



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Diseño de una ciclovía para la Av. Sánchez Cerro en el tramo que abarca la Av. Vice y el Óvalo Cáceres en la ciudad de Piura

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Kevin Manuel Goicochea Martínez
Gabriela Nikol Laván Ojeda

Asesor(es):
Mgtr. Ing. Jorge Alberto Araujo Ñopo

Piura, octubre de 2022

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis Goicochea y Lavan.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

25933 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

155 Pages

FECHA DE ENTREGA

Oct 12, 2022 6:07 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

150147 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

26.6MB

FECHA DEL INFORME

Oct 12, 2022 6:20 PM GMT-5

● 13% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado



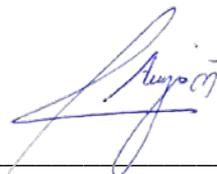
Autor

Kevin Manuel Goicochea Martínez
DNI: 74949616



Autor

Gabriela Nikol Laván Ojeda
DNI: 70103737



Asesor

Mgt. Jorge Alberto Araujo Ñopo

Dedicatoria

A Dios por la bendición del día a día, que me protege y me muestra la senda del bien.

A mi madre Elena Martínez por el apoyo incondicional en todo momento, porque sin ella no hubiese podido llegar a donde estoy ahora.

A mi padre, Felipe Goicochea por la inspiración a mejorar día a día.

Y a mis hermanos por ser motor de mi vida a seguir adelante.

Kevin Manuel Goicochea Martínez

Al Sagrado Corazón de Jesús y a la Virgen María, por haberme guiado a lo largo de mi vida, fortaleciéndome con su amor en todo momento.

A mis padres Mercedes y Heliodoro, por estar conmigo en el transcurso de mi carrera profesional y formarme en valores.

A mis hermanos Rosely, Denis, Marvin, Natalia, Yuliana y Yasmina, por confiar en mí y por brindarme su apoyo siempre.

A mis sobrinos Jhosue, Piero, Leonidas, Francisco, Diego, Paolo, Mercedes, Daniela y Gianella, por exigirme día tras día a ser un buen ejemplo para ellos.

Gabriela Nikol Laván Ojeda



Agradecimientos

A nuestro asesor de tesis Mgtr. Ing. Jorge Alberto Araujo Ñopo, por la confianza que depositó en nosotros y por habernos guiado en este proceso con sabiduría, entusiasmo y paciencia.





Resumen

Este trabajo de investigación presenta el diseño de una ciclovía en la Av. Sánchez Cerro en el tramo que abarca la Av. Vice y el Óvalo Cáceres. Este diseño está basado en los criterios establecidos en los Manuales Nacionales e Internacionales de infraestructuras ciclistas, con el fin de obtener una ciclovía óptima y segura para los usuarios.

La implementación de una ciclovía en la avenida en estudio busca incentivar el uso del vehículo no motorizado; es decir, la bicicleta y, por ende, reducir el uso del vehículo privado logrando así impulsar un modo de transporte seguro y sostenible en Piura. Es de suma importancia resaltar que este medio de transporte no emite dióxido de carbono como lo hacen los vehículos motorizados, por lo que su uso tendrá un impacto ambiental positivo. Además, las ciclovías contribuyen a reducir las congestiones vehiculares en la zona de estudio, ya que parte del tránsito motorizado podría convertirse en tránsito ciclista.

La ciclovía está proyectada sobre los separadores laterales de la Av. Sánchez Cerro, está segregada y es unidireccional con una sección transversal de 2 metros y tiene un trayecto de ida y vuelta de 1 km cada uno. A lo largo de su recorrido cuenta con accesos a las vías secundarias de los centros de atracción, cerca de los cuales se han instalado cicloparqueaderos. Además, con el fin de embellecer y hacer atractiva la ciclovía, un lado de esta, tiene como elemento segregador a los bolardos, los cuales exhiben entre ellos dos piezas rectangulares de metal que sostienen unos maceteros con flores llamativas.



