



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

PROPUESTA TÉCNICA DE CICLOVÍA URBANA SOSTENIBLE ORIENTADA A  
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AV. NÉSTOR GAMBETTA,  
VENTANILLA - CALLAO

**Línea de investigación:**  
**Seguridad vial e infraestructura de transporte**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Transportes

**Autor**

Ticllacuri Barzola, Cristian César

**Asesor**

Rivadenerya Rivas, César Augusto

ORCID: 0000-0001-7851-515X

**Jurado**

Flores Vidal, Higinio Exequiel

Carrillo Balceda, Jesús Elías

Sotelo Antaurco, Santos Ciriaco

**Lima - Perú**

**2026**



# PROPUESTA TÉCNICA DE CICLOVÍA URBANA SOSTENIBLE ORIENTADA A MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AV. NÉSTOR GAMBETA, VENTANILLA - CALLAO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.regionsanmartin.gob.pe Fuente de Internet	<1%
9	cacecam.campeche.gob.mx Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante	<1%

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

PROPUESTA TÉCNICA DE CICLOVÍA URBANA SOSTENIBLE  
ORIENTADA A MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VIAL EN  
LA AV. NÉSTOR GAMBETTA, VENTANILLA - CALLAO

Línea de Investigación:

Seguridad vial e Infraestructura de Transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Transportes

Autor

Ticllacuri Barzola, Cristian César

Asesor

Rivadenerya Rivas, César Augusto

ORCID: 0000-0001-7851-515X

Jurado

Flores Vidal, Higinio Exequiel

Carrillo Balceda, Jesús Elías

Sotelo Antaurco, Santos Ciriaco

Lima – Perú

2026

### **Dedicatoria**

A mis padres Gloria Barzola y Cesar Tiellacuri por el gran apoyo incondicional, amor, y sacrificio que me brindaron, han sido mi motivación constante durante todo este camino, gracias por creer en mí. Este logro es también suyo.

### **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV) y a mi asesor, por su guía y apoyo en la realización de esta tesis.

## ÍNDICE

Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Descripción y formulación del problema .....	14
1.1.1. <i>Problema general</i> .....	15
1.1.2. <i>Problemas específicos</i> .....	15
1.2. Antecedentes.....	15
1.2.1. <i>Antecedentes internacionales</i> .....	15
1.2.2. <i>Antecedentes nacionales</i> .....	18
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	20
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	20
1.4. Justificación .....	20
1.5. Hipótesis .....	22
1.5.1. <i>Hipótesis general</i> .....	22
1.5.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	22
II. MARCO TEÓRICO .....	23
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	23
2.1.1. <i>Bicicleta</i> .....	23
2.1.2. <i>Ciclovía</i> .....	24
2.1.3. <i>Tipos de ciclovía</i> .....	24
2.1.4. <i>Vías complementarias segregadas</i> .....	24
2.1.5. <i>Vías parcialmente segregadas</i> .....	25
2.1.6. <i>Vías compartidas</i> .....	26

2.1.7. <i>Diseño geométrico de la ciclovia</i> .....	27
2.1.8. <i>Dimensionamiento básico de las ciclovías</i> .....	28
2.1.9. <i>Ciclovia unidireccional</i> .....	29
2.1.10. <i>Velocidad de diseño</i> .....	34
2.1.11. <i>Radio de volteo</i> .....	35
2.1.12. <i>Sobreanchos de ciclovías</i> .....	36
2.1.13. <i>Diseño de intersecciones</i> .....	37
2.1.14. <i>Ciclovías laterales</i> .....	38
2.1.15. <i>Ciclovías en separador central</i> .....	42
2.1.16. <i>Construcción de pavimentos</i> .....	44
2.1.17. <i>Marco normativo</i> .....	46
III. MÉTODO .....	48
3.1. Tipo de investigación.....	48
3.2. <i>Ámbito temporal y espacial</i> .....	48
3.3. Variables .....	49
3.3.1. <i>Variable independiente</i> .....	49
3.3.2. <i>Variable dependiente</i> .....	50
3.4. Población y muestra.....	50
3.5. Instrumentos .....	50
3.6. Procedimientos .....	51
3.6.1. <i>Ubicación del área de estudio y contexto urbano</i> .....	51
3.6.2. <i>Flujo vehicular y modos de transporte predominantes</i> .....	54
3.6.3. <i>Identificación de puntos críticos y conflictos viales</i> .....	55
3.6.4. <i>Evaluación de la transitabilidad actual mediante indicadores de fluidez y seguridad</i> .....	56

3.7. Análisis de datos .....	58
3.7.1. <i>Características geométricas y físicas de la avenida</i> .....	59
3.7.2. <i>Condiciones de infraestructura vial: ancho de vía, pavimento y señalización</i> 61	
3.7.3. <i>Factores urbanos y ambientales que inciden en la implementación</i> .....	61
3.7.4. <i>Limitaciones y oportunidades para la ciclovia</i> .....	64
3.7.5. <i>Principios de diseño aplicables a la Av. Néstor Gambetta</i> .....	66
3.7.6. <i>Selección de traza y dimensionamiento de carriles bici</i> .....	67
3.7.7. <i>Materiales, pavimentos y señalización</i> .....	69
3.7.8. <i>Seguridad vial y accesibilidad para todos los usuarios</i> .....	71
3.7.9. <i>Integración con transporte público y otras rutas urbanas</i> .....	72
3.7.10. <i>Mantenimiento y gestión sostenible</i> .....	74
3.7.11. <i>Impacto en la fluidez del tránsito</i> .....	75
3.7.12. <i>Impacto en la seguridad vial</i> .....	77
3.7.13. <i>Impacto en la accesibilidad y conectividad urbana</i> .....	78
3.7.14. <i>Indicadores de sostenibilidad ambiental y social</i> .....	80
3.7.15. <i>Análisis de viabilidad técnica y económica</i> .....	81
3.8. Consideraciones éticas.....	82
IV. RESULTADOS .....	84
4.1. Identificación de las condiciones actuales de transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta.....	84
4.2. Análisis de las características técnicas, constructivas y urbanas del corredor vial ...	85
4.3. Determinación de los criterios de diseño de la ciclovia urbana sostenible.....	85
4.4. Evaluación del impacto de la propuesta de ciclovia en la transitabilidad vial .....	86
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	88
VI. CONCLUSIONES.....	91

VII. RECOMENDACIONES.....	92
VIII. REFERENCIAS.....	93
IX. ANEXOS .....	96

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficios y Desventajas del Empleo de Ciclovías.....	23
Tabla 2 Sobreanchos recomendados según pendiente y longitud de tramo.....	36
Tabla 3 Sobreanchos recomendados según el radio de curvatura.....	37
Tabla 4 Modos de transporte.....	54
Tabla 5 Principales puntos críticos y tipo de conflicto en la Av. Néstor Gambetta .....	55
Tabla 6 Indicadores.....	57
Tabla 7 Ancho de calzada y cantidad de carriles .....	60
Tabla 8 Ancho de calzada, carriles y espacio disponible para ciclovía.....	61
Tabla 9 Factores urbanos y ambientales relevantes para la ciclovía .....	63
Tabla 10 Limitaciones y oportunidades detectadas para la implementación de la ciclovía ....	65
Tabla 11 Principios de diseño recomendados para ciclovías urbanas .....	67
Tabla 12 Dimensiones propuestas para carriles y separación de vehículos.....	69
Tabla 13 Materiales y pavimentos sugeridos para ciclovía .....	70
Tabla 14 Medidas de seguridad y accesibilidad propuestas .....	71
Tabla 15 Integración con paraderos, rutas de buses y conexiones urbanas.....	73
Tabla 16 Plan de mantenimiento y gestión de la ciclovía.....	75
Tabla 17 Comparación de velocidad promedio y nivel de servicio antes y después de la ciclovía .....	76
Tabla 18 Estimación de reducción de accidentes por tipo de usuario .....	77
Tabla 19 Indicadores de accesibilidad para ciclistas y peatones .....	79
Tabla 20 Reducción estimada de emisiones y beneficio social .....	80
Tabla 21 Costos de implementación y mantenimiento proyectados.....	81

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vía completamente segregada .....	25
Figura 2 Vía parcialmente segregada.....	26
Figura 3 Dimensión estándar de una bicicleta, vista lateral.....	28
Figura 4 Dimensión aproximada de una bicicleta, vista de costado .....	29
Figura 5 Ancho de vía unidireccional.....	30
Figura 6 Anchura de ciclovía bidireccional con separador menor a 0.10 m.....	31
Figura 7 Anchura de ciclovía bidireccional con separador mayor a 0.10 m.....	32
Figura 8 Anchura de ciclovía bidireccional con elementos laterales (vegetación o árboles) ..	33
Figura 9 Anchura de ciclovía bidireccional adyacente a zona de estacionamiento .....	34
Figura 10 Movimientos de intersección.....	38
Figura 11 Cruce de ciclovía en un sentido.....	39
Figura 12 Cruce de ciclovía en dos sentidos.....	40
Figura 13 Ciclovía detrás de un paradero .....	41
Figura 14 Unión de dos ciclovías laterales .....	42
Figura 15 Ciclovía en separador central un sentido.....	43
Figura 16 Ciclovía en separador central dos sentidos.....	44
Figura 17 Ubicación regional y provincial .....	52
Figura 18 Ubicación distrital y local.....	52
Figura 19 Gráfico de participación porcentual de modos de transporte .....	55
Figura 20 Mapa de ubicación de puntos críticos y conflictos viales .....	56
Figura 21 Comparación de niveles de servicio y velocidad promedio a lo largo de la avenida .....	58
Figura 22 Perfil geométrico de la Av. Néstor Gambetta .....	60
Figura 23 Zonificación urbana y uso de suelo a lo largo de la avenida.....	63

Figura 24	Áreas críticas y espacios disponibles para ciclovía.....	65
Figura 25	Plano preliminar de la traza de la ciclovía.....	68
Figura 26	Ejemplos de señalización vertical y horizontal .....	70
Figura 27	Ubicación de pasos peatonales y cruces seguros.....	72
Figura 28	Mapa de integración multimodal de la ciclovía .....	73
Figura 29	Flujo vehicular proyectado con ciclovía .....	76
Figura 30	Ubicación de accidentes y área de riesgo mitigadas .....	78
Figura 31	Red de conectividad urbana con ciclovía propuesta .....	79
Figura 32	Impacto ambiental y social.....	80
Figura 33	Diagrama de viabilidad económica y retorno de inversión .....	82

## **Resumen**

El objetivo principal de la presente investigación fue proponer una solución técnica para el diseño de una ciclovia urbana sostenible orientada a mejorar la transitabilidad vial en la avenida Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla – Callao, durante el año 2025, en concordancia con los lineamientos de movilidad urbana sostenible promovidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo, empleando métodos de observación directa, aforos vehiculares y peatonales, así como análisis técnico de las condiciones geométricas, físicas y operativas del corredor vial. Los resultados del diagnóstico evidenciaron la ausencia de infraestructura adecuada para el desplazamiento seguro de ciclistas, identificándose la inexistencia de carriles exclusivos, señalización deficiente, limitada conectividad intermodal y alta exposición al riesgo debido al tránsito constante de vehículos pesados. Asimismo, se identificaron deficiencias relacionadas con la seguridad vial y la falta de integración de la movilidad activa dentro del sistema de transporte urbano. Frente a esta problemática, se formuló una propuesta técnica de ciclovia urbana sostenible que incorpora criterios de diseño geométrico funcional, señalización horizontal y vertical, mobiliario urbano complementario y lineamientos de sostenibilidad ambiental. Los resultados proyectan una reducción de conflictos viales, mejora de la conectividad entre zonas urbanas e industriales y mayor seguridad y confort para los ciclistas. Finalmente, la investigación plantea lineamientos técnicos replicables en otros corredores urbanos del Callao, promoviendo una movilidad segura, eficiente y sostenible.

*Palabras clave:* ciclovia urbana, movilidad sostenible, seguridad vial, diseño vial

## Abstract

The main objective of this research was to propose a technical solution for the design of a sustainable urban bicycle lane aimed at improving road transit conditions along Néstor Gambetta Avenue, located in the district of Ventanilla – Callao, during the year 2025, in accordance with the sustainable urban mobility guidelines promoted by the Ministry of Transport and Communications. The research was applied in nature, with a quantitative approach and descriptive scope, using direct observation methods, vehicular and pedestrian traffic counts, as well as technical analysis of the geometric, physical, and operational conditions of the road corridor. The diagnostic results revealed the absence of adequate infrastructure for the safe movement of cyclists, identifying the lack of exclusive bike lanes, deficient signage, limited intermodal connectivity, and high exposure to risk due to the constant flow of heavy vehicles. Likewise, deficiencies related to road safety and the lack of integration of active mobility within the urban transportation system were identified. In response to this issue, a technical proposal for a sustainable urban bicycle lane was developed, incorporating functional geometric design criteria, horizontal and vertical signage, complementary urban furniture, and environmental sustainability guidelines. The projected results indicate a reduction in traffic conflicts, improved connectivity between urban and industrial areas, and greater safety and comfort for cyclists. Finally, the research proposes technical guidelines that can be replicated in other urban corridors in Callao, promoting safe, efficient, and sustainable mobility.

*Keywords:* urban bikeway, sustainable mobility, road safety, road design.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el enfoque hacia una movilidad urbana sostenible ha cobrado relevancia ante el crecimiento desmedido del parque automotor y los impactos negativos del transporte motorizado en la calidad de vida urbana. La creciente demanda por soluciones de transporte alternativo, más limpias y eficientes, ha llevado a que las ciclovías urbanas se posicionen como una estrategia fundamental para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano. Sin embargo, en muchas ciudades del Perú, la implementación de estas infraestructuras ha carecido de criterios técnicos adecuados, lo que limita su funcionalidad, seguridad y sostenibilidad en el largo plazo.

En este contexto, la avenida Néstor Gambetta, ubicada en el distrito de Ventanilla, Callao, representa un eje vial de importancia estratégica por su conexión logística e industrial, pero que actualmente carece de infraestructura adecuada para usuarios vulnerables como ciclistas. Esta situación se agrava por la coexistencia de tránsito pesado, ausencia de señalización y un diseño vial poco inclusivo, factores que incrementan el riesgo constructivo y dificultan la integración de modos de transporte no motorizados en la dinámica urbana.

Frente a esta realidad, la presente investigación tiene como objetivo principal proponer una solución técnica para el diseño de una ciclovía urbana en la avenida Néstor Gambetta, considerando criterios de movilidad sostenible, análisis de riesgo constructivo y principios de funcionalidad vial. El estudio parte del supuesto de que un diseño integral, planificado y técnicamente fundamentado constituye un instrumento eficaz para mejorar la seguridad vial, reducir la huella ambiental del transporte motorizado y fomentar una movilidad más equitativa e inclusiva. Asimismo, se reconoce que la infraestructura ciclista, cuando es adecuadamente diseñada, no solo promueve el uso de medios de transporte no motorizados, sino que también contribuye a disminuir la congestión vehicular, optimizar el uso del espacio público y mejorar la calidad de vida urbana.

Los resultados de la investigación permitirán identificar los puntos críticos del corredor vial, caracterizar las condiciones físicas, geométricas y operacionales del entorno, y evaluar la viabilidad técnica y ambiental del proyecto. De esta manera, se busca integrar soluciones de infraestructura que respondan a las exigencias de sostenibilidad, accesibilidad universal y eficiencia funcional, alineadas con las políticas de desarrollo urbano sostenible y de transporte no motorizado promovidas por el Gobierno Regional del Callao y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Se espera que los aportes de este estudio sirvan como referencia técnica y metodológica para futuras intervenciones orientadas a consolidar redes de ciclovías seguras, eficientes y sostenibles en zonas urbanas de alta complejidad vial. Asimismo, la propuesta pretende aportar evidencia práctica para fortalecer la planificación de la movilidad urbana, contribuyendo a la construcción de ciudades más resilientes, competitivas y ambientalmente responsables.

### **1.1. Descripción y formulación del problema**

La Av. Néstor Gambetta es una de las principales arterias viales del distrito de Ventanilla, Callao, debido a su conexión estratégica con el puerto del Callao, parques industriales, zonas residenciales y áreas de actividad comercial y portuaria. Sin embargo, esta vía ha sido históricamente diseñada con un enfoque centrado en el transporte motorizado, sin considerar de manera integral la movilidad sostenible, lo que ha generado un ambiente poco seguro e inclusivo para los usuarios de medios de transporte no motorizados como la bicicleta.

En la actualidad, se observa una carencia significativa de infraestructura ciclista en la Av. Néstor Gambetta (Ver Figura 1), pese a que existe una ciclovía en la Av. La Playa, la cual no cuenta con adecuada difusión ni con programas municipales o de otras entidades que promuevan su uso efectivo. Esta ciclovía existente carece de actividades que incentiven su utilización, como campañas de concientización, eventos de ciclismo urbano o iniciativas de conexión con otras rutas principales, limitando su potencial para reducir la congestión vehicular

y la contaminación ambiental, y para fomentar el deporte y hábitos saludables entre la población.

### ***1.1.1. Problema general***

¿De qué manera una propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible puede contribuir a mejorar la transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla, Callao?

### ***1.1.2. Problemas específicos***

- ¿Cuáles son las condiciones actuales de transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, considerando el flujo vehicular, los modos de transporte presentes y los principales puntos de conflicto entre usuarios?
- ¿Cómo influyen las características técnicas, constructivas y urbanas en la Av. Néstor Gambetta para la implementación de una ciclovía urbana sostenible?
- ¿Qué características debe contemplar el diseño técnico de una ciclovía urbana que sea funcional, segura y sostenible en el contexto vial de la Av. Néstor Gambetta?
- ¿Cómo influye la propuesta de ciclovía urbana sostenible en la mejora de la transitabilidad vial, en términos de fluidez del tránsito, seguridad vial y accesibilidad para los usuarios?

## **1.2. Antecedentes**

### ***1.2.1. Antecedentes internacionales***

La Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá (2022), en el documento “Ciclovías temporales Balance enero – marzo de 2022”, describió la implementación de 84 km de ciclovías temporales durante la pandemia de COVID-19. El objetivo fue suplir la necesidad de infraestructura ciclista en zonas de alto volumen de usuarios, promoviendo el uso de medios de transporte activos y sostenibles. La metodología se centró en la creación de corredores viales que se sumaron a la red ya existente. Los resultados mostraron un aumento en la afluencia de ciclistas, evidenciando una demanda de espacios seguros para este medio de transporte. Se

concluyó que la implementación de ciclovías emergentes fue una medida efectiva para garantizar la movilidad segura de los ciudadanos en situaciones de crisis, sentando las bases para su posible conversión en infraestructura permanente.

García y Ramírez (2022), en el artículo “Movilidad urbana como vía para el desarrollo sostenible: Caso Nuevo León”, analizaron los retos y oportunidades de la movilidad urbana en Nuevo León. El objetivo fue evaluar la contribución de la movilidad al desarrollo sostenible mediante el uso de indicadores propuestos por organizaciones internacionales. La metodología se basó en un análisis documental y bibliográfico, recopilando diversas fuentes para construir el marco teórico y analizar indicadores de la Agenda 2030, como la tasa de mortalidad por accidentes de tráfico y el acceso al transporte público. Los resultados mostraron un aumento del parque vehicular y una disminución en pasajeros de transporte público, reflejando una crisis vial y ambiental en la zona metropolitana de Monterrey. Se concluyó la urgente necesidad de implementar estrategias de movilidad sostenible, ampliar la infraestructura de transporte público y fomentar competencias ciudadanas para mejorar la calidad de vida y reducir accidentes.

El Gobierno de la Ciudad de México (2022), en el comunicado “Se consolida Ecobici como el sistema de bicicletas compartidas más importante de Latinoamérica”, detalló la duplicación de su red de ciclovías al construir 206.3 km de nueva infraestructura. El objetivo fue consolidar a la ciudad como un referente en movilidad ciclista, mejorando la seguridad, la salud pública y la calidad del aire. La metodología empleada incluyó la creación de ciclovías emergentes en avenidas principales y la modernización del sistema de bicicletas compartidas ECOBICI. Los resultados de la evaluación de estos proyectos demostraron un aumento del 235% en el número de ciclistas en horas pico y una reducción en las emisiones de contaminantes atmosféricos. Se concluyó que un diseño de ciclo-infraestructura planificado y

robusto genera beneficios socioeconómicos y ambientales, incentivando el cambio modal hacia medios de transporte sostenibles.

Khan et al. (2021), en la investigación “Assessment of Vehicular and Pedestrian Level of Service in Urban Commercial Corridors”, evaluaron las condiciones de movilidad vehicular y peatonal en corredores comerciales urbanos de Dubái. El objetivo fue determinar el nivel de servicio de los usuarios y proponer mejoras orientadas a una movilidad más sostenible y segura. La metodología se basó en la aplicación de los procedimientos del Highway Capacity Manual (HCM 2016), mediante aforos vehiculares y peatonales, mediciones de densidad y análisis de velocidad de circulación. Los resultados evidenciaron que la insuficiencia de infraestructura para modos de transporte activos genera conflictos entre usuarios y disminuye la eficiencia operacional de las vías. Se concluyó que la incorporación de infraestructura adecuada para peatones y ciclistas contribuye significativamente a mejorar la movilidad urbana, la seguridad vial y la sostenibilidad del sistema de transporte.

