Y. y Segarra, S. (2018). Percepción de la seguridad vial en la Ciudad de Loja (Ecuador). *Cumbres*, 4(1), 89-100. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v4n1a8>
- Zivotofsky, A. Z., Eldror, E., Mandel, R. y Rosenbloom, T. (2012). Misjudging Their Own Steps: Why Elderly People Have Trouble Crossing the Road. *Human Factors* 54(4), 600–607. <https://doi.org/10.1177/0018720812447945>