Tabla de contenido

Introducción	21
Capítulo 1.....	23
Aspectos Generales.....	23
1.1 Antecedentes	23
1.2 Objetivos.....	24
1.2.1 General.....	24
1.2.2 Específicos.....	24
1.3 Zona de estudio.....	24
1.3.1 Ubicación.....	24
1.3.2 Clasificación de la vía	25
1.3.3 Características de la vía.....	25
1.3.4 Situación actual.....	26
1.3.5 Vías interceptadas.....	30
1.3.6 Centros de atracción.....	30
1.4 Movilidad Sostenible.....	31
1.5 Sistema vial del transporte ciclista en la ciudad de Piura	32
1.6 Ciclovías en el Perú.....	35
1.7 Ciclovías en el mundo	44
Capítulo 2.....	47
Criterios de diseño para una ciclovía.....	47
2.1 Reglamento para ciclovías.....	47
2.2 Tipos de ciclovías	47
2.2.1 Consideraciones de diseño sobre las tipologías de ciclovías	47
2.2.2 Vías no segregadas o Compartidas.....	49

2.2.3 Vías segregadas.....	52
2.3 Parámetros para el diseño Geométrico	55
2.3.1 Pirámide de modos	55
2.3.2 Ancho mínimo de circulación.....	61
2.3.3 Tipo infraestructura según el entorno	61
2.3.4 Criterios de Diseño de una intersección.....	62
2.3.5 Campo de visión	63
2.4 Señalización.....	64
2.4.1 Señalización vertical.....	65
2.4.2 Señalización horizontal.....	69
2.4.3 Elementos segregadores.....	71
2.4.4 Señalización para semáforos	73
2.5 Diseño de Semaforización.....	75
2.6 Tipos de pavimento.....	76
2.7 Diseño de cicloparqueaderos	78
Capítulo 3.....	79
Propuesta de diseño de la ciclovía.....	79
3.1 Diseño Geométrico	79
3.1.1 Tipo de vía	79
3.1.2 Ancho de la vía.....	79
3.1.3 Elemento segregador.....	80
3.1.4 Estructura del pavimento.....	83
3.1.5 Transición de vía ciclista.....	85
3.1.6 Diseño de intersecciones.....	87
3.2 Señalización.....	91
3.3 Semaforización.....	97
3.4 Cicloparqueaderos.....	103
3.5 Plan de acción para obstáculos.....	103
3.6 Estimación de Costos	112
3.7 Estudio de tráfico	114

3.8 Análisis y comparación de la propuesta de ciclovía	125
3.9 Planos definitivos de la ciclovía.....	126
Conclusiones.....	127
Recomendaciones.....	129
Referencias bibliográficas	131
Apéndices	135
Apéndice A Clasificación de suelos en la ciudad de Piura.....	136
Apéndice B Cuento de Estudio de Tráfico (Día 1).....	137
Apéndice C Cuento de Estudio de Tráfico (Día 2)	138
Apéndice D Cuento de Estudio de Tráfico (Día 3).....	139
Apéndice E Ciclista transportándose en medio del tráfico vehicular	140
Apéndice F Repartidor de Rappi haciendo delivery en bicicleta	141
Apéndice G Ciclista transportándose por la vereda destinada para peatones	142
Apéndice H Ciclista transportándose por la vereda destinada para peatones.....	143
Apéndice I Ciclistas transportándose por la vereda destinada para peatones en el sentido opuesto al carril de la vía	144
Planos.....	145
Planos A Trayectoria de la ciclovía diseñada.....	146
Planos B Señalización de la ciclovía diseñada.....	157