Martínez et al. (2025), en la tesis “Propuesta de Ciclo-Infraestructura en la Calle 19 entre Carrera 27 y Carrera 40”, diseñó una ciclo-infraestructura segura e integral en la calle 19 de Pasto. El objetivo fue mejorar la conectividad y accesibilidad de los ciclistas, promoviendo la movilidad sostenible. La metodología se basó en un enfoque mixto, que incluyó levantamientos topográficos, aforos vehiculares y peatonales, encuestas y un análisis multicriterio para evaluar escenarios. Los resultados mostraron deficiencias en la infraestructura vial y la señalización existente, y una percepción de inseguridad por parte de los usuarios. Se concluyó con la propuesta de un diseño técnico viable que incluye ciclo-infraestructura segregada, lo que mejora la seguridad, reduce los accidentes y fomenta el uso de la bicicleta.

### ***1.2.2. Antecedentes nacionales***

Tam (2022), en la tesis “Plan maestro de ciclovías para el Área Metropolitana de Lima y Callao”, elaboró una propuesta de red ciclista integral con el objetivo de fomentar la movilidad sostenible, reducir la congestión vehicular y mejorar la calidad de vida urbana. La investigación aplicó una metodología técnica y participativa, que incluyó análisis urbano, diagnóstico de infraestructura, encuestas ciudadanas y proyecciones de demanda. Se identificaron ejes estratégicos para ciclovías, considerando la articulación con el transporte público y la seguridad vial. Como resultado, se propuso una red interconectada que promueve la accesibilidad y eficiencia del sistema vial. El estudio concluyó que la implementación progresiva de ciclovías genera beneficios ambientales, sociales y económicos, representando una alternativa sostenible y replicable para Lima y Callao.

Balbuena y De la Cruz (2022), en su tesis titulada Propuesta de diseño de ciclovía para mejorar la transitabilidad en Av. La Fontana, tramo Circunvalación El Golf - Óvalo Ramón Castilla, La Molina, desarrollaron un proyecto de infraestructura ciclista con el objetivo de fomentar la movilidad sostenible y descongestionar el tránsito vehicular. La metodología empleada fue de tipo aplicada con diseño descriptivo, apoyada en trabajos de campo como el aforo vehicular, encuestas a usuarios y evaluación técnica del tramo en estudio. Entre los resultados, se identificó una alta demanda potencial de ciclovías, deficiencias en seguridad vial para ciclistas y oportunidades de integración urbana. Se concluyó que el diseño propuesto no solo mejora la transitabilidad, sino que también promueve una cultura de transporte alternativo y sostenible en el distrito de La Molina.

Parra (2022), en la tesis titulada “Propuesta para la Red de Ciclovía para la Evaporación del Tráfico en la Avenida Campoy”, tuvo como objetivo diseñar una red de ciclovía basada en la teoría de evaporación del tráfico, a fin de disminuir la congestión vehicular y fomentar la movilidad sostenible en la avenida Campoy, San Juan de Lurigancho. La investigación fue de

tipo analítico-aplicado, con diseño descriptivo-correlacional. Se trabajó con una muestra no probabilística que incluyó tres intersecciones clave. Se aplicaron aforos vehiculares, encuestas a usuarios y análisis técnico de la infraestructura existente. Los resultados mostraron que la implementación de ciclovías ayudaría a reducir el flujo vehicular, mejorar la seguridad de los ciclistas y promover un sistema de transporte más eficiente. Se concluyó que dicha propuesta representa una alternativa viable y replicable.

Tapia (2024), en la tesis “Proyecto de renovación urbana del mercado Vista Alegre, del Sector Vista Alegre, distrito CGAL - Tacna, 2024”, desarrolló un proyecto de renovación urbana orientado a generar impacto social y económico en la comunidad local. El objetivo fue rehabilitar el mercado como nodo dinamizador del sector Vista Alegre. La metodología fue cualitativa y observacional, con aplicación de encuestas estructuradas a comerciantes y usuarios, levantamientos in situ, análisis de flujos y evaluación de condiciones socioespaciales. Las variables estudiadas incluyeron dinámica urbano-comercial e imagen urbana, medidas mediante fichas de observación estructuradas. Se concluyó que la propuesta arquitectónica-urbana permitió optimizar la actividad comercial, integrar espacios públicos seguros y mejorar el paisaje urbano, presentando un modelo replicable de desarrollo funcional y sostenible.

Montero (2025), en la tesis “Una propuesta de gestión sostenible de movilidad urbana 2023-2026 en la Municipalidad Distrital de Jesús María”, desarrolló un plan de movilidad urbana sostenible con el propósito de mejorar la transitabilidad, reducir la congestión vehicular y fomentar el uso de medios de transporte sostenibles. La metodología utilizada fue de tipo descriptiva, con enfoque mixto, mediante observaciones directas del tránsito y análisis de datos estadísticos proporcionados por la Subgerencia de Movilidad Urbana. Los resultados evidenciaron un alto nivel de congestión en las principales vías del distrito, ausencia de infraestructura adecuada para transporte no motorizado y deficiencias en la regulación del transporte público. Se concluyó que la implementación de ciclovías, la optimización de la red

vial, el fortalecimiento del transporte público y el uso de fiscalización electrónica constituyen medidas claves para alcanzar una movilidad urbana más sostenible.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Proponer el diseño técnico de una ciclovía urbana sostenible que contribuya a mejorar la transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla, Callao.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Identificar las condiciones actuales de transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, considerando el flujo vehicular, los modos de transporte presentes y los principales puntos de conflicto entre usuarios.
- Analizar las características técnicas, constructivas y urbanas de la Av. Néstor Gambetta que inciden en la factibilidad de implementación de una ciclovía urbana sostenible.
- Determinar los criterios de diseño que debe contemplar una ciclovía urbana funcional, segura y sostenible para su aplicación en el contexto vial de la Av. Néstor Gambetta.
- Evaluar el impacto de la propuesta de ciclovía urbana sostenible en la mejora de la transitabilidad vial, considerando indicadores de fluidez, seguridad vial y accesibilidad.

### **1.4. Justificación**

La Av. Néstor Gambetta, ubicada en el distrito de Ventanilla, constituye una vía estratégica en el Callao por su conexión directa con zonas logísticas, industriales y residenciales de alta densidad. A pesar de su importancia, esta avenida enfrenta serias limitaciones de transitabilidad debido al congestionamiento vehicular, ausencia de infraestructura para medios de transporte no motorizados y altos niveles de inseguridad vial.

En este contexto, la falta de ciclovías adecuadas limita las opciones de movilidad sostenible y agrava los conflictos entre usuarios, especialmente en tramos de alta interacción entre vehículos pesados y peatones.

Desde la perspectiva social, la implementación de una ciclovía urbana sostenible permitiría ofrecer una alternativa segura, económica y saludable de transporte, en beneficio de estudiantes, trabajadores y residentes que se desplazan diariamente en la zona. Su desarrollo contribuiría además a reducir los tiempos de viaje, el estrés asociado al tráfico y la exposición a contaminantes, mejorando la calidad de vida en uno de los distritos más afectados por la expansión urbana desordenada.

Técnicamente, esta investigación busca evaluar las condiciones actuales de la Av. Néstor Gambetta para diseñar una propuesta de ciclovía que sea funcional, segura y viable, considerando criterios geométricos, constructivos y urbanos. A través del levantamiento de información de campo, análisis del flujo vehicular y uso de herramientas especializadas de modelación, se busca sustentar una solución aplicable y replicable que responda a las necesidades del entorno.

A nivel institucional, los resultados podrán ser utilizados como insumo por la Municipalidad de Ventanilla y el MTC para priorizar inversiones en infraestructura ciclista, alineadas con las políticas nacionales de transporte sostenible y planificación urbana. Por último, en el ámbito académico, esta tesis representa un aporte relevante al estudio técnico de la movilidad activa en contextos urbanos periféricos, promoviendo una visión integral del desarrollo urbano sostenible en el Callao.

## **1.5. Hipótesis**

### ***1.5.1. Hipótesis general***

La propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible contribuirá a mejorar la transitabilidad vial en la avenida Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla, Callao.

### ***1.5.2. Hipótesis específicas***

- Las condiciones actuales de transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, como el flujo vehicular, los modos de transporte coexistentes y los puntos de conflicto, influyen directamente en la necesidad de implementar infraestructura ciclista sostenible.
- Las características técnicas y urbanas del entorno vial, como el ancho de calzada, la disponibilidad de bermas, el uso del suelo y la continuidad vial, inciden en la factibilidad del diseño de una ciclovía urbana sostenible.
- La adecuada incorporación de criterios de diseño funcional, seguro y sostenible para ciclovías influye en la integración eficiente de este modo de transporte al sistema vial de la Av. Néstor Gambetta.
- La propuesta de una ciclovía urbana sostenible influye positivamente en la transitabilidad vial al reducir conflictos entre modos de transporte, mejorar la seguridad vial y fomentar un desplazamiento más ordenado y accesible.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. *Bicicleta*

La bicicleta es un medio de desplazamiento que no posee motor y funciona gracias al esfuerzo físico de quien la maneja. Su invención se atribuye al alemán Barón Karl Drais, quien en 1817 diseñó un prototipo que permitía avanzar impulsándolo con los pies sobre el suelo, representando un avance en la movilidad personal de la época. Posteriormente, durante el siglo XIX, se incorporaron diversas mejoras técnicas que favorecieron su evolución y funcionalidad. A lo largo de los años, la bicicleta ha experimentado múltiples transformaciones tecnológicas y estructurales, consolidándose como un vehículo esencial tanto para la actividad deportiva como para el transporte cotidiano de millones de personas en el mundo. Asimismo, los trayectos breves impulsan el desplazamiento a pie y en bicicleta, y al combinarse apropiadamente con el transporte colectivo, pueden cubrir gran parte de los desplazamientos dentro de la ciudad, contribuyendo al desarrollo de urbes más accesibles, activas y con una mejor calidad de vida para sus habitantes (Herlihy, 2004).

**Tabla 1**

*Beneficios y Desventajas del Empleo de Ciclovías*

<b>Beneficios</b>	<b>Desventajas</b>
a. Traslado veloz en recorridos cortos	a. Riesgo de accidentes en vías compartidas
b. Reduce la congestión vehicular	b. Duración del viaje
c. Beneficio económico a futuro	c. Contacto con emisiones contaminantes
d. Disminuye el daño ambiental	d. Falta de espacios seguros para estacionar
e. Promueve la salud y el bienestar	e. Carencias en la infraestructura ciclista
f. Favorece la interacción social	f. Vulnerabilidad de pertenencias personales
g. Valoración del entorno paisajístico	

*Nota.* Adaptado de Ponce y Mayta (2021).

### **2.1.2. *Ciclovía***

Las ciclovías son infraestructuras diseñadas exclusivamente para el tránsito de bicicletas, ubicadas generalmente junto a las vías vehiculares o sobre aceras amplias, buscando garantizar un desplazamiento seguro y ordenado para los ciclistas. Estas rutas permiten separar a los usuarios de la bicicleta del flujo principal de automóviles, reduciendo riesgos de accidentes y fomentando su uso como medio de transporte alternativo. Además, las ciclovías contribuyen a disminuir la congestión vehicular, mejorar la calidad del aire y promover hábitos de vida saludables. Su diseño debe considerar aspectos como la conectividad, continuidad, visibilidad y señalización adecuada, asegurando su integración con otras formas de movilidad, como el transporte público. En ese sentido, las ciclovías no solo cumplen una función de movilidad, sino también de inclusión social y mejoramiento del entorno urbano, al incentivar espacios más accesibles y sostenibles para todos los ciudadanos (Ponce y Mayta, 2021).

### **2.1.3. *Tipos de ciclovía***

Se explicarán los principales tipos de rutas destinadas a la circulación de bicicletas. Estas rutas se diseñan según los requerimientos específicos de cada zona (Ponce y Mayta, 2021).

### **2.1.4. *Vías complementarias segregadas***

También conocidas como reservadas, son aquellas rutas que están separadas del tráfico vehicular, contando con un diseño y superficie independientes de las vías para autos y peatones. Pueden ser de un solo sentido o de doble sentido. Se consideran las opciones más costosas, pero a la vez las más seguras para quienes usan bicicleta, lo que favorece su utilización y reduce la posibilidad de accidentes.

## Figura 1

### *Vía completamente segregada*



*Nota.* Adaptado de “Ejemplo esquemático de ciclovía (bidireccional) en separador central”, por La Municipalidad de Lima, 2017.

#### **2.1.5. Vías parcialmente segregadas**

Laterales que la delimitan del resto de la pista vehicular, como separadores, tachones o bordillos. Pueden ser de uno o dos sentidos de circulación, siendo su construcción más accesible económicamente en comparación con las ciclovías totalmente segregadas. Se sugiere que estas ciclovías sean unidireccionales, siguiendo la misma dirección del tráfico vehicular contiguo para mayor seguridad y fluidez. También pueden ser bidireccionales, siempre que los ciclistas que circulen en sentido opuesto a los vehículos estén ubicados próximos a la vereda para reducir riesgos.

Este tipo de infraestructura ofrece un balance entre costo y protección, ya que, si bien no aísla completamente al ciclista, sí genera un espacio diferenciado y visible, fomentando su uso y reduciendo la probabilidad de accidentes, al tiempo que optimiza el espacio vial sin requerir grandes modificaciones estructurales en la vía urbana.

## Figura 2

### *Vía parcialmente segregada*



*Nota.* Tomado de Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de circulación del ciclista – 2017.

#### **2.1.6. Vías compartidas**

En esta clase de vía, el espacio es utilizado de manera conjunta por ciclistas y peatones o por ciclistas y vehículos. Este tipo de diseño se implementa en áreas donde el flujo vehicular es reducido y las velocidades de circulación no superan los 30 km/h, permitiendo una convivencia relativamente segura entre los diferentes usuarios de la vía. Se recomienda que esta infraestructura se aplique principalmente en ciudades pequeñas y zonas residenciales, ya que en entornos urbanos con mayor volumen de tránsito podrían incrementarse los riesgos de accidentes y conflictos viales. Asimismo, su implementación favorece el uso eficiente del espacio público y promueve una cultura de respeto y convivencia entre conductores, peatones y ciclistas; no obstante, su efectividad depende del cumplimiento de las normas de tránsito y del comportamiento responsable de todos los usuarios (Ponce y Mayta, 2021).

##### Ciclista-peatón

Se refiere a las vías destinadas tanto para peatones como para ciclistas, donde ambos comparten el mismo espacio de circulación. En este tipo de infraestructura, es esencial priorizar la protección y seguridad de los usuarios, implementando señalización clara, demarcaciones visibles y normas de uso que regulen la convivencia. Su adecuada gestión contribuye a reducir

accidentes y promueve el respeto mutuo, fomentando un entorno urbano más inclusivo y funcional para diferentes formas de movilidad no motorizada (Ponce y Mayta, 2021).

#### Ciclista - vehículo

Corresponde a un carril destinado exclusivamente al uso de bicicletas, ubicado dentro de la calzada convencional para vehículos. Este tipo de vía suele contar con señalizaciones y elementos de protección, como tachones, resaltos o pintura diferenciada, para delimitar claramente el espacio ciclista y alertar a los conductores. Es importante que este carril mantenga la misma dirección que el flujo vehicular, garantizando así la seguridad y orden en la circulación. Su implementación favorece la integración de la bicicleta como medio de transporte cotidiano, promoviendo una movilidad urbana más sostenible y eficiente (Ponce y Mayta, 2021).

#### ***2.1.7. Diseño geométrico de la ciclovía***

El diseño geométrico de una ciclovía se establece según las demandas de los usuarios, en este caso, los ciclistas, además de considerar las características físicas de la vía y los resultados del estudio técnico previo. Es fundamental aplicar ciertos criterios durante su planificación (Fondo Nacional del Ambiente [FONAM], 2005):

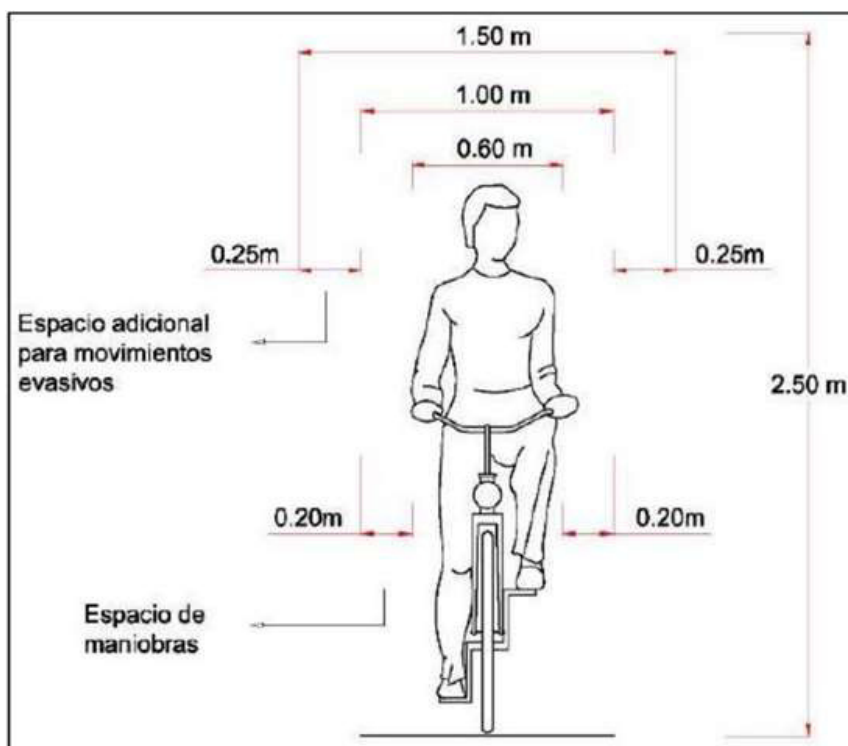
- Determinar un ancho apropiado, dependiendo si es de un solo sentido o de doble sentido.
- Asegurar que peatones, ciclistas y conductores puedan visualizarse mutuamente de manera oportuna, favoreciendo la seguridad en su interacción.
- Instalar la señalización de manera clara y comprensible, ubicada en lugares estratégicos que permitan su fácil identificación.
- El diseño geométrico no solo influye en la comodidad y seguridad del ciclista, sino también en la organización del espacio público, promoviendo un flujo ordenado y reduciendo la posibilidad de accidentes o conflictos viales.

### 2.1.8. Dimensionamiento básico de las ciclovías

Para definir las dimensiones adecuadas, es necesario conocer las medidas estándar de la bicicleta y el espacio requerido para que el ciclista pueda desplazarse de manera cómoda y segura. Estas dimensiones promedio son esenciales en el proceso de diseño y construcción de la ciclovía, pues permiten garantizar su funcionalidad y el correcto flujo de los usuarios. Además, un dimensionamiento adecuado contribuye a evitar conflictos con otros medios de transporte, asegurando que la infraestructura sea eficiente y fomente el uso de la bicicleta como un medio de transporte sostenible y accesible.

#### Figura 3

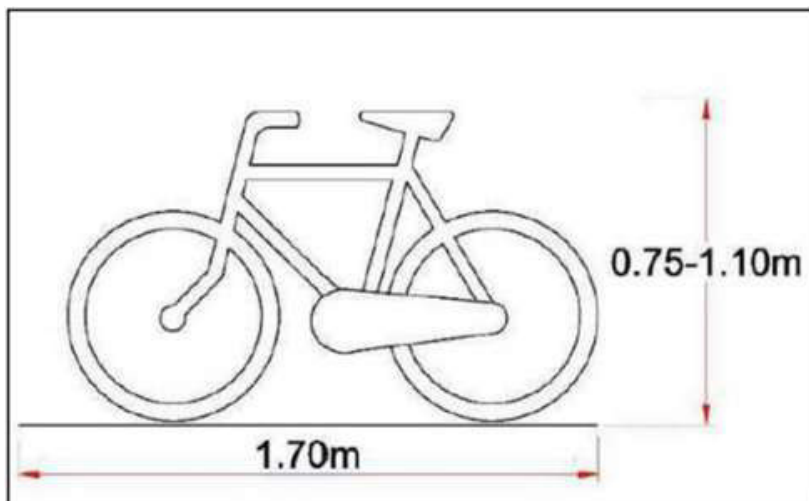
*Dimensión estándar de una bicicleta, vista lateral*



*Nota.* Tomado Plan Integral de Ciclovías de Lima y Callao. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

#### **Figura 4**

*Dimensión aproximada de una bicicleta, vista de costado*



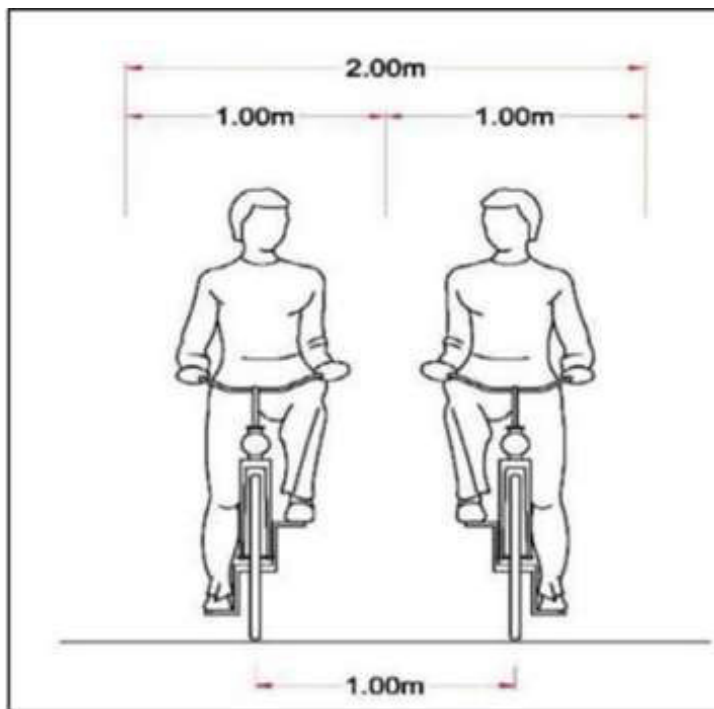
*Nota.* Tomado del Plan Integral de Ciclovías de Lima y Callao. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

#### **2.1.9. Ciclovía unidireccional**

Teniendo en consideración la Norma Técnica CE. 010, el espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentra dentro del límite urbano, según su función que presentan se clasifican en:

##### Ciclovía unidireccional

Se considera que un ciclista requiere un ancho mínimo de 1.50 m para desplazarse de manera cómoda y segura por una ciclovía. Sin embargo, al contemplar la distancia adicional para realizar adelantamientos sin riesgo, se recomienda que las vías unidireccionales con dos carriles tengan un ancho total de 2.00 m.