Lista de tablas

Tabla 1. Ámbito de la zona de estudio.....	24
Tabla 2. Lista de vías interceptadas.....	30
Tabla 3. Centros de atracción.....	31
Tabla 4. Descripción de las dos ciclovías de Piura.....	32
Tabla 5. Ubicación y dimensiones de la Ciclovía Recreativa del Área Metropolitana de Piura	35
Tabla 6. Esquema de la red de infraestructura ciclovial	49
Tabla 7. Dimensiones básicas estándar por tipo de bicicleta	57
Tabla 8. Dimensiones estándar de ancho libre de circulación por tipo de infraestructura.	61
Tabla 9. Tipo de infraestructura recomendado según las condiciones de velocidad y volumen de los motorizados de la vía.	61
Tabla 10. Señales vigentes y recomendaciones de aplicación en infraestructura ciclovial.....	66
Tabla 11. Señales reglamentarias adicionales propuestas.....	67
Tabla 12. Señales preventivas vigentes	68
Tabla 13. Señales informativas vigentes y propuestas	68
Tabla 14. Situaciones para la implementación de semáforos	75
Tabla 15. Altura mínima	81
Tabla 16. Cuadro comparativo de pavimento Rígido y Flexible.....	83
Tabla 17. Costo estimado de la estructura de Pavimento Flexible.....	84
Tabla 18. Costo estimado de la estructura de Pavimento Rígido	85
Tabla 19. Señales que complementan el diseño de la ciclovía.....	91
Tabla 20. Total de árboles y postes afectados	105
Tabla 21. Presupuesto estimado de la ciclovía.....	112

Tabla 22. Días y horarios del conteo vehicular y ciclista.....114

Tabla 23. Estaciones de conteo vehicular y ciclista114



Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.....	25
Figura 2. Sección típica en las progresivas km 1+720 y km 1+950	26
Figura 3. Infraestructura actual	26
Figura 4. Ciclista (repartidor de Glovo) trasladándose por la intersección de la avenida Vice y el Óvalo Cáceres. (18/12/2021, 3:00 p.m.).....	27
Figura 5. Ciclista trasladándose hacia la avenida Sánchez Cerro proveniente de la Avenida Vice. (18/12/2021, 3:04 p.m.).....	28
Figura 6. Ciclista trasladándose por la vereda del trayecto de la avenida Sánchez Cerro al Óvalo Cáceres a la altura de Real Plaza. (18/12/2021, 3:08 p.m.).....	28
Figura 7. Ciclista proveniente de la avenida Sánchez Cerro (Auxiliar) en dirección a la avenida Vice. (20/12/2021, 12:15 p.m.)	29
Figura 8. Ciclista trasladándose por la vereda en dirección contraria al trayecto de la calzada auxiliar de la avenida Sánchez Cerro. (20/12/2021, 12:25 p.m.).....	29
Figura 9. Ciclovía de la Av. José Eugenio Aguilar Santisteban en la intersección con la ciclovía de la Avenida Chulucanas	33
Figura 10. Ciclovía de la Avenida Chulucanas, donde se puede apreciar un separador central entre los carriles.....	34
Figura 11. Ciclovías existentes en la ciudad de Piura.....	34
Figura 12. Red existente y proyectada de ciclo-infraestructura en Lima y su área metropolitana	35
Figura 13. Ciclovía de la Av. Universitaria	36
Figura 14. Sardinell de la ciclovía ha sido retirado y no se ha vuelto a construir	37
Figura 15. Trayectoria de la ciclovía de la Av. Colonial.....	37
Figura 16. Ciclista en la ciclovía de la Av. Colonial	38
Figura 17. Infraestructura de la ciclovía de la Av. Colonial	38
Figura 18. Trayectoria de la ciclovía de la Av. Tomás Valle	39