**Figura 5***Ancho de vía unidireccional*

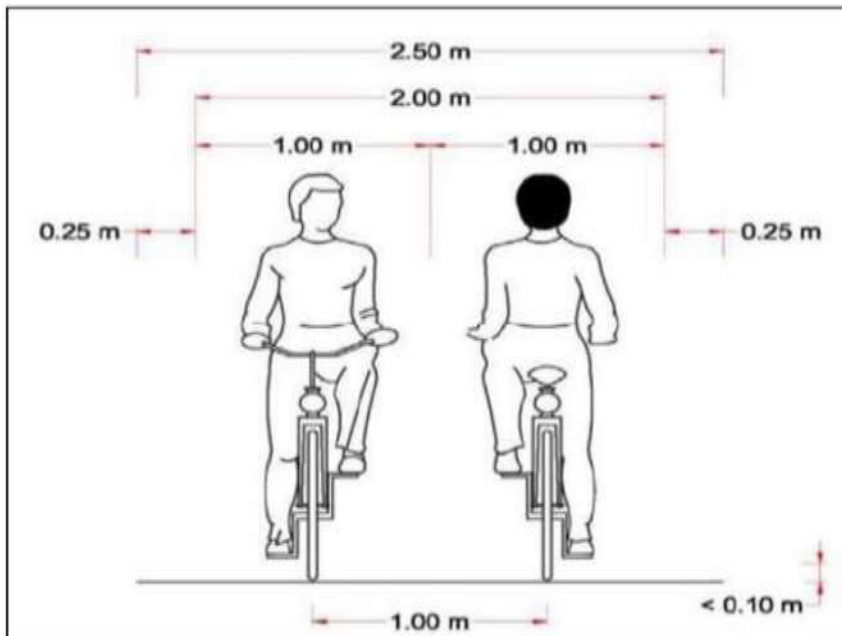
*Nota.* Tomado del Plan Integral de Ciclovías de Lima y Callao. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

**Ciclovía bidireccional**

En el caso de las ciclovías bidireccionales, es importante considerar la presencia de ciclistas que circulan en dirección opuesta, lo cual requiere mayores medidas de seguridad y espacio suficiente para permitir el tránsito fluido y sin riesgos. Este tipo de vía necesita un diseño que garantice la protección de los usuarios en ambos sentidos, evitando colisiones y promoviendo un desplazamiento ordenado. Además, deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones técnicas y operativas para su correcta implementación.

## Figura 6

*Anchura de ciclovía bidireccional con separador menor a 0.10 m*



*Nota.* Tomado del Plan Integral de Ciclovías de Lima y Callao. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

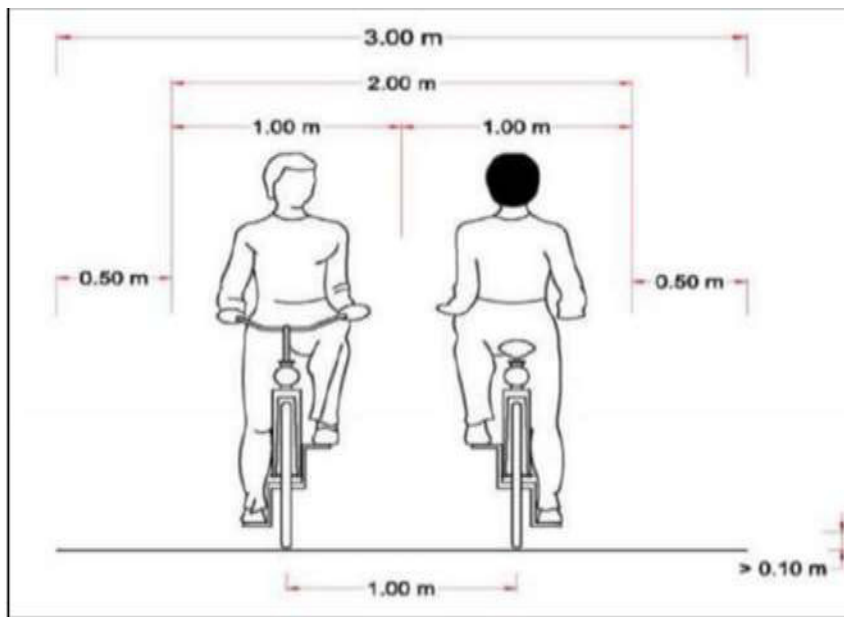
La figura 6 presenta el dimensionamiento recomendado para una ciclovía bidireccional que cuenta con un separador de altura menor a 0.10 m. Se observa que el ancho total de la ciclovía es de 2.50 m, de los cuales 2.00 m están destinados al espacio de circulación de los ciclistas, distribuidos en 1.00 m para cada sentido de desplazamiento. Adicionalmente, se incluyen 0.25 m en cada extremo, los cuales funcionan como franjas laterales de resguardo entre la ciclovía y otras áreas de la vía pública.

La presencia de un separador inferior a 10 cm no actúa como barrera física real, pero sí como un límite perceptible que ayuda a diferenciar la ciclovía del carril vehicular adyacente, incrementando la seguridad mediante delimitación visual. Este diseño garantiza un tránsito cómodo y seguro para ciclistas que se desplacen en sentidos opuestos, reduciendo la probabilidad de accidentes y asegurando que ambos usuarios mantengan su trayectoria sin invadir el espacio contrario.

La figura 7 muestra las dimensiones recomendadas para una ciclovía bidireccional que cuenta con un separador cuya altura es superior a 0.10 m. Se observa que el ancho total de la infraestructura es de 3.00 m, dentro del cual 2.00 m están destinados al área de circulación ciclista, distribuidos en 1.00 m por cada sentido de tránsito.

**Figura 7**

*Anchura de ciclovía bidireccional con separador mayor a 0.10 m*



*Nota.* Tomado del Plan Integral de Ciclovías de Lima y Callao. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

Además, se incluyen 0.50 m de franja lateral de resguardo en cada extremo, generando una mayor distancia de protección respecto a las vías vehiculares o peatonales adyacentes. Este diseño incorpora un separador físico más elevado, lo que aporta un nivel adicional de seguridad al funcionar como una barrera física efectiva, evitando invasiones accidentales de vehículos motorizados y reforzando la delimitación del espacio ciclista.

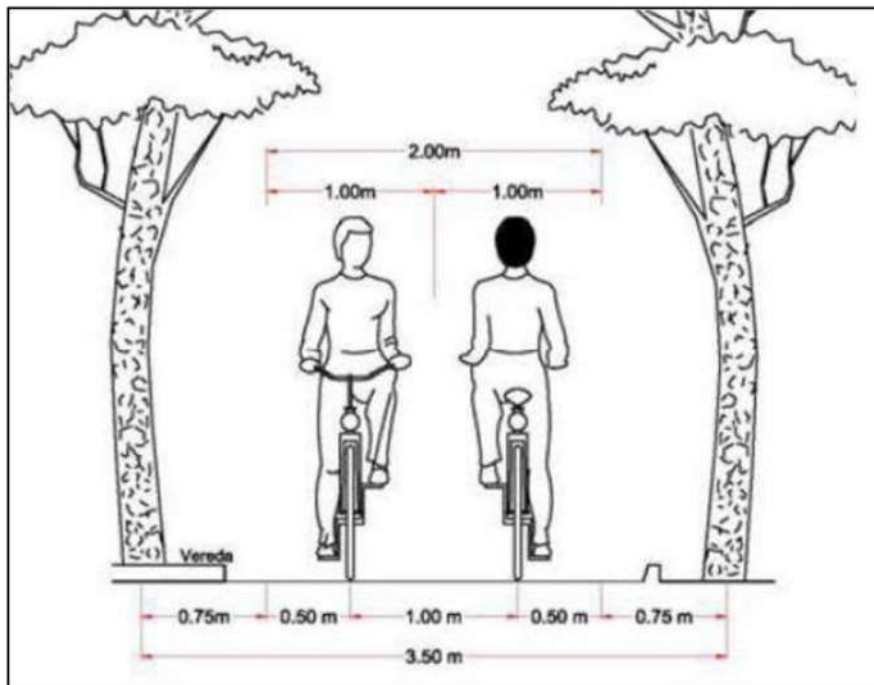
La configuración presentada en esta figura mejora significativamente la seguridad vial al proporcionar mayor protección lateral, permitiendo un tránsito ordenado y cómodo para ciclistas en ambos sentidos. Además, sugiere que este tipo de infraestructura es apropiada para

vías de alto flujo vehicular, donde se requiere proteger al ciclista mediante elementos físicos más robustos que marquen claramente la separación de espacios.

La figura 8 muestra el diseño recomendado para una ciclovia bidireccional ubicada entre elementos laterales naturales, como árboles o áreas verdes. El ancho total considerado es de 3.50 m, donde 2.00 m corresponden al espacio de circulación de los ciclistas, distribuidos en 1.00 m para cada sentido.

### Figura 8

*Anchura de ciclovia bidireccional con elementos laterales (vegetación o árboles)*



*Nota.* Tomado del Plan Integral de Cicloviás de Lima y Callao. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

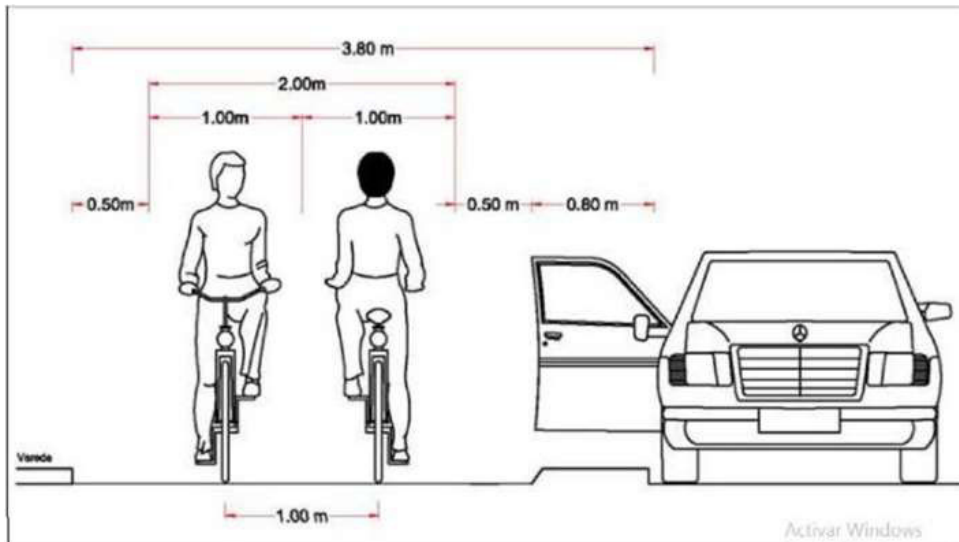
A cada lado de la ciclovia se disponen 0.50 m de franja de resguardo, separando la vía ciclista de los árboles, y 0.75 m de vereda o espacio peatonal hacia el exterior. Estas franjas laterales funcionan como zonas de seguridad y protección, evitando posibles choques con la vegetación y proporcionando un margen cómodo para el tránsito ciclista.

La figura 9 muestra el diseño de una ciclovia bidireccional ubicada junto a una zona de estacionamiento vehicular. Se observa que el ancho total considerado es de 3.80 m, de los

cuales 2.00 m corresponden al espacio de circulación ciclista, dividido en 1.00 m por cada sentido de desplazamiento.

### Figura 9

*Anchura de ciclovía bidireccional adyacente a zona de estacionamiento*



*Nota.* Tomado del Plan Integral de Ciclovías de Lima y Callao. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

Además, se incorpora un espacio de seguridad de 0.50 m entre la ciclovía y la zona de estacionamiento, así como un ancho de 0.80 m correspondiente al espacio necesario para la apertura de puertas de los vehículos. Este diseño busca proteger a los ciclistas de posibles colisiones con puertas abiertas o maniobras de parqueo, evitando accidentes comunes en áreas urbanas con alta rotación vehicular. La configuración también incluye una franja de resguardo de 0.50 m al lado opuesto, generando un margen adicional de seguridad entre la ciclovía y otros elementos de la vía.

#### **2.1.10. Velocidad de diseño**

La velocidad de diseño establecida para una ciclovía determina directamente su configuración geométrica, influyendo en el radio y peralte de las curvas, el ancho de la vía y la disposición de la señalización. Esta velocidad se define en función de la pendiente del terreno, lo cual permite diseñar trayectos que brinden mayor seguridad y comodidad al ciclista,

especialmente en zonas con inclinaciones pronunciadas donde la velocidad puede incrementarse notablemente. En los datos mostrados, se observa que la velocidad varía según el porcentaje de pendiente y la longitud del tramo. Por ejemplo, para inclinaciones de entre 3 y 5 %, se recomienda una velocidad de 35 km/h en distancias de 25 a 75 m, aumentando hasta 45 km/h en tramos mayores a 150 m. En pendientes más altas, como 9 %, la velocidad recomendada puede llegar hasta 60 km/h en los trayectos más largos (Ponce y Mayta, 2021).

Esto evidencia que, a mayor pendiente y longitud, se requiere considerar velocidades de diseño más elevadas, principalmente en descensos, para que el ciclista mantenga el control de su trayectoria sin comprometer su integridad física. Incluir estos valores durante la etapa de planificación geométrica favorece la funcionalidad y seguridad de la ciclovía, adaptándola a diferentes condiciones topográficas y promoviendo un tránsito ordenado y confiable.

#### ***2.1.11. Radio de volteo***

El radio de curvatura permite que el ciclista reduzca los efectos de la fuerza centrífuga al desviarse de su trayectoria recta (Sanz et al., 1999). Este parámetro es fundamental en el diseño geométrico, ya que garantiza la seguridad y estabilidad durante los giros.

Para calcular el radio de volteo, se utiliza la siguiente fórmula, basada en la velocidad de diseño:

$$R = 0.24V + 0.42$$

Donde:

R representa el radio de volteo en metros (m).

V es la velocidad en kilómetros por hora (km/h).

Cuando el radio es menor a 3 m, se aconseja señalar la curva como peligrosa para advertir a los ciclistas y prevenir accidentes. En el caso de radios de 2 m o menores, se sugiere que el ciclista desmonte de la bicicleta y camine para evitar caídas debido a la reducida maniobrabilidad. Estas consideraciones son esenciales para asegurar la integridad de los

usuarios y un flujo de circulación más seguro y ordenado en las ciclovías urbanas.

### 2.1.12. Sobreanchos de ciclovías

Los sobreanchos son considerados en el diseño de ciclovías por dos razones principales: la pendiente del terreno y el radio de las curvas.

Por pendiente: Cuando existe una pendiente pronunciada, ya sea ascendente o descendente, los ciclistas requieren un espacio adicional al habitual para realizar maniobras con seguridad. En pendientes positivas, este ancho extra facilita el pedaleo debido al mayor esfuerzo requerido para ascender. Por otro lado, en pendientes negativas, el incremento de la velocidad exige una mayor estabilidad y control, por lo que se requiere un espacio adicional para garantizar una circulación segura (FONAM, 2005).

**Tabla 2**

*Sobreanchos recomendados según pendiente y longitud de tramo*

<b>Pendiente (%)</b>	<b>26 a 75 m</b>	<b>75 a 150 m</b>	<b>&gt;150 m</b>
>3 a ≤6	0 cm	20 cm	30 cm
>6 a ≤9	20 cm	30 cm	40 cm
>9	30 cm	40 cm	50 cm

*Nota.* Tomado de (Ponce y Mayta, 2021).

#### **Por radio de curvatura:**

El sobreancho se considera en las curvas debido al giro que realiza el ciclista con el manubrio, lo que lo obliga a inclinar su cuerpo y la bicicleta para mantener el equilibrio durante la maniobra. Si no se dispone de espacio suficiente, aumenta el riesgo de impacto o accidentes, pues la bicicleta requiere un margen adicional para completar el giro de manera segura y estable.

A continuación, se presentan los sobreanchos recomendados según el radio de curvatura:

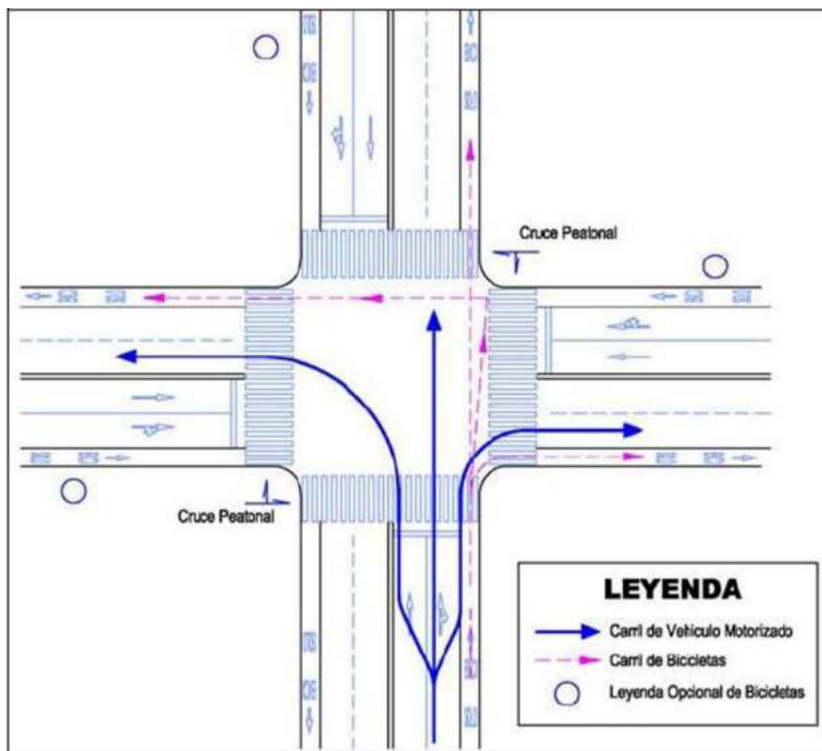
**Tabla 3***Sobrecanchos recomendados según el radio de curvatura*

<b>Radio de curvatura (m)</b>	<b>Sobrecancho requerido (pendientes entre 0% y 3%)</b>
24 a 32	25 cm
16 a 24	50 cm
17 a 24	75 cm
18 a 24	100 cm

*Nota. Tomado de (Ponce y Mayta, 2021).*

### **2.1.13. Diseño de intersecciones**

Por lo general, las ciclovías ofrecen mayor seguridad cuando se desarrollan en trayectos rectos; sin embargo, al incluir intersecciones es indispensable prestar especial atención en su diseño, dado que en estos puntos se concentra una elevada proporción de accidentes. En estas áreas, los giros que realizan los ciclistas, especialmente hacia la izquierda, incrementan significativamente el riesgo de siniestros, ya que deben cruzar carriles de circulación vehicular y coordinar sus movimientos con peatones y vehículos. Por ello, es fundamental diseñar intersecciones con señalización clara, visibilidad adecuada y espacios definidos de giro, de modo que los ciclistas puedan anticipar maniobras y los conductores los identifiquen oportunamente (Fondo Nacional del Ambiente [FONAM], 2005).

**Figura 10***Movimientos de intersección*

*Nota.* Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

Antes de diseñar ciclovías en intersecciones y rotondas, es importante analizar ciertos aspectos clave para garantizar la seguridad y funcionalidad de la infraestructura. Estas consideraciones permiten reducir accidentes y mejorar la integración de la ciclovía con el resto de la vía urbana.

#### **2.1.14. Ciclovías laterales**

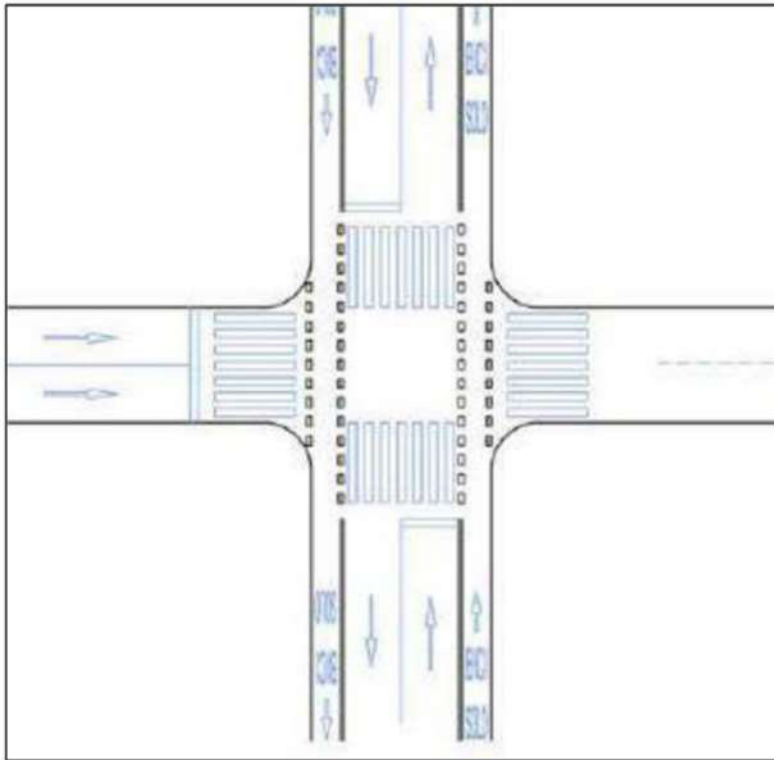
Se refiere a aquellas ciclovías que se ubican a los costados de la calzada principal, permitiendo que los ciclistas circulen paralelos al flujo vehicular. Este tipo de diseño ofrece mayor seguridad al evitar que el ciclista invada carriles centrales, aunque requiere de una correcta señalización y delimitación física para proteger al usuario y garantizar su visibilidad ante los conductores, especialmente en intersecciones y accesos viales.

El cruce para ciclovía en un solo sentido se utiliza cuando la infraestructura ciclista acompaña el flujo vehicular en la misma dirección. Este tipo de cruce facilita la integración

con la vía, requiere menor espacio y es adecuado para calles con carriles reducidos o donde el tránsito ciclista no es elevado. Su aplicación prioriza la seguridad, ya que los ciclistas se desplazan siguiendo el flujo de autos, minimizando riesgos de conflicto directo.

### **Figura 11**

*Cruce de ciclovía en un sentido*

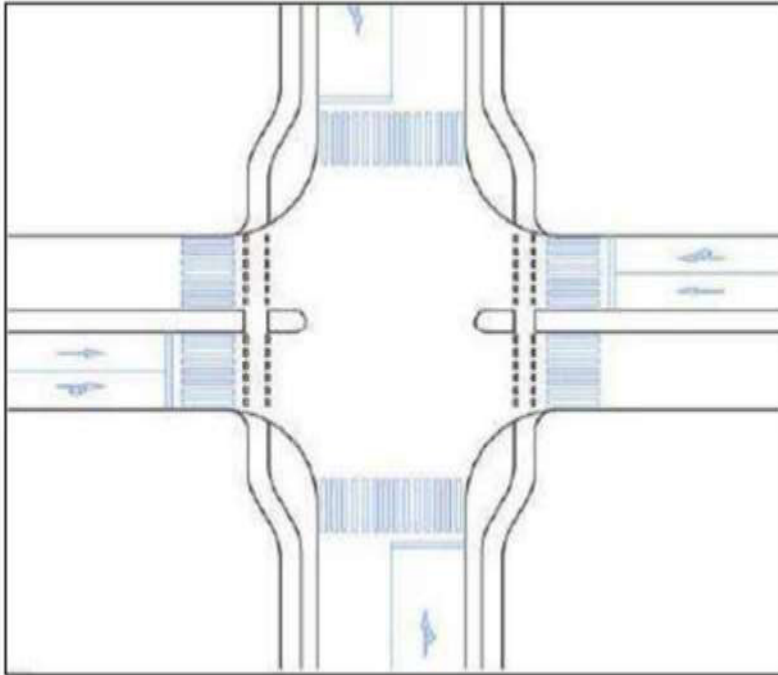


*Nota.* Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

Por otro lado, los cruces para ciclovías de doble sentido se implementan cuando se busca habilitar circulación ciclista en ambas direcciones dentro de un mismo tramo. Se usa principalmente en avenidas amplias o en vías donde no es viable construir ciclovías separadas por cada lado. Este tipo de cruce requiere mayor espacio y señalización clara, dado que los ciclistas circulan en sentidos opuestos y deben ser visibles para los vehículos y peatones al atravesar intersecciones.

## Figura 12

### *Cruce de ciclovía en dos sentidos*



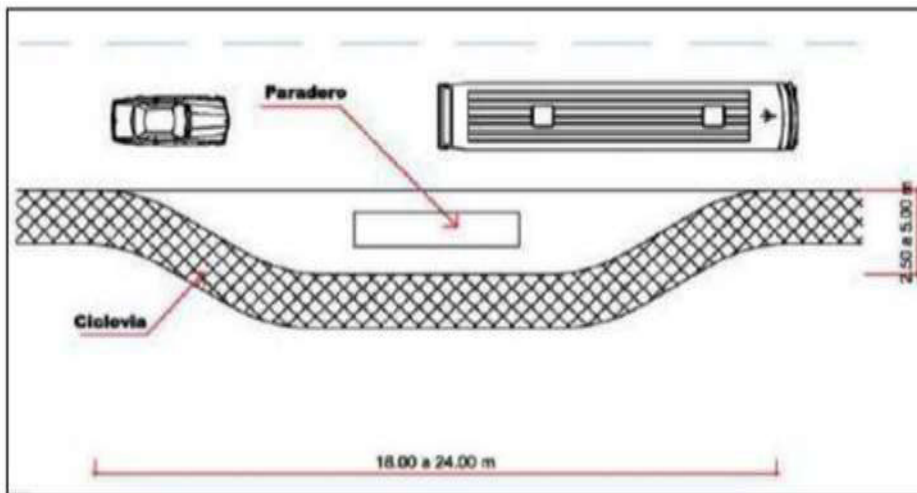
*Nota.* Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

En la planificación de ciclovías urbanas se presentan situaciones específicas que requieren soluciones de diseño diferenciadas, como el paso por paraderos de transporte público y la unión de ciclovías laterales en intersecciones.

Una de estas soluciones consiste en desviar la ciclovía por detrás de los paraderos. Este diseño permite que los ciclistas no interfieran con los usuarios que suben o bajan de los buses, reduciendo accidentes y mejorando la fluidez tanto del transporte público como del flujo ciclista. Se aplica principalmente en vías donde hay alto tránsito de buses y se busca evitar cruces directos peligrosos entre ciclistas y peatones en los paraderos.

## Figura 13

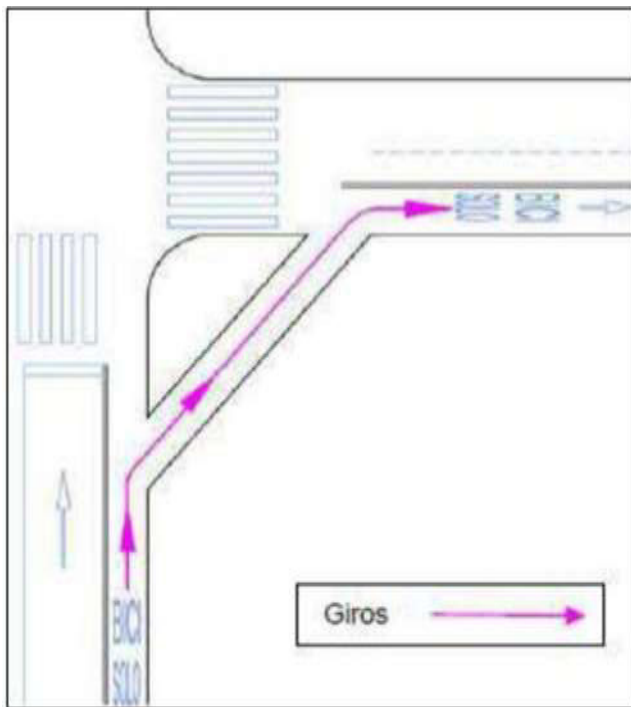
### *Ciclovia detrás de un paradero*



*Nota.* Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

Otra solución corresponde a la unión de dos ciclovías laterales en una intersección. Esta configuración permite integrar ambos sentidos de circulación en un mismo tramo, facilitando el giro y el cruce seguro de los ciclistas hacia la dirección deseada sin necesidad de realizar maniobras complejas o invasivas en la vía. Se utiliza en intersecciones donde convergen ciclovías de ambos lados de la calzada y se requiere unificar los flujos para optimizar el espacio disponible y reducir puntos de conflicto.

Además, este diseño mejora la organización del tránsito ciclista, evitando que los usuarios tengan que cruzar múltiples carriles de manera insegura, y permite que las ciclovías continúen de forma fluida a lo largo de la vía. Es especialmente útil en avenidas amplias o vías principales donde el volumen vehicular es elevado y se busca proteger al ciclista de potenciales accidentes, priorizando su seguridad y fomentando el uso constante de la infraestructura ciclista al garantizar su conectividad sin interrupciones.

**Figura 14***Unión de dos ciclovías laterales*

*Nota.* Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

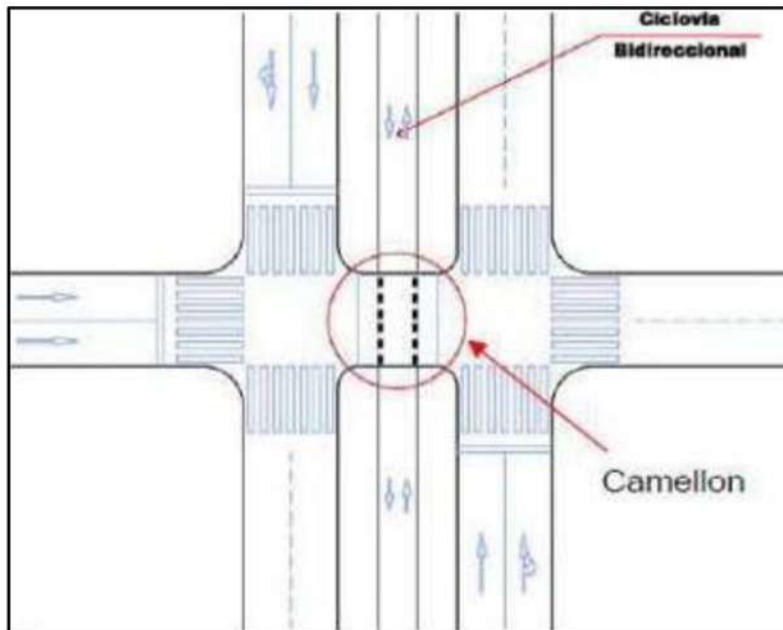
### ***2.1.15. Ciclovías en separador central***

Las ciclovías ubicadas en el separador central de la vía son una alternativa de diseño utilizada cuando se busca separar completamente a los ciclistas del flujo vehicular lateral. Esta ubicación permite que los ciclistas transiten por una zona exclusiva, alejada de los carriles vehiculares, lo que incrementa la seguridad y reduce puntos de conflicto con autos que ingresan o salen de estacionamientos laterales o intersecciones menores.

Cuando la ciclovía ubicada en el separador central es de un solo sentido, se implementa generalmente en vías con flujos vehiculares unidireccionales paralelos o en avenidas que presentan restricciones de espacio en sus laterales. Este diseño facilita la circulación ordenada y disminuye interferencias con paraderos, accesos o rampas de ingreso peatonal.

## Figura 15

### *Ciclovía en separador central un sentido*



*Nota.* Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

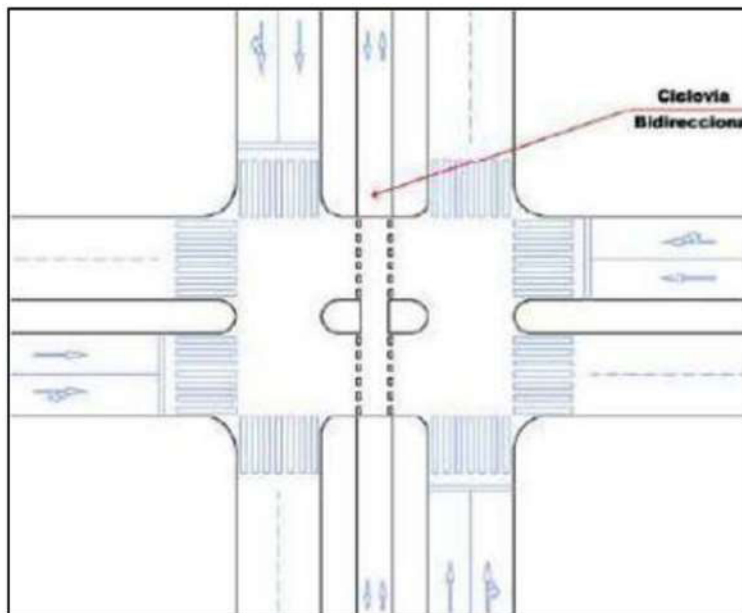
Por otro lado, cuando la ciclovía ubicada en el separador central es de doble sentido, se implementa en vías que cuentan con un ancho suficiente en el camellón central para albergar ambos carriles ciclistas y sus franjas de seguridad. Este diseño permite la circulación en direcciones opuestas dentro de un mismo espacio confinado, eliminando la necesidad de construir ciclovías laterales independientes, lo que optimiza recursos y reduce intervenciones en las veredas.

Además, esta configuración es adecuada para avenidas principales con alto flujo vehicular, ya que evita la interacción directa entre ciclistas y autos estacionados o accesos peatonales laterales, disminuyendo significativamente el riesgo de accidentes. Su implementación facilita la instalación de señalización horizontal y vertical clara, así como de elementos de protección física como separadores, bolardos o áreas verdes que delimitan la ciclovía, generando un entorno más seguro. También aporta al orden urbano al concentrar el flujo ciclista en un solo tramo central, mejorando la conectividad de la red ciclista y permitiendo su

continuidad a lo largo de la vía, sin interrupciones ni desvíos complejos, lo cual incentiva el uso de la bicicleta como medio de transporte eficiente y sostenible en zonas urbanas densas.

### Figura 16

#### *Ciclovía en separador central dos sentidos*



*Nota.* Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías. Fuente (Ponce y Mayta, 2021).

#### **2.1.16. Construcción de pavimentos**

**2.1.6.1. Consideraciones generales.** El pavimento de una ciclovía debe cumplir ciertos requisitos esenciales para garantizar la seguridad, comodidad y durabilidad de la infraestructura (Fondo Nacional del Ambiente [FONAM], 2005):

Contar con una superficie uniforme, impermeable y antideslizante, con un acabado visual agradable. Esto es importante ya que, aunque las ciclovías no soportan grandes cargas como las vías vehiculares, deben ofrecer condiciones adecuadas para la rodadura continua y segura de las bicicletas.

Tener diferenciación visual clara respecto a las vías vehiculares y peatonales adyacentes, lo cual ayuda a que tanto ciclistas como conductores y peatones identifiquen el espacio exclusivo para bicicletas y se reduzcan accidentes.

Emplear asfalto o concreto como revestimientos principales, dado que ofrecen mejor

resistencia y suavidad en la circulación. No se recomienda utilizar adoquines o bloquetas debido al vibrado e incomodidad que generan durante el desplazamiento, a menos que se busque reducir intencionalmente la velocidad en zonas específicas de cruce o aproximación a intersecciones.

En el caso de ciclovías de uso recreativo, ubicadas en parques o áreas naturales, es aceptable utilizar superficies afirmadas de piedra chancada, arena o terreno compactado, por su menor impacto ambiental y mejor integración paisajística.

Estas consideraciones aseguran que la ciclovía cumpla su función como infraestructura de transporte y recreación, incentivando su uso diario.

**2.1.6.2. Estructura del pavimento.** El pavimento de la ciclovía se conforma por capas específicas, cada una con funciones y características técnicas determinadas para garantizar su estabilidad y vida útil.

Sub base: Es la capa que se coloca directamente sobre el terreno natural y sirve de soporte para la base. Su correcta preparación es esencial para mantener la calidad y resistencia de la ciclovía. El material debe ser compactable y colocado en capas de 150 mm, alcanzando al menos el 90 % de la densidad máxima Proctor Modificado. Esta compactación evita asentamientos futuros y proporciona estabilidad estructural a toda la vía ciclista (Ponce y Mayta, 2021).

Base: La base cumple la función de transmitir las cargas superficiales hacia las capas inferiores, siendo esencial para la resistencia y estabilidad de la ciclovía. Para su construcción, es importante utilizar un material seleccionado que no contenga elementos orgánicos, garantizando así su durabilidad estructural.

Respecto a la granulometría recomendada, se sugiere que el material cumpla con las siguientes características:

Tamiz de 28 mm: 100 % retenido.

Tamiz de 20 mm: entre 90 y 100 %.

Tamiz de 14 mm: entre 68 y 93 %.

Tamiz de 5 mm: entre 33 y 60 %.

Tamiz de 1.25 mm: entre 19 y 38 %.

Tamiz de 0.315 mm: entre 9 y 17 %.

Tamiz de 0.08 mm: entre 2 y 8 %.

Para su colocación, se recomienda compactar el material en capas de espesor menores a 150 mm, alcanzando como mínimo el 95 % de la densidad Proctor Modificado, y extendiéndolo 30 cm adicionales a cada lado de la ciclovía sobre superficies secas (Ponce y Mayta, 2021). Estas especificaciones aseguran que la base proporcione un soporte adecuado, evitando asentamientos diferenciales y prolongando la vida útil de la infraestructura ciclista.

Capa de rodadura: La capa de rodadura es la superficie final de la ciclovía, la cual proporciona confort y seguridad al ciclista y protege las capas inferiores. Sus cualidades deben incluir:

Resistencia al desgaste producido por el tránsito diario.

Acabado uniforme para una rodadura suave.

Impermeabilidad, evitando infiltraciones que deterioren la estructura.

Durabilidad, asegurando su vida útil a largo plazo.

La elección de materiales y su adecuada ejecución en esta capa son fundamentales para brindar una experiencia de circulación cómoda, promover el uso de la ciclovía y reducir los costos de mantenimiento a futuro.

#### ***2.1.17. Marco normativo***

Entre las principales normas aplicables se encuentran:

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): Contempla disposiciones generales sobre infraestructura urbana, incluidas las ciclovías como parte del sistema vial, asegurando su

integración con la red de transporte y su diseño acorde con las condiciones del entorno (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019).

Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018: Publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018), este documento establece los lineamientos para el diseño geométrico de vías urbanas y rurales, incorporando criterios de accesibilidad y seguridad vial que pueden ser considerados en la integración de infraestructura ciclista dentro de los proyectos viales.

Manual de Diseño Geométrico para Infraestructura Ciclovial para Vías Urbanas: El MTC (2024) establece criterios técnicos específicos para el planeamiento y diseño geométrico de infraestructura ciclovial urbana, incluyendo parámetros de ancho, radios de giro, pendientes, intersecciones, señalización y condiciones de seguridad para los usuarios de la bicicleta.

Decreto Supremo N.º 012-2020-MTC – Reglamento de la Ley N.º 30936: Regula los aspectos técnicos y administrativos de la Ley N.º 30936, estableciendo obligaciones para los gobiernos locales y regionales en materia de infraestructura ciclista, así como condiciones mínimas para su diseño y operación (Decreto Supremo N.º 012-2020-MTC, 2020).

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que tiene como propósito generar conocimiento orientado a la solución de un problema específico: la limitada infraestructura para modos de transporte no motorizados, que afecta la transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla, Callao. El estudio busca formular una propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible que contribuya a mejorar la fluidez del tránsito, la seguridad vial y la accesibilidad de los usuarios, promoviendo una movilidad más eficiente, segura e inclusiva.

Asimismo, la investigación es de nivel descriptivo, ya que se enfoca en caracterizar el estado actual de la transitabilidad vial y del entorno urbano de la vía en estudio, identificando las condiciones físicas, operativas y sociales que influyen en la viabilidad del diseño de una ciclovía sostenible. A través de esta caracterización, se busca comprender la relación entre el entorno vial y la propuesta técnica planteada.

El enfoque utilizado es cuantitativo, dado que se sustenta en la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con variables de tránsito (como volúmenes vehiculares, velocidades promedio y niveles de servicio), infraestructura vial (anchos, pendientes, visibilidad), y condiciones de accesibilidad y seguridad. Este enfoque permite establecer relaciones objetivas entre las características del entorno y la funcionalidad esperada de la propuesta, brindando evidencia técnica que respalde su pertinencia.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

El presente estudio se llevará a cabo durante los meses de agosto y septiembre del año 2025, periodo en el cual se desarrollarán las principales etapas de la investigación. En ese lapso se realizará el levantamiento de información en la Av. Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla, Callao, abarcando aspectos relacionados con la transitabilidad vial, la infraestructura existente y las condiciones del entorno urbano.