Figura 19. Infraestructura de la ciclovia de la Av. Tomás Valle.....	39
Figura 20. Trayectoria de la ciclovia de la Av. Arequipa	40
Figura 21. Infraestructura de la ciclovia de la Av. Arequipa.....	40
Figura 22. Trayectoria de la ciclovia de la Av. Salaverry	41
Figura 23. Infraestructura de la ciclovia de la Av. Salaverry.....	41
Figura 24. Trayectoria de la ciclovia Malecones en Miraflores.....	42
Figura 25. Infraestructura de la ciclovia en Malecón de Miraflores.....	43
Figura 26. Trayectoria de la ciclovia en Av. Larco	43
Figura 27. Infraestructura de la ciclovia en el Malecón de Miraflores	44
Figura 28. Ciclovia del Puente Hovenring, Países Bajos	45
Figura 29. Ciclovia en Shimanami Kaido	45
Figura 30. La ciclovia dominical en Bogotá	46
Figura 31. Recomendaciones para decisiones de segregación o integración según velocidad e intensidad de tráfico	48
Figura 32. Usuarios de la bicicleta en Barcelona compartiendo el espacio con otros modos.....	49
Figura 33. Esquema de vía compartida	50
Figura 34. Esquema de vía Carril compartido	51
Figura 35. Esquema Ciclocarril.....	52
Figura 36. Esquema de una ciclovia unidireccional	53
Figura 37. Esquema de una ciclovia unidireccional.....	53
Figura 38. Esquema de una cicloacera unidireccional	54
Figura 39. Esquema de una cicloacera bidireccional.....	54
Figura 40. Esquema de una cicloacera en corredor verde	54
Figura 41. Pirámide de modos y características	55
Figura 42. Usuarios de la bicicleta en Lima	57
Figura 43. Bicicleta cotidiana y utilitaria de uso urbano.....	58
Figura 44. Dimensiones de bicicleta urbana y tipo Bullitt.....	58
Figura 45. Espacio libre requerido por un ciclista urbano en una ciclovia unidireccional	59
Figura 46. Espacio libre requerido por un ciclista urbano en una ciclovia unidireccional con adelantamiento	60

Figura 47. Espacio libre requerido por un ciclista urbano en una cicloavía Bidireccional	60
Figura 48. Demarcación intersección cruce de ciclistas. Arriba, Kaohsiung, China	62
Figura 49. A lo largo del corredor y en la intersección, Lima.....	63
Figura 50. Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones.....	64
Figura 51. Línea de deseo vs ruta obligada	64
Figura 52. Pictograma existente de una bicicleta de carretera (izquierda) y pictograma propuesto de una bicicleta urbana (derecha)	65
Figura 53. Pictograma bicicleta en infraestructuras ciclistas y localización con respecto a la esquina	69
Figura 54. Flechas que indican el sentido de circulación o los giros en infraestructuras ciclistas	69
Figura 55. Características para infraestructuras ciclistas que tienen más de un carril.....	70
Figura 56. Señales de detención en cicloavía, ciclocarril o cicloacera.....	71
Figura 57. Demarcación roja para cruces de cicloavía, ciclocarriles o cicloaceras y su respectiva delimitación con cuadros blancos.....	71
Figura 58. Elementos segregadores de cicloavía	72
Figura 59. Bordillos separadores	72
Figura 60. Modelo de bolardo.....	73
Figura 61. Modelo de bolardo.....	73
Figura 62. Semáforos para bicicletas	74
Figura 63. Semáforo para bicicletas adosado al semáforo vehicular (Barcelona)	74
Figura 64. Tipos de pavimento.....	77
Figura 65. Especificaciones de diseño U Invertida.....	78
Figura 66. Separador donde se proyecta la cicloavía.....	79
Figura 67. Espacio ocupado por el ciclista para su recorrido.....	80
Figura 68. Estado actual de uno de los separadores laterales de la vía	80
Figura 69. Sardinela existente.....	81
Figura 70. Ubicación y medidas de los bolardos	82
Figura 71. Ubicación y medidas de los sardineles	82
Figura 72. Modelo de cicloavía proyectada.....	83
Figura 73. Detalle de Pavimento rígido y flexible para la cicloavía	84
Figura 74. Distribución de la Av. Sánchez Cerro con la cicloavía incluida.....	85