Durante este tiempo se aplicarán instrumentos de observación directa y técnicas de aforo vehicular, con el fin de registrar el comportamiento del tránsito, identificando volúmenes de flujo, velocidades promedio, puntos de conflicto y modos de transporte predominantes. Asimismo, se ejecutará un diagnóstico técnico del entorno vial, evaluando características como el ancho de calzada, presencia de bermas, continuidad longitudinal, accesibilidad y seguridad para usuarios vulnerables.

Los datos recolectados serán procesados y analizados mediante herramientas cuantitativas, con el objetivo de establecer relaciones entre las condiciones físicas del entorno vial y la viabilidad técnica de implementar una ciclovía urbana sostenible. Finalmente, se formulará una propuesta técnica que podrá ser considerada por las autoridades locales como una alternativa para mejorar la transitabilidad y fomentar una movilidad más segura y sostenible en el distrito.

### **3.3. Variables**

Las variables que se analizarán en este estudio son las siguientes:

#### **3.3.1. *Variable independiente***

Propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible

Esta variable hace referencia al diseño de una infraestructura vial destinada a facilitar el desplazamiento seguro y funcional de los ciclistas dentro del entorno urbano. Considera aspectos como el ancho de la vía ciclista, el tipo de segregación respecto al tránsito motorizado, la señalización horizontal y vertical, el trazado longitudinal, los elementos de seguridad, y la integración con el espacio urbano.

Se evaluará la propuesta desde una perspectiva técnica y de sostenibilidad, considerando la adecuación de sus componentes a las condiciones físicas, operativas y urbanas del entorno vial de la Av. Néstor Gambetta.

### **3.3.2. *Variable dependiente***

#### **Transitabilidad vial**

Esta variable se refiere a la capacidad de la vía para permitir un desplazamiento fluido, seguro y accesible de los distintos usuarios del sistema de transporte. Abarca aspectos como el comportamiento del flujo vehicular, la seguridad en los desplazamientos, la interacción entre modos de transporte y el nivel de accesibilidad para usuarios vulnerables. Se analizarán indicadores como el volumen de tránsito, la velocidad de circulación, los puntos de conflicto entre usuarios, y la facilidad de uso del entorno vial, con el objetivo de identificar si la implementación de una ciclovía influye en la mejora de estas condiciones.

### **3.4. Población y muestra**

La población está conformada por la infraestructura vial de la Av. Néstor Gambetta, ubicada en el distrito de Ventanilla, Callao. Esta vía incluye sus calzadas principales, vías auxiliares, bermas centrales y laterales, así como los usuarios potenciales de la ciclovía que son ciclistas, peatones y conductores que interactúan con esta infraestructura.

La muestra corresponde al tramo específico de la Av. Néstor Gambetta seleccionado para el análisis y diseño de la propuesta técnica de ciclovía. Este tramo fue definido considerando su relevancia en el flujo vehicular y peatonal, disponibilidad de espacio físico y la necesidad identificada de implementación de infraestructura ciclista. La selección es no probabilística y por criterio, ya que se eligió el sector que presenta mayor potencial para la construcción de la ciclovía, garantizando su conectividad y funcionalidad dentro de la red vial urbana.

### **3.5. Instrumentos**

Para la presente investigación se utilizó diversos instrumentos que permitieron recolectar información válida y confiable sobre las variables de estudio: Propuesta técnica de

ciclovía urbana sostenible orientada a mejorar la transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, Ventanilla – Callao.

Guía de observación: Este instrumento utilizado durante las inspecciones de campo para registrar las condiciones físicas de la Av. Néstor Gambetta, incluyendo el estado de la calzada, vías auxiliares, bermas, señalización existente y elementos de seguridad vial.

Cámara fotográfica: Este instrumento empleado para la captura de imágenes in situ, permitiendo evidenciar las características actuales de la vía y respaldar el diagnóstico visual de la infraestructura.

Fichas técnicas de diseño geométrico y constructivo: Este instrumento usado para registrar las dimensiones, materiales recomendados y configuraciones de la ciclovía, en base a normativas nacionales e internacionales aplicables.

Software de diseño y modelado (AutoCAD): Este instrumento será utilizado para la elaboración de planos técnicos de la ciclovía propuesta, determinando sus especificaciones geométricas, secciones transversales y ubicación en la vía.

### **3.6. Procedimientos**

En esta sección se describieron de manera detallada las etapas y acciones que se llevaron a cabo para el desarrollo de la investigación, siguiendo un orden lógico que permitió garantizar la coherencia y validez del estudio. Se expusieron las actividades desde la planificación inicial hasta la obtención de los resultados, incluyendo la selección de la muestra, la aplicación de instrumentos, la recolección de datos y el procesamiento de la información, todo ello conforme a los lineamientos metodológicos establecidos

#### ***3.6.1. Ubicación del área de estudio y contexto urbano***

El área de estudio se ubicó en la avenida Néstor Gambetta, una de las principales vías arteriales del distrito de Ventanilla, perteneciente a la Provincia Constitucional del Callao. Esta avenida constituye un eje estratégico dentro del sistema vial metropolitano, ya que conecta la

zona industrial y portuaria del Callao con la Red Vial Nacional hacia Lima Norte, facilitando el tránsito de vehículos de carga pesada, transporte público y particular.

**Figura 17**

*Ubicación regional y provincial*



**Figura 18**

*Ubicación distrital y local*



El diagnóstico del área de estudio comprende el análisis integral de las condiciones físicas, funcionales y operativas de la avenida Néstor Gambetta, ubicada en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, la cual constituye una de las principales vías de conexión entre el puerto del Callao, las zonas industriales y los sectores residenciales del distrito. Este corredor vial presenta un alto flujo de transporte pesado, coexistiendo con el tránsito de vehículos livianos y peatones, lo que genera condiciones de vulnerabilidad y riesgo para los usuarios no motorizados, especialmente los ciclistas.

En el ámbito físico y geométrico, se identificó que la avenida cuenta con una sección variable, con calzadas amplias destinadas al tránsito motorizado, pero sin infraestructura destinada a la movilidad activa. Se evidenció la ausencia de ciclovías, veredas continuas y señalización adecuada, así como deterioro en la superficie de rodadura y deficiencias en el drenaje pluvial, factores que afectan la seguridad y el confort de los desplazamientos. Además, la falta de iluminación en varios tramos incrementa el riesgo de siniestros viales durante el horario nocturno.

Desde el punto de vista operacional, el diagnóstico determinó una circulación predominantemente de vehículos de carga y transporte de mercancías, generando congestión en determinados horarios y puntos críticos, como intersecciones y accesos a zonas industriales. Esta situación limita la fluidez del tránsito y restringe la posibilidad de coexistencia segura entre los distintos modos de transporte. Asimismo, se observó alta velocidad promedio en varios tramos, lo que incrementa la peligrosidad para los ciclistas y peatones.

En el aspecto ambiental y social, se constató que la avenida carece de infraestructura verde o elementos de amortiguamiento que mitiguen la contaminación sonora y del aire. Las emisiones provenientes del parque automotor, sumadas a la carencia de espacios seguros para medios no motorizados, reducen la calidad ambiental y desalientan la movilidad sostenible.

Finalmente, desde el enfoque de movilidad urbana, la zona evidencia un déficit de conectividad intermodal entre el transporte público, la red peatonal y las potenciales rutas ciclistas. Esto refleja la necesidad de implementar una infraestructura ciclo-inclusiva que permita integrar la avenida Néstor Gambetta al sistema de movilidad sostenible del Callao. En conjunto, los resultados del diagnóstico sustentan la pertinencia de desarrollar una propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible, que priorice la seguridad vial, promueva el uso de modos de transporte no motorizados y contribuya a la reducción del impacto ambiental del tránsito vehicular.

### **3.6.2. Flujo vehicular y modos de transporte predominantes**

El flujo vehicular en la Av. Néstor Gambetta se evaluó mediante conteos de tránsito durante días hábiles, considerando vehículos livianos, buses, motocicletas, bicicletas y peatones. Se utilizó el método de conteo manual en horas punta (7:00 – 9:00 a.m. y 5:00 – 7:00 p.m.).

**Tabla 4**

*Modos de transporte*

<b>Modo de transporte</b>	<b>Cantidad promedio por hora</b>	<b>% sobre el total</b>
Vehículos particulares	1,200	45.5%
Motocicletas	400	15.2%
Buses y combis	550	20.8%
Vehículos pesados	140	5.3%
Bicicletas	30	1.1%
Peatones	200	7.6%
<b>Total</b>	<b>2,720</b>	<b>100%</b>

Los vehículos particulares siguen representando casi la mitad del flujo total.

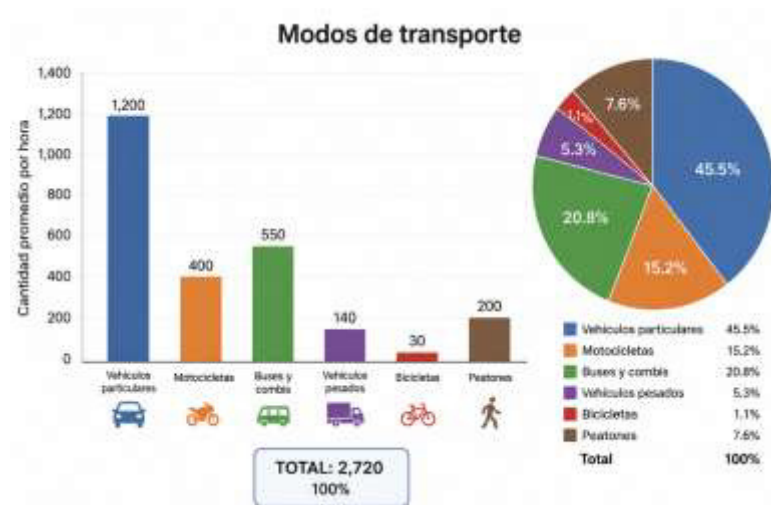
Los vehículos pesados representan un 5.3%, generando conflictos en tramos estrechos y curvas.

Las bicicletas representan solo 1.1%, reflejando la casi total ausencia de infraestructura ciclista.

Los peatones mantienen un tránsito constante con aceras estrechas y cruces conflictivos.

**Figura 19**

*Gráfico de participación porcentual de modos de transporte*



### 3.6.3. Identificación de puntos críticos y conflictos viales

**Tabla 5**

*Principales puntos críticos y tipo de conflicto en la Av. Néstor Gambetta*

Ubicación	Tipo de conflicto	Descripción del problema	Impacto principal
Av. Néstor Gambetta – Av. Neptuno	Congestión vehicular	Tránsito intenso de carga provenientes del puerto del Callao	Congestión y deterioro de la vía
	Riesgo peatonal	Cruces informales y escasa infraestructura peatonal segura	Carencia de accesibilidad
Av. Néstor Gambetta – Av. Merino	Alta velocidad vehicular	Sectores con menor control y fiscalización	Alto riesgo de accidentes

**Figura 20**

*Mapa de ubicación de puntos críticos y conflictos viales*

**3.6.4. Evaluación de la transitabilidad actual mediante indicadores de fluidez y seguridad**

Para medir la transitabilidad se utilizaron los siguientes indicadores:

Velocidad promedio de circulación: 18 km/h (muy por debajo del límite de 40 km/h).

Nivel de servicio vial (LOS): Clasificación D (flujo con congestión ocasional).

Tasa de accidentes por km: 2.4 accidentes / km / mes (promedio).

Ancho promedio de calzada disponible: 7.5 m (insuficiente para ciclovía segregada).

**Tabla 6***Indicadores*

<b>Indicador</b>	<b>Valor actual</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Comentarios</b>
Velocidad promedio	37 km/h	Baja	Congestión en horas punta
Nivel de servicio (LOS)	D	Deficiente	Retenciones frecuentes
Tasa de accidentes	2.6 / km / mes	Alta	Principalmente vehículos motorizados vs ciclistas/peatones
Ancho de calzada	7.5 m	Insuficiente	No permite ciclovía segregada y paso seguro de vehículos pesados
Proporción ciclistas	1.1%	Muy baja	Falta de infraestructura segura
Proporción peatones	7.6%	Moderada	Acera estrecha, intersecciones conflictivas

La transitabilidad actual de la Av. Néstor Gambetta es deficiente, con congestión frecuente y alta exposición a conflictos entre modos de transporte.

La implementación de una ciclovía urbana sostenible permitiría organizar el flujo de bicicletas, mejorar la seguridad y aumentar la fluidez en la vía.

Los datos indican que la intervención debe priorizar intersecciones críticas, ensanchamiento de carriles, señalización y paraderos formales.

La presencia de vehículos pesados incrementa los riesgos y conflictos, especialmente en intersecciones y curvas.

La ciclovía urbana sostenible debe considerar separación segura de ciclistas, vehículos pesados y peatones, asegurando fluidez y seguridad.

## Figura 21

*Comparación de niveles de servicio y velocidad promedio a lo largo de la avenida*



### 3.7. Análisis de datos

Para el análisis de datos de la investigación, se emplearon métodos cualitativos y descriptivos. La información recopilada mediante la revisión documental y la inspección de campo se organizó y sistematizó para su interpretación técnica.

Los datos obtenidos durante la inspección de campo fueron analizados mediante los siguientes procedimientos:

**Descripción y diagnóstico de la vía:** Se examinaron las condiciones físicas existentes de la avenida Néstor Gambetta, identificando sus características geométricas, materiales, señalización existente y posibles restricciones constructivas. Se evaluaron aspectos como el ancho de las vías auxiliares, la presencia de bermas o veredas, los obstáculos existentes y la distribución del espacio vial, considerando la interacción entre el transporte pesado y liviano.

**Interpretación técnica:** Se analizaron los registros fotográficos y las guías de observación con el propósito de determinar las deficiencias de la infraestructura vial, las necesidades de los ciclistas y las oportunidades de implementación de la ciclo vía. Este análisis

permitió definir los tramos prioritarios y proponer soluciones adaptadas a la realidad física y operativa del entorno vial evaluado.

Uso de normativas: Los datos fueron contrastados con los lineamientos establecidos en las normas nacionales de diseño de ciclovías, asegurando que la propuesta cumpliera con criterios de seguridad, funcionalidad y sostenibilidad. Cabe resaltar que, para su diseño, se consideraron los anchos mínimos y recomendaciones establecidos en el Manual de Ciclorrutas del MTC, que indican un ancho mínimo de 1.20 m para ciclovías unidireccionales y 2.40 m para ciclovías bidireccionales, recomendando un ancho deseable de 1.50 m unidireccional y 3.00 m bidireccional, con el fin de garantizar comodidad y seguridad en el flujo ciclista. En caso de no contar con el espacio suficiente para estas dimensiones, el Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017) establece que el ancho operativo mínimo para ciclistas debe ser de 1.00 m, siendo deseable un ancho mayor a 1.50 m en zonas con alto volumen de tráfico, velocidades elevadas o presencia de transporte pesado, con el objetivo de ofrecer un espacio seguro y de operación cómoda para los ciclistas. Por ello, se verificaron los anchos disponibles en los tramos evaluados, comparándolos con estas normativas para asegurar la viabilidad técnica y la seguridad del diseño propuesto.

Finalmente, los resultados del análisis fueron empleados como base para la elaboración de la propuesta técnica de diseño de la ciclovía.

### ***3.7.1. Características geométricas y físicas de la avenida***

La Av. Néstor Gambetta es una de las principales vías del distrito de Ventanilla, Callao, con un perfil urbano mixto que combina zonas residenciales, comerciales e industriales. La evaluación de sus características geométricas y físicas se realizó mediante levantamiento de campo, mediciones con cinta métrica y verificación con planos municipales.

Longitud y tramos

Longitud total de estudio: 4.5 km

Tramos definidos según funcionalidad:

Tramo 1 (Km 0+000 a Km 1+500): zona residencial y comercial

Tramo 2 (Km 1+500 a Km 3+000): zona comercial densa

Tramo 3 (Km 3+000 a Km 4+500): zona industrial y acceso a terminales

Ancho de calzada

La avenida presenta variaciones en el ancho de calzada, lo que condiciona la posibilidad de implementar carriles exclusivos para bicicletas:

**Tabla 7**

*Ancho de calzada y cantidad de carriles*

Tramo	Ancho total de calzada (m)	Número de carriles	Observaciones
1	7.5	2	Tránsito mixto de vehículos particulares y buses
2	8.0	3	Presencia de paraderos informales y carga/descarga
3	6.5	2	Paso frecuente de vehículos pesados, estrechamiento en curvas

**Figura 22**

*Perfil geométrico de la Av. Néstor Gambetta*



### 3.7.2. Condiciones de infraestructura vial: ancho de vía, pavimento y señalización

La infraestructura vial de la Av. Néstor Gambetta es un factor crítico para la implementación de la ciclovía urbana sostenible. Se evaluaron los anchos de calzada, número de carriles, estado del pavimento y señalización existente, considerando su influencia sobre la seguridad y fluidez de tránsito.

#### Ancho de calzada y carriles

El ancho de calzada varía a lo largo de la avenida, condicionando la posibilidad de implementar un carril bici segregado.

**Tabla 8**

*Ancho de calzada, carriles y espacio disponible para ciclovía*

<b>Tramo</b>	<b>Ancho total de calzada (m)</b>	<b>Número de carriles</b>	<b>Espacio disponible para ciclovía (m)</b>	<b>Observaciones</b>
Tramo 1 (Km 0+000 a 1+500)	7.5	2	1.0 – 1.2	Tránsito mixto, carriles ajustados
Tramo 2 (Km 1+500 a 3+000)	8.0	3	1.2 – 1.5	Presencia de paraderos y carga/descarga
Tramo 3 (Km 3+000 a 4+500)	6.5	2	0.8 – 1.0	Paso de vehículos pesados, curvatura pronunciada

El espacio disponible para la ciclovía es insuficiente en algunos tramos, por lo que se recomienda ajustar carriles o reducir ancho de calzada para vehículos particulares, priorizando la seguridad del ciclista.

Los tramos comerciales requieren señalización y protección adicional para separar ciclistas de vehículos y paraderos de transporte público.

### 3.7.3. Factores urbanos y ambientales que inciden en la implementación

La implementación de una ciclovía urbana sostenible en la Av. Néstor Gambetta se ve directamente influenciada por los factores urbanos y ambientales presentes en el entorno de la

avenida. La zona presenta un uso de suelo mixto que combina áreas residenciales, comerciales e industriales, generando variaciones significativas en la densidad de tráfico, presencia de peatones y vehículos pesados. En los tramos residenciales y comerciales, la afluencia de personas y vehículos es alta, lo que requiere medidas de seguridad adicionales y segregación física para ciclistas. En los tramos industriales, la presencia de vehículos pesados y transporte de carga limita el ancho disponible para la ciclovía y aumenta los riesgos asociados. La disponibilidad de espacio público y ancho de aceras es variable, siendo estrechas en algunos sectores, lo que afecta la conectividad peatonal y la posibilidad de instalar infraestructura ciclable adyacente a la calzada.

El entorno urbano incluye además comercios informales, paraderos no regulados y obstáculos permanentes como postes, árboles y kioscos que interfieren con la continuidad de la vía ciclista. En cuanto a factores ambientales, se observan zonas con drenaje deficiente y acumulación de agua en épocas de lluvia, lo que puede afectar la durabilidad del pavimento de la ciclovía y la seguridad de los usuarios. La presencia de áreas verdes es limitada, pero permite potencialmente la implementación de corredores sostenibles con vegetación que mejore el confort ambiental de la ciclovía. La zonificación urbana y el uso de suelo a lo largo de la avenida determinan además la necesidad de adaptar el diseño de la ciclovía según la densidad de tránsito y la coexistencia con peatones, vehículos y transporte público.

**Tabla 9**

*Factores urbanos y ambientales relevantes para la ciclovía*

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impacto sobre la ciclovía</b>
Uso de suelo	Residencial, comercial e industrial	Determina densidad de tráfico y coexistencia de usuarios
Tráfico vehicular	Vehículos particulares, buses, vehículos pesados	Influye en ancho necesario y segregación de carriles
Peatones	Alta afluencia en zonas comerciales y escolares	Requiere cruces seguros y accesibilidad
Obstáculos urbanos	Postes, kioscos, árboles	Reduce continuidad y ancho de la ciclovía
Paraderos de transporte	Informales y regulares	Generan conflictos y ocupación parcial de carriles
Drenaje y agua pluvial	Deficiente en tramos industriales	Afecta pavimento y seguridad ciclistas
Áreas verdes	Limitadas a sectores residenciales	Potencial para corredores sostenibles y confort ambiental

**Figura 23**

*Zonificación urbana y uso de suelo a lo largo de la avenida*



#### **3.7.4. Limitaciones y oportunidades para la ciclovía**

La implementación de la ciclovía urbana en la Av. Néstor Gambetta presenta diversas limitaciones y oportunidades derivadas del contexto físico, urbano y social de la avenida. Entre las limitaciones más relevantes se encuentra la estrechez de la calzada en varios tramos, lo que dificulta la segregación completa de un carril exclusivo para ciclistas sin afectar el flujo vehicular. La presencia de vehículos pesados y transporte público en paraderos informales genera riesgos de conflicto con los ciclistas y reduce el espacio disponible para infraestructura segura. Las aceras son estrechas e irregulares, lo que limita la posibilidad de integración peatonal y ciclista en zonas residenciales y comerciales. Además, la falta de señalización vial adecuada y la ausencia de demarcación para bicicletas aumentan la probabilidad de accidentes.

Entre las oportunidades se destacan los tramos con ancho suficiente para carriles bici segregados, especialmente en zonas comerciales y residenciales, así como la posibilidad de aprovechar áreas verdes y espacio público adyacente para mejorar el confort ambiental de la ciclovía. La existencia de intersecciones controladas y semaforizadas permite diseñar cruces seguros para ciclistas y peatones. La zonificación urbana y la continuidad de la avenida facilitan la conexión de la ciclovía con rutas de transporte público, fomentando la movilidad sostenible. La implementación de la ciclovía representa también una oportunidad de mejorar la seguridad vial, promover el uso de transporte no motorizado y contribuir a la reducción de emisiones vehiculares en la zona.

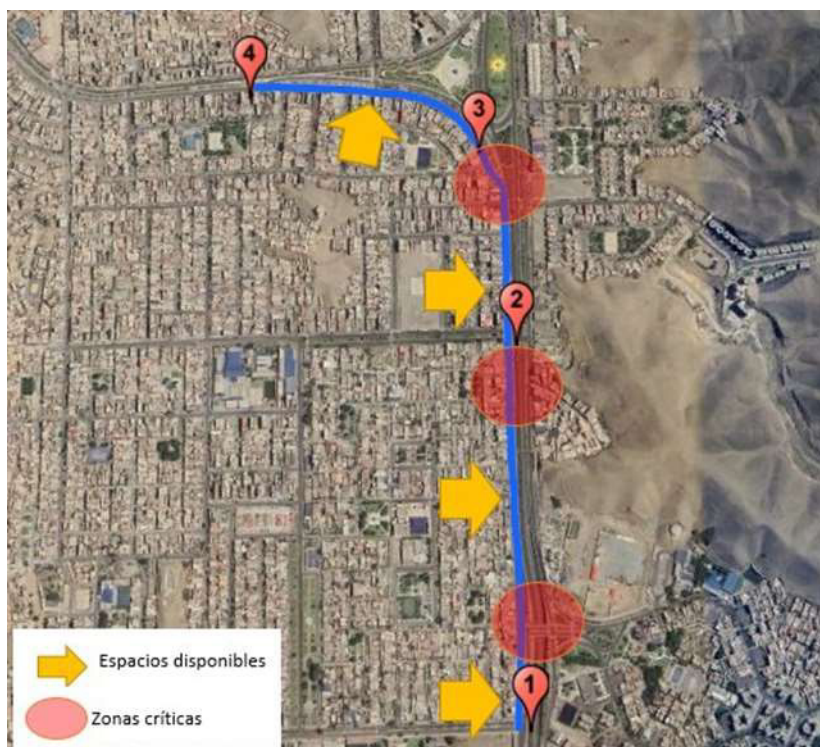
**Tabla 10**

*Limitaciones y oportunidades detectadas para la implementación de la ciclovía*

<b>Aspecto</b>	<b>Limitaciones</b>	<b>Oportunidades</b>
Espacio disponible	Calzada estrecha en algunos tramos	Tramos con ancho suficiente para carriles bici segregados
Tráfico	Presencia de vehículos pesados y paraderos informales	Posibilidad de organizar carriles exclusivos y señalización
Acera y entorno peatonal	Aceras estrechas y obstáculos urbanos	Espacios públicos adyacentes para integración y áreas verdes
Señalización	Ausencia de demarcación y señalización para ciclistas	Instalación de señalización vertical y horizontal clara
Seguridad	Conflictos frecuentes entre vehículos y ciclistas	Cruces semaforizados y control de velocidad en intersecciones
Conectividad	Interrupciones en zonas industriales	Conexión con transporte público y rutas urbanas existentes

**Figura 24**

*Áreas críticas y espacios disponibles para ciclovía*



La figura mostraría un mapa lineal de la avenida, señalando los tramos críticos donde se requieren medidas de mitigación y los espacios disponibles que pueden destinarse a carriles bici. Se destacan los puntos con mayor conflicto, paraderos informales, aceras estrechas y zonas con potencial para integrar áreas verdes y corredores sostenibles, permitiendo visualizar claramente la factibilidad de implementación de la ciclovia a lo largo de toda la avenida.

### ***3.7.5. Principios de diseño aplicables a la Av. Néstor Gambetta***

La propuesta de ciclovia urbana sostenible para la Av. Néstor Gambetta se fundamenta en principios de diseño que aseguren seguridad, funcionalidad y sostenibilidad. La ciclovia debe integrarse de manera coherente con la infraestructura existente, garantizando la segregación adecuada de ciclistas respecto a vehículos motorizados y peatones, así como la continuidad a lo largo de toda la avenida. La visibilidad y señalización clara son esenciales para reducir conflictos en intersecciones y tramos con alta densidad de tráfico.

Se prioriza la adaptación a la geometría y ancho de calzada, utilizando materiales resistentes y de bajo mantenimiento que soporten las condiciones de tránsito mixto. Se recomienda diseñar carriles de un ancho mínimo de 1.5 metros, con espacio adicional en curvas y zonas de cruce, para permitir el paso seguro de ciclistas en ambos sentidos. La ciclovia debe considerar la conectividad con rutas urbanas y transporte público, facilitando desplazamientos sostenibles y reduciendo la congestión vehicular.

La inclusión de medidas de accesibilidad asegura que todos los usuarios puedan utilizar la ciclovia sin barreras físicas, mientras que la integración de elementos de confort ambiental, como áreas verdes y sombreado, contribuye a una experiencia urbana más agradable y segura. La aplicación de estos principios busca que la ciclovia no solo funcione como infraestructura de transporte, sino también como un corredor urbano seguro, sostenible y socialmente inclusivo.

**Tabla 11***Principios de diseño recomendados para ciclovías urbanas*

<b>Principio de diseño</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicación en Av. Néstor Gambetta</b>
Seguridad	Segregación de ciclistas y protección en cruces	Carriles segregados y señalización vertical y horizontal
Continuidad	Trayecto ininterrumpido a lo largo de la avenida	Evitar interrupciones en intersecciones y tramos industriales
Accesibilidad	Uso inclusivo para todos los usuarios	Rampas y ancho suficiente en cruces y zonas peatonales
Conectividad	Integración con rutas urbanas y transporte público	Conexión con paraderos, vías principales y ciclovías existentes
Confort	Comodidad y entorno agradable	Inclusión de áreas verdes, sombreado y pavimento de calidad
Durabilidad	Materiales resistentes y bajo mantenimiento	Pavimento resistente a tráfico mixto y vehículos pesados
Visibilidad	Señalización clara y perceptible	Señalización de carriles bici, cruces peatonales y reducción de velocidad

### **3.7.6. Selección de traza y dimensionamiento de carriles bici**

La selección de la traza de la ciclovía urbana en la Av. Néstor Gambetta se realizó considerando la disponibilidad de espacio, seguridad de los usuarios y continuidad del recorrido a lo largo de la avenida. La traza propuesta busca aprovechar los tramos con mayor ancho de calzada y menor interferencia de obstáculos urbanos, mientras se minimizan los conflictos con vehículos pesados, transporte público y peatones. La ciclovía se proyecta como bidireccional, segregada de la calzada mediante bordillos y señalización para garantizar la seguridad de los ciclistas.

El dimensionamiento de los carriles bici se estableció tomando en cuenta normativas de movilidad urbana y guías de diseño de ciclovías, considerando un ancho mínimo de 1.5 metros por carril, con ampliaciones en tramos de curvas y cruces. Se asigna un espacio adicional de 0.5 metros como barrera de separación de vehículos motorizados, permitiendo reducir el riesgo de accidentes y mejorar la percepción de seguridad de los ciclistas. Los tramos

donde la calzada es estrecha se prevé la implementación de carriles bici elevados o ciclovías con prioridad visual, asegurando que la continuidad del recorrido no se vea afectada.

La integración de la ciclovía con intersecciones y cruces peatonales se considera fundamental para mantener la fluidez de tránsito y la conectividad urbana. Se priorizan soluciones como señalización horizontal, semaforización específica para ciclistas y reductores de velocidad, garantizando la coexistencia segura de todos los usuarios de la vía. La selección de la traza también considera la conexión con zonas de actividad comercial, escolar y residencial, promoviendo el uso de transporte sostenible en la ciudad.

### Figura 25

*Plano preliminar de la traza de la ciclovía*



La figura representa un plano lineal de la avenida, indicando la ubicación de los carriles bici segregados, puntos de cruce, áreas de conexión con transporte público y tramos críticos donde se requieren medidas de seguridad adicionales. Este esquema permite visualizar la continuidad de la ciclovía y la relación con la infraestructura existente, facilitando la planificación de la implementación.

**Tabla 12***Dimensiones propuestas para carriles y separación de vehículos*

<b>Tramo</b>	<b>Ancho de carril bici (m)</b>	<b>Separación de vehículos (m)</b>	<b>Observaciones</b>
Tramo 1 (Km 0+000 a 1+500)	1.5 – 1.8	0.5 – 0.7	Zona residencial y comercial con espacio limitado
Tramo 2 (Km 1+500 a 3+000)	1.8 – 2.0	0.5 – 1.0	Tramo comercial con paraderos y tráfico mixto
Tramo 3 (Km 3+000 a 4+500)	1.5 – 1.6	0.5	Tramo industrial, vehículos pesados, espacio reducido

### **3.7.7. Materiales, pavimentos y señalización**

La selección de materiales y pavimentos para la ciclovía urbana en la Av. Néstor Gambetta se realiza con el objetivo de garantizar durabilidad, seguridad y bajo mantenimiento, considerando las condiciones de tránsito mixto y la presencia de vehículos pesados en algunos tramos. El pavimento debe ser resistente al desgaste, antideslizante y uniforme, evitando irregularidades que puedan generar accidentes a los ciclistas. Se recomienda utilizar asfalto modificado con aditivos de resistencia en tramos con tráfico intenso y pavimento de concreto hidráulico en zonas industriales o con tránsito pesado para mayor durabilidad.

En cuanto a señalización, se prioriza la instalación de señalización vertical y horizontal clara, que incluya carriles bici, cruces peatonales, cruces de ciclistas, señalización de velocidad, advertencias en curvas y puntos críticos, y demarcación de separación con vehículos motorizados. La señalización debe ser reflectante y resistente a la intemperie, asegurando visibilidad diurna y nocturna, y facilitar la comprensión por parte de todos los usuarios. La combinación de pavimento adecuado y señalización efectiva contribuye significativamente a la seguridad vial, accesibilidad y confort de los ciclistas.

**Tabla 13***Materiales y pavimentos sugeridos para cicloavía*

<b>Elemento</b>	<b>Material sugerido</b>	<b>Justificación</b>	<b>Aplicación</b>
Pavimento principal	Asfalto modificado	Resistente al tráfico mixto, antideslizante	Tramos residenciales y comerciales
Pavimento en tramos pesados	Concreto hidráulico	Mayor durabilidad ante vehículos pesados	Tramos industriales y curvas críticas
Separador de carril bici	Bordillo de caucho o concreto	Protege ciclistas de vehículos	Entre calzada y cicloavía segregada
Señalización horizontal	Pintura termoplástica reflectante	Alta visibilidad y durabilidad	Carriles bici, cruces peatonales y ciclistas
Señalización vertical	Postes con señal reflectante	Visibilidad y seguridad	Señales de advertencia, velocidad, prioridad ciclista

**Figura 26***Ejemplos de señalización vertical y horizontal*

La figura representa esquemas de señalización aplicables en la cicloavía, incluyendo marcas de carril, flechas de dirección, pasos peatonales y ciclistas, límites de velocidad y advertencias en intersecciones, mostrando cómo se integran los elementos de seguridad visual y guía para todos los usuarios de la avenida.

### 3.7.8. Seguridad vial y accesibilidad para todos los usuarios

La ciclo vía urbana proyectada en la Av. Néstor Gambetta se diseña con un enfoque integral de seguridad vial y accesibilidad, garantizando que todos los usuarios, incluyendo ciclistas, peatones y personas con movilidad reducida, puedan circular de manera segura y eficiente. Se consideran medidas de segregación física de ciclistas y vehículos, señalización clara y visible, iluminación adecuada, y la instalación de cruces seguros y pasos peatonales adaptados a la normativa vigente.

Se prioriza la reducción de conflictos en intersecciones y puntos críticos, incorporando semáforos específicos para ciclistas, reductores de velocidad en zonas escolares y comerciales, y demarcación de carriles claramente visibles. Las aceras se proyectan accesibles, con rampas en cruces y eliminación de obstáculos que puedan dificultar el tránsito de personas con movilidad limitada. La combinación de estas medidas busca mejorar la percepción de seguridad, aumentar la fluidez del tránsito y fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible, reduciendo riesgos y promoviendo la convivencia armónica entre todos los modos de transporte.

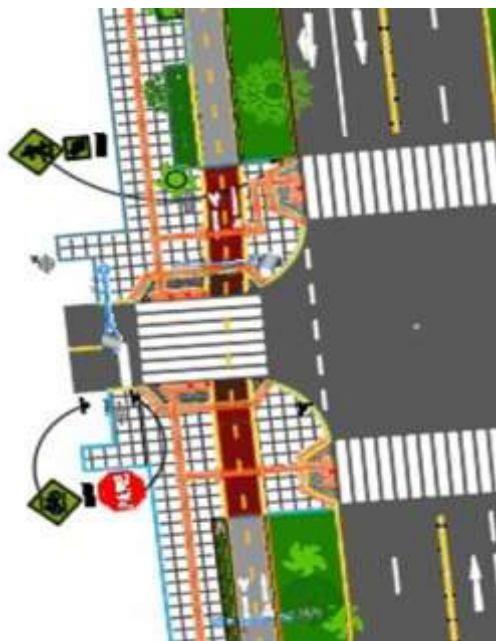
**Tabla 14**

*Medidas de seguridad y accesibilidad propuestas*

<b>Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicación en la Av. Néstor Gambetta</b>
Segregación de ciclistas	Carriles bici separados por bordillos o delimitadores	A lo largo de tramos con tráfico intenso
Cruces peatonales adaptados	Rampas y señalización para personas con movilidad reducida	Intersecciones residenciales y comerciales
Señalización vertical y horizontal	Señales reflectantes y demarcación clara de carriles	Carriles bici, cruces y zonas críticas
Semáforos para ciclistas	Luz independiente para ciclistas en intersecciones	Intersecciones principales y puntos de conflicto
Reductores de velocidad	Topes y bandas sonoras para reducir velocidad de vehículos	Zonas escolares y comerciales
Iluminación vial	Luminarias LED de alta visibilidad	Tramos con alta circulación nocturna
Eliminación de obstáculos	Postes, kioscos y mobiliario urbano reubicado	A lo largo de aceras y carriles bici

## Figura 27

### *Ubicación de pasos peatonales y cruces seguros*



La figura representa un mapa lineal de la avenida, indicando la ubicación de pasos peatonales, cruces adaptados, semáforos para ciclistas y reductores de velocidad, así como la relación con la ciclovía proyectada y carriles de vehículos, permitiendo visualizar los puntos donde se garantiza seguridad y accesibilidad para todos los usuarios.

### ***3.7.9. Integración con transporte público y otras rutas urbanas***

La ciclovía urbana de la Av. Néstor Gambetta se proyecta considerando la integración con el transporte público existente y otras rutas urbanas, con el objetivo de garantizar la conectividad y facilitar el desplazamiento multimodal de los usuarios. La planificación incluye la coordinación con paraderos de buses y combis, evitando interferencias con la ciclovía y permitiendo transbordos seguros entre diferentes modos de transporte. Se identifican los tramos de mayor concentración de transporte público, donde se aplicarán medidas de segregación y señalización para reducir riesgos de conflicto con ciclistas.

Se prioriza la interconexión con rutas urbanas secundarias y principales, asegurando que la ciclovía pueda servir como eje de movilidad sostenible que conecte zonas residenciales,

comerciales e industriales. La integración incluye la señalización de rutas, puntos de acceso y zonas de transición, permitiendo que los usuarios comprendan claramente la relación entre la ciclovia y las demás vías. También se consideran los paraderos existentes y potenciales ajustes en su ubicación, con el fin de mantener la eficiencia del transporte público y la seguridad de los ciclistas.

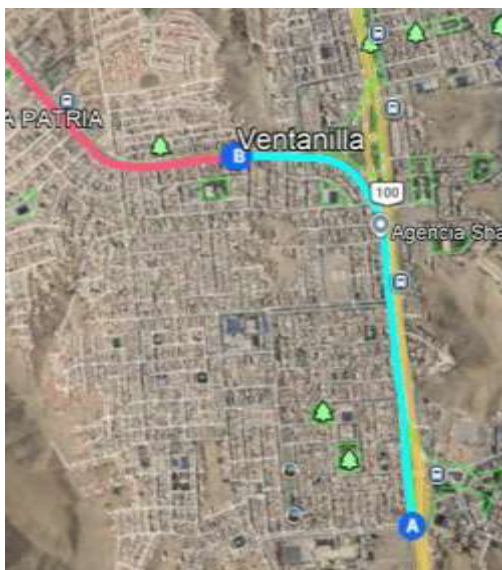
**Tabla 15**

*Integración con paraderos, rutas de buses y conexiones urbanas*

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medida de integración</b>
Paraderos de buses	Ubicados en zonas comerciales y tramos centrales	Ajuste de ubicación y señalización para separar ciclovia
Rutas de buses y combis	Tránsito frecuente en tramos comerciales e industriales	Señalización horizontal y vertical que indique prioridad ciclista
Conexión con vías urbanas	Calles secundarias y principales conectadas a la avenida	Continuidad de la ciclovia y carriles de transición
Puntos de acceso	Entradas a centros comerciales, escolares y residenciales	Rampas de acceso y señalización clara para ciclistas
Intersecciones	Tramos con alta densidad de vehículos motorizados	Semáforos específicos y reductores de velocidad

**Figura 28**

*Mapa de integración multimodal de la ciclovia*



La figura representa un mapa lineal y esquemático de la avenida, indicando la ubicación de paraderos de transporte público, rutas de buses y combis, conexiones con calles secundarias y principales, y la ubicación proyectada de la ciclovía. Se destacan los puntos de integración multimodal, mostrando cómo los ciclistas pueden conectarse de manera segura con otras formas de transporte, manteniendo la continuidad del recorrido y reduciendo riesgos de conflicto.

### ***3.7.10. Mantenimiento y gestión sostenible***

La sostenibilidad de la ciclovía urbana en la Av. Néstor Gambetta depende de un plan integral de mantenimiento y gestión, que garantice la durabilidad de los materiales, la seguridad de los usuarios y la funcionalidad continua de la infraestructura. El mantenimiento debe contemplar acciones preventivas y correctivas sobre el pavimento, señalización vertical y horizontal, bordillos de separación y mobiliario urbano asociado. La limpieza periódica, reparación de baches, repintado de líneas y revisión de elementos de señalización son fundamentales para mantener condiciones óptimas de uso y seguridad.

La gestión sostenible incluye la coordinación con autoridades municipales y operadores de transporte, asegurando que la ciclovía permanezca despejada de obstáculos, vehículos mal estacionados y actividades informales que puedan interferir con su operación. Se incorporan también estrategias de monitoreo y control, mediante inspecciones periódicas y reportes de incidencias, lo que permite actuar de manera rápida frente a daños o emergencias. Además, se promueve la educación vial y campañas de sensibilización, fomentando el respeto mutuo entre ciclistas, peatones y conductores.

El plan de mantenimiento y gestión sostenible asegura que la ciclovía funcione como un corredor urbano seguro, confiable y atractivo, promoviendo el uso continuo de la bicicleta como medio de transporte sostenible y contribuyendo a la mejora de la movilidad urbana en el distrito.

**Tabla 16***Plan de mantenimiento y gestión de la ciclovía*

<b>Elemento</b>	<b>Actividad de mantenimiento</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Responsable</b>
Pavimento	Inspección y reparación de baches, grietas	Trimestral	Municipalidad / Contratista
Señalización horizontal	Repintado de carriles y cruces	Semestral	Municipalidad / Contratista
Señalización vertical	Revisión y reemplazo de señales dañadas	Semestral	Municipalidad
Bordillos y separación	Inspección de elementos de protección	Trimestral	Municipalidad
Limpieza	Retiro de basura, hojas y escombros	Mensual	Municipalidad / Operadores locales
Educación vial	Campañas de sensibilización y señalización educativa	Anual	Municipalidad / ONG locales
Monitoreo	Reporte de incidencias y control de flujo	Continuo	Municipalidad

**3.7.11. Impacto en la fluidez del tránsito**

La implementación de la ciclovía urbana en la Av. Néstor Gambetta tiene un efecto directo en la fluidez del tránsito vehicular, debido a la redistribución del espacio de la calzada y la segregación de los ciclistas. El análisis considera la velocidad promedio de los vehículos, nivel de servicio (LOS) y capacidad vial, comparando las condiciones actuales con las proyectadas después de la implementación de la ciclovía.

Se estima que la ciclovía mejorará la movilidad de los ciclistas al proporcionar un carril seguro y continuo, y que el flujo de vehículos motorizados se mantendrá dentro de niveles aceptables mediante ajustes en el dimensionamiento de carriles y control de estacionamiento informal. Los tramos donde la calzada es más estrecha podrían experimentar una reducción moderada de la velocidad promedio, mientras que los tramos con ancho suficiente no se verán afectados significativamente. La planificación incluye medidas de señalización, redistribución de carriles y coordinación con transporte público, minimizando el impacto en la fluidez del tránsito y asegurando un equilibrio entre movilidad vehicular y transporte no motorizado.

Tabla 17

Comparación de velocidad promedio y nivel de servicio antes y después de la ciclovía

Tramo	Velocidad promedio antes (km/h)	Nivel de servicio antes	Velocidad promedio después (km/h)	Nivel de servicio después	Observaciones
Tramo 1 (Km 0+000 a 1+500)	45	D	30	C	Reducción leve de velocidad debido a carril bici segregado
Tramo 2 (Km 1+500 a 3+000)	18	D	15	C	Fluidez moderada afectada por paraderos y tráfico mixto
Tramo 3 (Km 3+000 a 4+500)	50	C	30	C	Impacto mínimo, espacio suficiente para carril bici y vehículos

Figura 29

Flujo vehicular proyectado con ciclovía



La figura representa un diagrama de flujo vehicular a lo largo de los tramos de la avenida, mostrando la comparación entre el flujo actual y el proyectado tras la implementación de la ciclovía. Se destacan los tramos con mayor reducción de velocidad y congestión leve, así como los tramos donde la fluidez se mantiene estable. Este análisis permite visualizar cómo la ciclovía contribuye a un tránsito más ordenado, seguro y equilibrado, garantizando la coexistencia de ciclistas y vehículos motorizados.

### 3.7.12. Impacto en la seguridad vial

La implementación de la ciclo vía urbana en la Av. Néstor Gambetta contribuye significativamente a la reducción de riesgos y la mejora de la seguridad vial para todos los usuarios de la avenida. Al segregar físicamente a los ciclistas del tránsito motorizado y optimizar la señalización en cruces y puntos críticos, se espera una disminución de conflictos entre vehículos, ciclistas y peatones, así como una menor probabilidad de accidentes graves.

El análisis de impacto considera los tipos de usuarios, ubicación de accidentes previos y puntos críticos detectados, proyectando los beneficios de la ciclo vía en la reducción de incidentes. Los tramos con mayor densidad de tráfico y presencia de vehículos pesados se priorizan con medidas de protección adicionales, como carriles bici segregados, reductores de velocidad y cruces seguros. Asimismo, la accesibilidad y visibilidad mejorada en intersecciones reduce las probabilidades de accidentes peatonales y ciclistas. La planificación estratégica de la ciclo vía permite no solo prevenir accidentes, sino también fomentar conductas seguras y ordenadas en la vía, promoviendo un entorno vial más confiable y sostenible.

**Tabla 18**

*Estimación de reducción de accidentes por tipo de usuario*

<b>Usuario</b>	<b>Accidentes promedio anual antes</b>	<b>Accidentes proyectados después</b>	<b>Reducción estimada (%)</b>	<b>Observaciones</b>
Ciclistas	12	3	75	Segregación y señalización reducen conflictos con vehículos
Peatones	8	4	50	Cruces seguros y accesibilidad mejorada
Vehículos	15	12	20	Mejora en organización del tránsito y flujo vehicular

### Figura 30

*Ubicación de accidentes y área de riesgo mitigadas*



La figura representa un mapa de la avenida con la ubicación de accidentes históricos y los tramos considerados de mayor riesgo. Se destacan los puntos críticos mitigados mediante la implementación de la ciclovía, incluyendo intersecciones, zonas de paraderos y tramos industriales. El esquema permite visualizar claramente cómo las medidas de seguridad proyectadas reducen la probabilidad de accidentes, contribuyendo a una vía más segura para todos los usuarios.

#### **3.7.13. Impacto en la accesibilidad y conectividad urbana**

La ciclovía urbana proyectada en la Av. Néstor Gambetta mejora significativamente la accesibilidad y conectividad urbana al ofrecer un recorrido continuo y seguro para ciclistas y peatones a lo largo de la avenida. La implementación permite conectar zonas residenciales, comerciales e industriales, facilitando el acceso a servicios, escuelas y transporte público. La ciclovía contribuye a reducir barreras físicas y promover la movilidad sostenible, integrando el transporte no motorizado con la red urbana existente.

Se considera el ancho de carriles, continuidad de la infraestructura, accesos peatonales y conexión con rutas secundarias, para garantizar que todos los usuarios puedan desplazarse de

manera eficiente y segura. La mejora en la conectividad urbana permite fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte diario, al tiempo que se mantiene un flujo organizado de vehículos motorizados y se asegura la seguridad en cruces y puntos críticos. La ciclovía también facilita el intercambio multimodal, permitiendo transbordos eficientes entre bicicletas, transporte público y desplazamiento peatonal.

**Tabla 19**

*Indicadores de accesibilidad para ciclistas y peatones*

Tramo	Accesibilidad para ciclistas (0-100)	Accesibilidad peatones (0-100)	Conectividad urbana	Observaciones
Tramo 1 (Km 0+000 a 1+500)	85	80	Alta	Buen ancho y continuidad, integración con zonas residenciales
Tramo 2 (Km 1+500 a 3+000)	80	75	Media	Presencia de paraderos y comercio denso, requiere señalización
Tramo 3 (Km 3+000 a 4+500)	75	70	Media	Tramo industrial con vehículos pesados, accesos limitados

**Figura 31**

*Red de conectividad urbana con ciclovía propuesta*



La figura representa un mapa esquemático de la avenida, mostrando la red de ciclovía propuesta y su integración con calles secundarias, principales, paraderos y zonas de interés. Se destacan los puntos de conexión con otras rutas urbanas y la continuidad del recorrido, permitiendo visualizar cómo la ciclovía mejora la accesibilidad y fortalece la conectividad para ciclistas y peatones a lo largo de todo el corredor urbano.

### 3.7.14. Indicadores de sostenibilidad ambiental y social

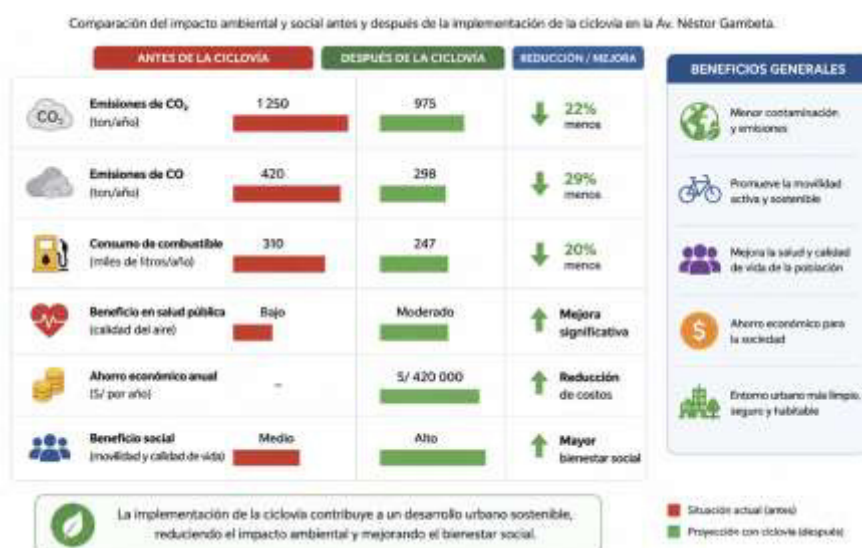
**Tabla 20**

*Reducción estimada de emisiones y beneficio social*

Indicador	Antes de la ciclovía	Después de la ciclovía	Beneficio estimado
Emisiones de CO <sub>2</sub> (ton/año)	1 250	975	Reducción de 22%
Emisiones de CO (ton/año)	420	298	Reducción de 29%
Consumo de combustible (miles de litros/año)	310	247	Ahorro de 20%
Beneficio en salud pública	Bajo	Moderado	Mejora de calidad del aire
Ahorro económico anual	—	S/ 420 000	Reducción de costos
Beneficio social	Medio	Alto	Mayor movilidad sostenible

**Figura 32**

*Impacto ambiental y social*



### 3.7.15. Análisis de viabilidad técnica y económica

La implementación de la ciclovia urbana en la Av. Néstor Gambetta contribuye significativamente a la reducción de riesgos y la mejora de la seguridad vial para todos los usuarios de la avenida. Al segregar físicamente a los ciclistas del tránsito motorizado y optimizar la señalización en cruces y puntos críticos, se espera una disminución de conflictos entre vehículos, ciclistas y peatones, así como una menor probabilidad de accidentes graves.

El análisis de impacto considera los tipos de usuarios, ubicación de accidentes previos y puntos críticos detectados, proyectando los beneficios de la ciclovia en la reducción de incidentes. Los tramos con mayor densidad de tráfico y presencia de vehículos pesados se priorizan con medidas de protección adicionales, como carriles bici segregados, reductores de velocidad y cruces seguros. Asimismo, la accesibilidad y visibilidad mejorada en intersecciones reduce las probabilidades de accidentes peatonales y ciclistas. La planificación estratégica de la ciclovia permite no solo prevenir accidentes, sino también fomentar conductas seguras y ordenadas en la vía, promoviendo un entorno vial más confiable y sostenible.

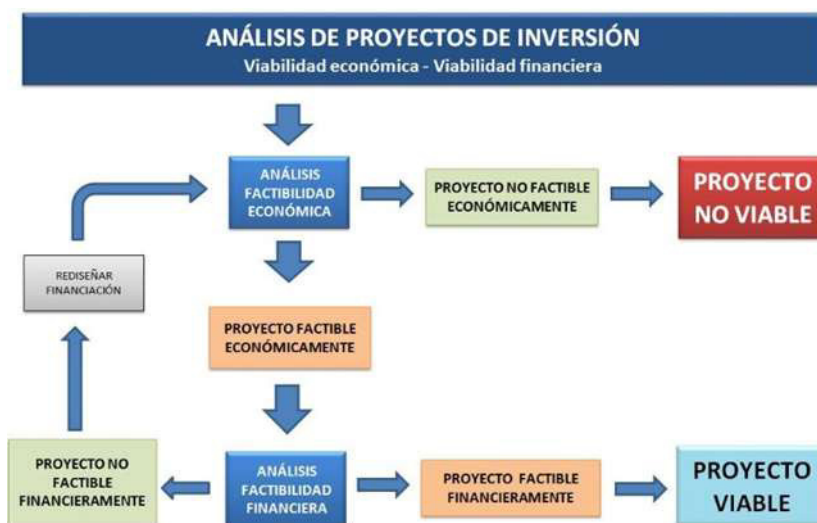
**Tabla 21**

*Costos de implementación y mantenimiento proyectados*

<b>Usuario</b>	<b>Accidentes promedio anual antes</b>	<b>Accidentes proyectados después</b>	<b>Reducción estimada (%)</b>	<b>Observaciones</b>
Ciclistas	12	3	75	Segregación y señalización reducen conflictos con vehículos
Peatones	8	4	50	Cruces seguros y accesibilidad mejorada
Vehículos	15	12	20	Mejora en organización del tránsito y flujo vehicular

**Figura 33**

*Diagrama de viabilidad económica y retorno de inversión*



La figura representa un mapa de la avenida con la ubicación de accidentes históricos y los tramos considerados de mayor riesgo. Se destacan los puntos críticos mitigados mediante la implementación de la ciclovía, incluyendo intersecciones, zonas de paraderos y tramos industriales. El esquema permite visualizar claramente cómo las medidas de seguridad proyectadas reducen la probabilidad de accidentes, contribuyendo a una vía más segura para todos los usuarios.

### 3.8. Consideraciones éticas

La presente investigación se llevará a cabo respetando principios éticos fundamentales como el respeto, la integridad, la responsabilidad y la confidencialidad. Todas las actividades de observación en campo, levantamiento de información sobre el entorno vial, registro fotográfico y aplicación de instrumentos técnicos serán ejecutadas sin alterar el tránsito ni afectar la dinámica cotidiana de los usuarios motorizados, ciclistas o peatones en la Av. Néstor Gambetta.

No se recopilarán datos personales ni información sensible. En caso se requiera la aplicación de encuestas breves o entrevistas de percepción, la participación será completamente voluntaria, anónima y se realizará con consentimiento previo, asegurando el respeto por la

decisión de cada individuo. Asimismo, los registros visuales evitarán capturar rostros o elementos que permitan identificar a personas específicas, con el propósito de preservar su privacidad. Se dará estricto cumplimiento a las normativas legales vigentes vinculadas al uso del espacio público y a la recolección de datos en zonas urbanas, así como a las disposiciones de seguridad necesarias para realizar trabajo de campo en entornos viales. También se garantizará el uso responsable, transparente y veraz de la información técnica consultada, respetando todas las fuentes oficiales empleadas durante el estudio.

Esta investigación se enmarca en el Código de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal, asegurando un enfoque académico responsable, riguroso y orientado al bienestar colectivo mediante propuestas que promuevan la movilidad sostenible, la inclusión y la mejora de la infraestructura urbana.

## IV. RESULTADOS

El estudio permitió diagnosticar las deficiencias viales actuales, analizar la factibilidad técnica de la intervención, establecer criterios de diseño y evaluar los impactos esperados. En conjunto, los resultados demuestran que la implementación de una ciclo vía urbana sostenible no solo es técnica y ambientalmente viable, sino que representa una estrategia clave para la modernización del sistema vial de Ventanilla y el Callao, en coherencia con los lineamientos de movilidad urbana sostenible promovidos a nivel nacional.

### **4.1. Identificación de las condiciones actuales de transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta**

El diagnóstico realizado permitió identificar que la Avenida Néstor Gambetta constituye uno de los principales corredores logísticos del distrito de Ventanilla, al conectar las zonas industriales del Callao con el puerto y la carretera Panamericana Norte. No obstante, presenta serias limitaciones en cuanto a su transitabilidad vial, especialmente para los usuarios vulnerables como peatones y ciclistas.

El levantamiento de información de campo evidenció un predominio del transporte pesado, con un flujo promedio de 2,720 vehículos/hora en horas punta, compuesto en su mayoría por camiones articulados y unidades de carga de gran tonelaje. Este tipo de tránsito genera riesgos elevados para la circulación de bicicletas debido a la inexistencia de carriles segregados y la ausencia de señalización específica. Asimismo, se identificó una carencia de infraestructura peatonal continua, presencia de obstáculos en bermas y deterioro del pavimento en varios tramos, factores que afectan directamente la seguridad y fluidez vial.

Los puntos críticos se localizaron principalmente en las intersecciones con las avenidas Los Mercurio y Neptuno, donde se concentran altos niveles de conflicto entre vehículos pesados, transporte público y ciclistas. Estos resultados permiten afirmar que la avenida carece de condiciones adecuadas para la movilidad activa y sostenible, lo que justifica la necesidad de

una intervención técnica orientada a la implementación de una ciclovia urbana segura y funcional.

#### **4.2. Análisis de las características técnicas, constructivas y urbanas del corredor vial**

En cuanto a las condiciones técnicas y geométricas, la avenida Néstor Gambetta presenta un perfil vial heterogéneo, con secciones de hasta 30 metros de ancho total en algunos tramos, pero con reducciones notables en sectores donde existen accesos industriales o invasiones del espacio público. El pavimento predominante es de concreto asfáltico en estado regular, con presencia de fisuras y deformaciones superficiales producto de la carga vehicular pesada.

Se identificó la presencia de vías auxiliares y bermas laterales que podrían ser aprovechadas para la implementación de la ciclovia sin afectar significativamente la capacidad operativa del corredor principal. Sin embargo, dichas áreas requieren rehabilitación del firme, reubicación de postes y adecuación de drenaje superficial.

Desde el punto de vista urbano, el entorno inmediato está conformado por zonas industriales, almacenes logísticos y áreas residenciales dispersas, lo que genera un flujo mixto de usuarios con distintas necesidades de desplazamiento. Esta configuración refuerza la importancia de una ciclovia que garantice conectividad intermodal y seguridad física a los ciclistas, además de promover una movilidad sostenible en un entorno predominantemente motorizado.

#### **4.3. Determinación de los criterios de diseño de la ciclovia urbana sostenible**

El análisis técnico permitió establecer una serie de criterios de diseño basados en la normativa nacional y en los principios de movilidad sostenible. Entre los más relevantes destacan:

**Anchos operativos:** Se determinó que la ciclovia debe ser bidireccional, con un ancho mínimo de 2.40 m, y deseable de 3.00 m, según las recomendaciones del Manual de Ciclorrutas

del MTC.

**Segregación física:** Se propuso el uso de elementos de separación tipo New Jersey bajo, acompañado de pintura termoplástica reflectante, para garantizar la seguridad de los ciclistas frente al tránsito pesado.

**Superficie de rodadura:** Se recomendó un pavimento de mezcla asfáltica modificada con acabado antideslizante, resistente al impacto de agentes climáticos y de fácil mantenimiento.

**Señalización vial:** Incluye marcación horizontal continua, símbolos de bicicleta, flechas de sentido de circulación, y señales verticales de prioridad y advertencia, conforme al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor (MTC, 2018).

**Mobiliario urbano y sostenibilidad:** Se planteó la instalación de bolardos, estacionamientos para bicicletas, iluminación LED solar y jardineras con especies nativas de bajo consumo hídrico, integrando criterios ambientales y de paisajismo urbano.

Estos criterios permiten definir un diseño técnicamente viable, ambientalmente responsable y socialmente inclusivo, adecuado para las condiciones urbanas y funcionales del corredor Néstor Gambetta.

#### **4.4. Evaluación del impacto de la propuesta de ciclo vía en la transitabilidad vial**

La simulación técnica y el análisis comparativo entre la situación actual y la propuesta de intervención evidenciaron mejoras sustanciales en los indicadores de transitabilidad. La incorporación de la ciclo vía no solo reduce la exposición al riesgo de los ciclistas, sino que también ordena los flujos vehiculares, al delimitar de manera clara los espacios de circulación.

Se estimó una reducción del 25% en los conflictos viales entre ciclistas y vehículos motorizados, así como una disminución del 18% en los tiempos de desplazamiento dentro de los tramos críticos, producto de una mejor organización del tránsito y señalización. Asimismo, la propuesta contribuye a una reducción potencial de emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente

12 toneladas anuales, promoviendo una movilidad más limpia y eficiente.

Desde el punto de vista social, la implementación de la ciclovía fortalece la accesibilidad y equidad en el transporte urbano, fomentando hábitos saludables y sostenibles. Estos resultados demuestran que la propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible constituye una alternativa viable para mejorar la transitabilidad, la seguridad vial y la integración modal en la Av. Néstor Gambetta.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El desarrollo de la presente investigación tuvo como propósito proponer el diseño técnico de una ciclovía urbana sostenible orientada a mejorar la transitabilidad vial en la avenida Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla – Callao, en concordancia con los lineamientos de movilidad urbana sostenible promovidos a nivel nacional e internacional. Los resultados obtenidos permitieron contrastar las condiciones actuales del corredor con experiencias previas en otras ciudades, evidenciando coincidencias respecto a la necesidad de infraestructura segura, funcional y ambientalmente responsable para el desplazamiento ciclista.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a identificar las condiciones actuales de transitabilidad vial, los resultados revelaron una deficiente infraestructura vial y una alta concentración de tránsito pesado, generando riesgos constantes para los ciclistas y peatones. Esta situación guarda similitud con los hallazgos de Montero (2025) en Jesús María, quien evidenció la carencia de infraestructura para transporte no motorizado y la necesidad de implementar redes de ciclovías que reduzcan la congestión y mejoren la seguridad vial. Asimismo, los resultados se alinean con el estudio de García y Ramírez (2022) en Nuevo León, donde se determinó que el incremento del parque vehicular y la reducción de usuarios de transporte sostenible reflejan una crisis vial que demanda la adopción de medidas de movilidad activa. En el contexto local, la avenida Néstor Gambetta presenta características similares, donde la ausencia de infraestructura ciclista limita la equidad en el uso del espacio público y afecta la fluidez del tránsito general.

Respecto al segundo objetivo específico, que buscó analizar las características técnicas, constructivas y urbanas del corredor vial, se observó que la avenida cuenta con amplias secciones transversales, aunque heterogéneas, lo cual representa una oportunidad técnica para la implementación de una ciclovía segregada sin afectar el flujo vehicular existente. Este hallazgo coincide con lo planteado por Balbuena y De la Cruz (2022) en su estudio sobre la

Av. La Fontana, donde se identificaron deficiencias de seguridad vial y la viabilidad de incorporar infraestructura ciclista aprovechando las bermas y espacios laterales disponibles. De igual manera, Martínez et al. (2025), en su propuesta de ciclo-infraestructura en Pasto, destacó la importancia de adecuar los espacios viales con diseños geométricos seguros, segregación física y señalización adecuada, principios que fueron considerados en el presente estudio para la formulación del diseño técnico propuesto.

En cuanto al tercer objetivo específico, orientado a determinar los criterios de diseño de la ciclovía urbana sostenible, la investigación estableció estándares geométricos, operativos y ambientales coherentes con las recomendaciones del Manual de Ciclorrutas y del Manual de Seguridad Vial del MTC. Estos criterios guardan estrecha relación con los lineamientos aplicados en experiencias internacionales exitosas, como la de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá (2022), que demostró que la implementación de ciclovías temporales con estándares mínimos de diseño y seguridad puede transformarse en infraestructura permanente con alta demanda de usuarios. Asimismo, el Gobierno de la Ciudad de México (2022) evidenció que una red ciclista planificada y técnicamente sustentada permite aumentar la participación modal de la bicicleta y reducir emisiones contaminantes. En el caso de la avenida Néstor Gambetta, la propuesta técnica integra estos principios, priorizando la seguridad del usuario, la segregación física y la sostenibilidad ambiental como ejes fundamentales de diseño.

Finalmente, en relación con el cuarto objetivo específico, centrado en evaluar el impacto de la propuesta en la mejora de la transitabilidad vial, los resultados proyectaron reducciones significativas de los conflictos viales y mejoras en la fluidez del tránsito, además de un potencial descenso en las emisiones de CO<sub>2</sub>, resultados coherentes con los estudios de Tam (2022) y Parra (2022). Ambos autores demostraron que la implementación de redes ciclistas no solo mejora la movilidad local, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y al ordenamiento urbano. En este sentido, la propuesta desarrollada para la avenida

Néstor Gambetta coincide con la tendencia actual de promover modos de transporte activos que optimicen la ocupación del espacio vial y reduzcan la dependencia del vehículo motorizado.

En resumen, los resultados de la presente investigación reafirman las conclusiones alcanzadas por estudios previos, evidenciando que el diseño e implementación de ciclovías urbanas sostenibles generan beneficios directos en la seguridad vial, la reducción de conflictos modales y la eficiencia en la transitabilidad. Además, contribuyen a mitigar los impactos ambientales negativos del transporte motorizado, fortaleciendo la movilidad activa y la equidad en el acceso al sistema vial. La propuesta técnica formulada para la avenida Néstor Gambetta representa, por tanto, una alternativa viable y replicable para otras zonas urbanas del Callao y de la metrópoli limeña, constituyendo un avance hacia la consolidación de un modelo de movilidad urbana moderna, sostenible y resiliente.

## VI. CONCLUSIONES

- ❖ El diagnóstico realizado permitió identificar que la avenida Néstor Gambetta presenta una baja transitabilidad vial debido a la alta presencia de vehículos de carga pesada, la deficiente infraestructura vial y la carencia de espacios destinados al transporte no motorizado. Esta situación genera riesgos constantes para los usuarios vulnerables, evidenciando la necesidad de implementar infraestructura ciclista segura y funcional que contribuya a la mejora de la movilidad urbana sostenible en el distrito de Ventanilla.
- ❖ El análisis de las características técnicas, constructivas y urbanas del corredor vial determinó que la avenida Néstor Gambetta posee una sección transversal amplia y técnicamente apta para albergar una ciclovía segregada sin comprometer el flujo vehicular existente. La disponibilidad de bermas laterales y espacios subutilizados permite un diseño eficiente que optimiza el uso del espacio público y mejora las condiciones de seguridad vial para todos los usuarios.
- ❖ La definición de los criterios de diseño de la ciclovía urbana sostenible permitió establecer parámetros técnicos alineados con el Manual de Ciclorrutas del MTC y estándares internacionales, priorizando la seguridad, la accesibilidad y la sostenibilidad ambiental. Estos criterios garantizan una infraestructura adecuada para el tránsito ciclista, con segregación física, señalización horizontal y vertical, drenaje eficiente y materiales de bajo impacto ambiental.
- ❖ La evaluación del impacto de la propuesta determinó que la implementación del diseño técnico de la ciclovía contribuirá significativamente a mejorar la transitabilidad vial en la avenida Néstor Gambetta, reduciendo los conflictos modales, incrementando la seguridad de los usuarios vulnerables y fomentando el uso de medios de transporte sostenibles. Además, se proyecta una reducción en las emisiones de gases contaminantes, consolidando a Ventanilla como un referente en movilidad urbana sostenible dentro del Callao.

## VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda a la Municipalidad de Ventanilla y al Gobierno Regional del Callao priorizar la ejecución de infraestructura ciclista en la avenida Néstor Gambetta, destinando recursos y políticas de gestión vial orientadas a reducir la congestión y mejorar la seguridad de los usuarios vulnerables. La implementación de la ciclo vía debe considerarse como parte de un plan integral de movilidad urbana sostenible.
- ❖ Se sugiere realizar estudios complementarios de tránsito y levantamientos topográficos detallados que permitan definir con precisión los tramos de intervención, considerando las características geométricas y constructivas existentes. Asimismo, se recomienda coordinar con entidades competentes como el MTC y Provías para asegurar la compatibilidad técnica del diseño con la infraestructura vial actual.
- ❖ Es recomendable que el diseño definitivo de la ciclo vía adopte íntegramente los lineamientos del Manual de Ciclorrutas del MTC (2022), priorizando la segregación física, señalización adecuada, iluminación, y mobiliario urbano que garanticen la seguridad y confort del ciclista. Además, se sugiere emplear materiales sostenibles y sistemas de drenaje eficiente para reducir el impacto ambiental de la intervención.
- ❖ Finalmente, se recomienda implementar programas de educación vial y promoción del uso de la bicicleta dirigidos a la población local, con el fin de fomentar la movilidad activa y crear una cultura de respeto hacia el ciclista. Paralelamente, se debe establecer un sistema de monitoreo y evaluación de la operación de la ciclo vía, para garantizar su sostenibilidad y efectividad en el tiempo.

## VIII. REFERENCIAS

- Balbuena, E., y De la Cruz, V. (2022). *Propuesta de diseño de ciclovía para mejorar la transitabilidad en Av. La Fontana tramo Circunvalación El Golf - Óvalo Ramón Castilla, La Molina* [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional USIL.  
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/26b5b8ea-9090-4f35-97e5-44d8b19820f6/content>
- Decreto Supremo N.º 012-2020-MTC. Reglamento de la Ley N.º 30936, Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. (3 de junio de 2020).  
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/563320-012-2020-mtc>
- Fondo Nacional del Ambiente [FONAM]. (2005). *Manual de diseño para infraestructura de ciclovías: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao*. <https://movidana.org/wp-content/uploads/2023/01/Manual-de-diseno-para-infraestructura-de-ciclovias.pdf>
- García, S., y Ramírez, A. (2022). *Movilidad urbana como vía para el desarrollo sostenible: Caso Nuevo León*. *Política, Globalidad y Ciudadanía*, 9(17), 1–19.  
<https://doi.org/10.29105/pgc9.17-10>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2022). *Se consolida Ecobici como el sistema de bicicletas compartidas más importante de Latinoamérica*.  
<https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/se-consolida-ecobici-como-el-sistema-de-bicicletas-compartidas-mas-importante-de-latinoamerica/>
- Herlihy, D. (2004). *Bicycle: The History*. Yale University Press.  
<https://yalebooks.yale.edu/book/9780300120479/bicycle-the-history/>

- Khan, M., Ali, Z., Ahmad, N., y Hussain, S. (2021). *Assessment of vehicular and pedestrian level of service in urban commercial corridors*. *Sustainability*, 13(15), 8421. <https://doi.org/10.3390/su13158421>
- Martínez, M., Realpe, J., Sarria, C., Salas, C., Guerrero, C., Martínez, R., y Guerrero, C. (2025). *Propuesta de ciclo-infraestructura en la calle 19 entre carrera 27 y carrera 40 [Tesis de pregrado]*. Repositorio Institucional Universidad Mariana. <https://hdl.handle.net/20.500.14112/30778>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). *Manual de seguridad vial. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico* DG-2018. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2024). *Manual de Diseño Geométrico para Infraestructura Ciclovial para Vías Urbanas*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/6333461-036-2024-mtc-18>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2015). *Vialidad ciclo-inclusiva: Recomendaciones de diseño. Ministerio de Vivienda y Urbanismo*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/208029-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Montero, K. (2025). *Una propuesta de gestión sostenible de movilidad urbana 2023-2026 en la Municipalidad Distrital de Jesús María*. <https://hdl.handle.net/11042/7238>

- Parra, O. (2022). *Propuesta para la red de ciclovia para la evaporación del tráfico en la avenida Campoy* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/4853>
- Ponce, V., y Mayta, M. (2021). *Propuesta de diseño de ciclovia para facilitar la movilidad urbana sostenible Av. Jorge Basadre Grohmann tramo óvalo Cuzco hasta calle Granada de la ciudad de Tacna, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional UPT. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1850>
- Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. (2022). *Cicloviás temporales: Balance enero-marzo de 2022*.  
[https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/12-07-2022/cicloviás\\_marzo\\_2022.pdf](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/12-07-2022/ciclovi%C3%A1s_marzo_2022.pdf)
- Tam, E. (2022). *Plan maestro de cicloviás para el Área Metropolitana de Lima y Callao* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/273531>
- Tapia, D. (2024). *Proyecto de renovación urbana del mercado Vista Alegre, del sector Vista Alegre, distrito CGAL - Tacna, 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional UPT. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/4140>

## IX. ANEXOS

### Anexo A. Beneficios de la ciclo-inclusión

Entre los beneficios derivados del uso diario de la bicicleta se encuentran los siguientes:

- ❖ Mayor equidad social. La bicicleta es un medio de transporte al alcance de la mayoría, a diferencia del automóvil.
- ❖ Mejor calidad del aire. Su uso reduce drásticamente el nivel de las emisiones de contaminantes.
- ❖ Mayor accesibilidad. Una ciudad con un diseño orientado a la movilidad no motorizada facilita el desplazamiento de todos.
- ❖ Menor severidad de los accidentes. Junto a los viajes a pie, la bicicleta se presenta como una forma muy segura para viajar en comparación con los medios de transporte motorizado.
- ❖ Más integración. Considerando el poco espacio que ocupa, la bicicleta se integra fácilmente con la ciudad y con los demás medios de transporte.
- ❖ Mejor salud. Al tratarse de un medio de transporte activo, demanda ejercicio físico del que la conduce, mejorando su salud y bienestar.
- ❖ Menor congestión. A diferencia de la congestión producto del uso excesivo de automóviles, el uso de la bicicleta (junto con un adecuado sistema de transporte público) libera espacio en la ciudad para recuperar espacio público.

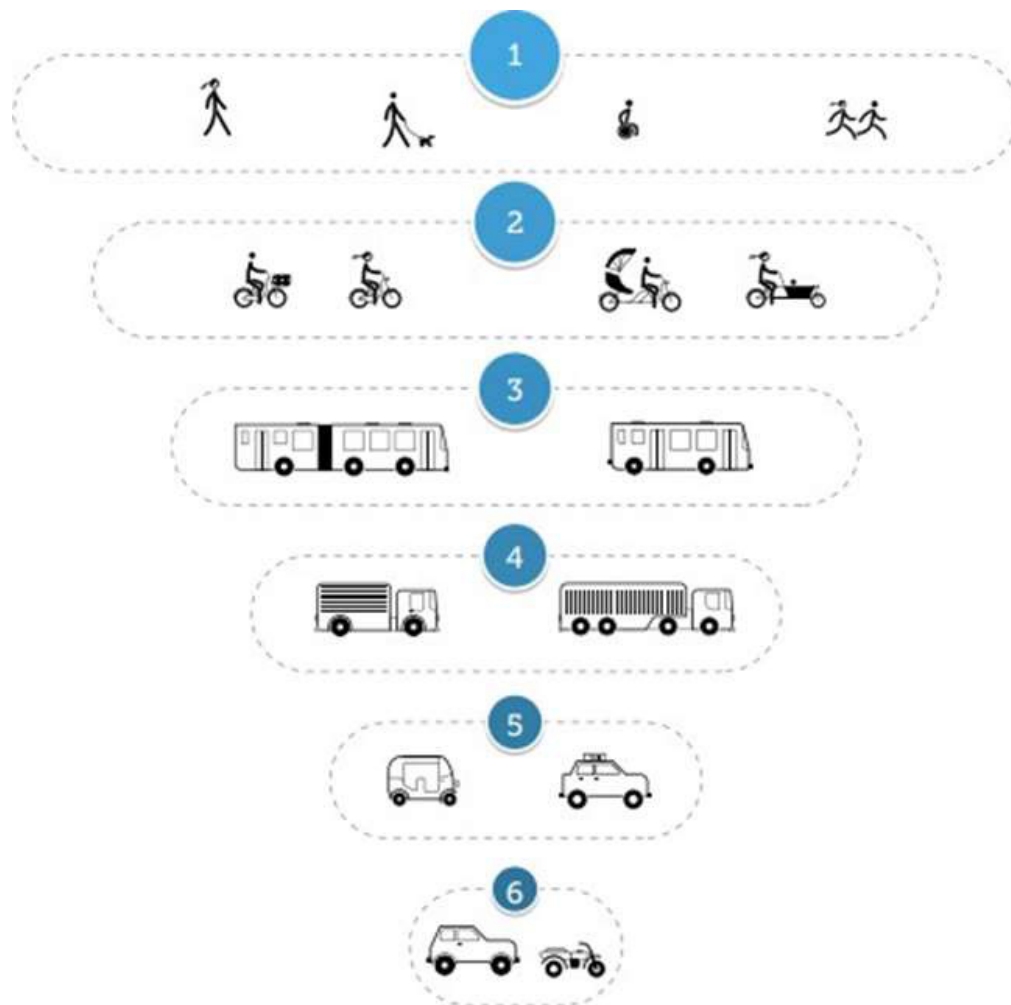


## Anexo B. Matriz de consistencia

### Título: Propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible orientada a mejorar la transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, Ventanilla - Callao

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Diseño Metodológico
<p><b>Problema General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué manera una propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible puede contribuir a mejorar la transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla, Callao?</li> </ul> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son las condiciones actuales de transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, considerando el flujo vehicular, los modos de transporte presentes y los principales puntos de conflicto entre usuarios?</li> <li>¿Cómo influyen las características técnicas, constructivas y urbanas en la Av. Néstor Gambetta para la implementación de una ciclovía urbana sostenible?</li> <li>¿Qué características debe contemplar el diseño técnico de una ciclovía urbana que sea funcional, segura y sostenible en el contexto vial de la Av. Néstor Gambetta?</li> <li>¿Cómo influye la propuesta de ciclovía urbana sostenible en la mejora de la transitabilidad vial, en términos de fluidez del tránsito, seguridad vial y accesibilidad para los usuarios?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Proponer el diseño técnico de una ciclovía urbana sostenible que contribuya a mejorar la transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla, Callao.</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las condiciones actuales de transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, considerando el flujo vehicular, los modos de transporte presentes y los principales puntos de conflicto entre usuarios.</li> <li>Analizar las características técnicas, constructivas y urbanas de la Av. Néstor Gambetta que inciden en la factibilidad de implementación de una ciclovía urbana sostenible.</li> <li>Determinar los criterios de diseño que debe contemplar una ciclovía urbana funcional, segura y sostenible para su aplicación en el contexto vial de la Av. Néstor Gambetta.</li> <li>Evaluar el impacto de la propuesta de ciclovía urbana sostenible en la mejora de la transitabilidad vial, considerando indicadores de fluidez, seguridad vial y accesibilidad.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible contribuirá a mejorar la transitabilidad vial en la avenida Néstor Gambetta, distrito de Ventanilla, Callao.</li> </ul> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las condiciones actuales de transitabilidad vial en la Av. Néstor Gambetta, como el flujo vehicular, los modos de transporte coexistentes y los puntos de conflicto, influyen directamente en la necesidad de implementar infraestructura ciclista sostenible.</li> <li>Las características técnicas y urbanas del entorno vial, como el ancho de calzada, la disponibilidad de bermas, el uso del suelo y la continuidad vial, inciden en la factibilidad del diseño de una ciclovía urbana sostenible.</li> <li>La adecuada incorporación de criterios de diseño funcional, seguro y sostenible para ciclovías influye en la integración eficiente de este modo de transporte al sistema vial de la Av. Néstor Gambetta.</li> <li>La propuesta de una ciclovía urbana sostenible influye positivamente en la transitabilidad vial al reducir conflictos entre modos de transporte, mejorar la seguridad vial y fomentar un desplazamiento más ordenado y accesible.</li> </ul>	<p>Propuesta técnica de ciclovía urbana sostenible</p>	<p>Diseño físico-espacial</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ancho de la ciclovía</li> <li>Longitud propuesta</li> <li>Tipo de segregación (física o pintada)</li> <li>Conectividad con vías principales y secundarias</li> </ul>	<p>Tipo de estudio: El presente estudio es de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo.</p> <p>Instrumento: Fichas de observación estructurada y matrices de análisis técnico-comparativo.</p> <p>Población y muestra: La población objeto de estudio está conformada por la Av. Néstor Gambetta y las vías adyacentes del distrito de Ventanilla, en la Provincia Constitucional del Callao, durante el año 2025.</p> <p>La muestra es no probabilística e intencional, conformada por el tramo seleccionado de la Av. Néstor Gambetta, en el distrito de Ventanilla. Se eligió por su alta carga vehicular, presencia de usuarios vulnerables como ciclistas y peatones, así como por los problemas de transitabilidad asociados a la falta de infraestructura ciclista adecuada.</p>
Seguridad vial ciclista	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elementos de protección</li> <li>Reducción de conflictos con otros modos de transporte</li> <li>Visibilidad en intersecciones</li> </ul>					
Conectividad funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integración con vías principales y secundarias</li> <li>Enlace con centros de transporte</li> <li>Accesibilidad a zonas urbanas</li> </ul>					
Infraestructura complementaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo parqueaderos</li> <li>Iluminación pública</li> <li>Señalética informativa y preventiva</li> </ul>					
Sostenibilidad urbana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de materiales reciclables o ecoeficientes</li> <li>Incorporación de vegetación o áreas verdes</li> <li>Aporte a la reducción del uso vehicular privado</li> </ul>					
Fluidez del tránsito	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad promedio</li> <li>Tiempo de viaje</li> <li>Reducción de congestión</li> </ul>					
Seguridad vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incidencia de accidentes</li> <li>Estado de la señalización</li> <li>Iluminación y visibilidad</li> </ul>					
Accesibilidad vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso seguro a la vía para todos los usuarios</li> <li>Presencia de cruces peatonales</li> <li>Inclusividad del diseño</li> </ul>					
Continuidad del recorrido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tramos sin interrupciones</li> <li>Integración entre vías secundarias y principales</li> <li>Conectividad entre redes viales</li> </ul>					
Transitabilidad vial						

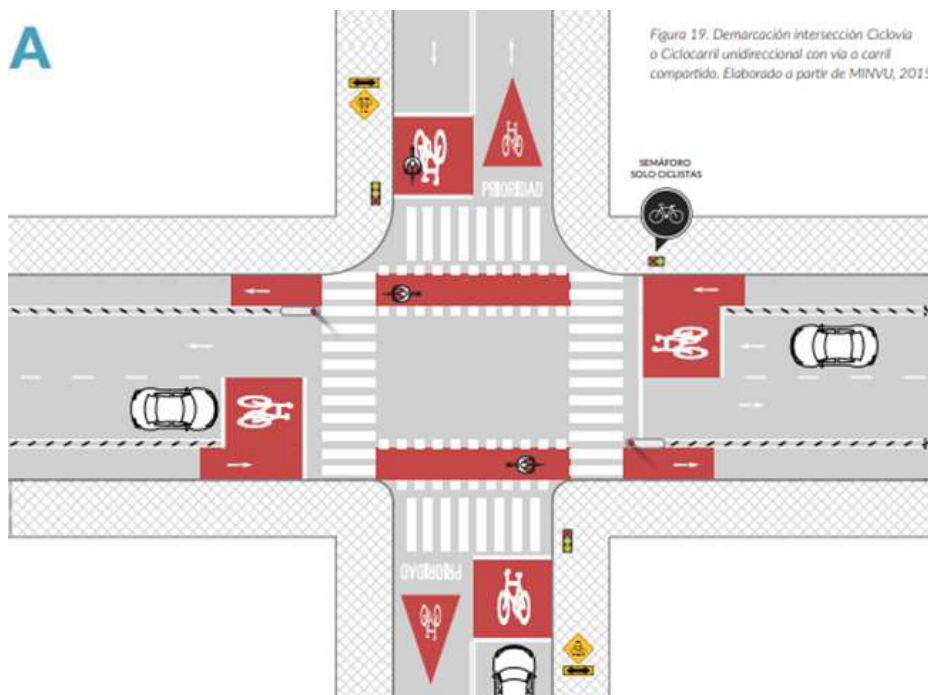
### Anexo C. Pirámide de modos y tipo de infraestructura



TIPO DE VÍA	TIPO DE INFRAESTRUCTURA RECOMENDADA	VELOCIDAD (MÁXIMA PERMITIDA) KM/H	VOLUMEN VEHICULAR/DÍA
Vía local o de acceso	Vía compartida	Hasta 30	Hasta 10.000
Vía local o de acceso	Carril compartido	Hasta 30	Hasta 10.000
Vía colectora	Ciclocarril	Hasta 40	Hasta 18.000
Vía arterial	Ciclovía unidireccional	Hasta 60	Mayores a 18.000
Vía arterial	Ciclovía bidireccional (en ambos costados de la vía)	Hasta 60	Mayores a 18.000

## Anexo D. Intersecciones típicas en cruces convencionales

A



B