Figura 75. Transición de calzada a la ciclovía derecha.....	86
Figura 76. Transición de la calzada a la ciclovía izquierda.....	86
Figura 77. Transición de la ciclovía izquierda a la calzada	87
Figura 78. Transición de la ciclovía derecha a la calzada.....	87
Figura 79. Ciclovía a la altura del Óvalo Cáceres	88
Figura 80. Bosquejo del paradero en la actualidad.....	88
Figura 81. Bosquejo modificado del paradero	89
Figura 82. Paradero entre las progresivas km 1+680 y km 1+700	89
Figura 83. Ciclovía a la altura de la Av. Vice	90
Figura 84. Reducción del carril de la calzada auxiliar debido a la ciclovía izquierda.....	91
Figura 85. Demarcación típica de una sección de la ciclovía de la parte derecha	92
Figura 86. Ubicación actual de la estructura de drenaje y el cruce peatonal clausurado .	93
Figura 87. Demarcación típica del acceso de la ciclovía a los cruces con rompemuella de caucho	94
Figura 88. Demarcación típica del acceso de la ciclovía a los cruces con badén de drenaje.....	94
Figura 89. Señalización horizontal y vertical en la intersección.....	95
Figura 90. Señalización horizontal y vertical en el Óvalo Cáceres	96
Figura 91. Giros permitidos en la intersección de la Av. Sánchez Cerro y la Av. Vice.....	97
Figura 92. Regiones para el cruce vehicular y peatonal	98
Figura 93. Ubicación de accesos a la intersección y la corrección de los giros a la izquierda	99
Figura 94. Diagrama de fases de la intersección	99
Figura 95. Semáforo mixto de vehículos y ciclistas para cruce longitudinal.....	100
Figura 96. Semáforo mixto de peatones y ciclistas para cruce transversal.....	101
Figura 97. Ubicación de los semáforos peatonales y vehiculares existentes complementados	102
Figura 98. Cicloparqueaderos.....	103
Figura 99. Mediciones en campo	103
Figura 100. Ubicación actual de los árboles en los separadores laterales de la Av. Sánchez Cerro	104

Figura 101. Ubicación actual de los postes de diámetro de 30cm ($\varnothing=30\text{cm}$) en los separadores laterales de la Av. Sánchez Cerro	104
Figura 102. Ancho de Ciclovía Bidireccional Obstáculos Laterales (árboles).....	105
Figura 103. Ubicación propuesta para los árboles y postes en los separadores laterales de la Av. Sánchez Cerro	106
Figura 104. Medición en campo del ancho de las cunetas.....	106
Figura 105. Tapas de concreto para facilitar acceso a los ciclistas	107
Figura 106. Cunetas.....	107
Figura 107. Estructura de las cunetas	107
Figura 108. Detalle de las tapas de concreto a usar en el proyecto	108
Figura 109. Sección transversal de la situación posterior al proyecto.....	108
Figura 110. Ejemplo de tapas de concreto en los cruces de la ciclovía a las calles secundarias	108
Figura 111. Ubicación del buzón en el área de la ciclovía proyectada	109
Figura 112. Solución al obstáculo que presentaba el buzón.....	109
Figura 113. Situación actual cuneta de drenaje pluvial.....	110
Figura 114. Sección transversal de la situación posterior al proyecto.....	110
Figura 115. Detalle de las tapas de concreto a usar en el proyecto	111
Figura 116. Vista en planta de la solución al obstáculo que presentaban las cunetas perpendiculares a la calzada secundaria	111
Figura 117. Vista en perfil de la solución al obstáculo que presentaban las cunetas perpendiculares a la calzada secundaria.....	111
Figura 118. Equivalencia de distribución geométrica y distribución de flujo vehicular ...	114
Figura 119. Estación de conteo 1 (EP – 01)	115
Figura 120. Composición del tráfico en la estación de conteo EP – 01 (Día 1)	116
Figura 121. Composición del tráfico en la estación de conteo EP – 01 (Día 2).....	116
Figura 122. Composición del tráfico en la estación de conteo EP – 01 (Día 3)	117
Figura 123. Estación de conteo 2 (EP – 02).....	117
Figura 124. Composición del tráfico en la estación de conteo EP – 02 (Día 1).....	118
Figura 125. Composición del tráfico en la estación de conteo EP – 02 (Día 2).....	118
Figura 126. Composición del tráfico en la estación de conteo EP – 02 (Día 3)	119
Figura 127. Estación de conteo 3 (EP – 03).....	119

Figura 128. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 03 (Día 1).....	120
Figura 129. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 03 (Día 2)	120
Figura 130. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 03 (Día 3)	121
Figura 131. Estación de conteo 1 (EP - 04).....	121
Figura 132. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 04 (Día 1).....	122
Figura 133. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 04 (Día 2)	122
Figura 134. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 04 (Día 3).....	123
Figura 135. Ciclista trasladándose por la vereda, interrumpiendo el tránsito de los peatones.....	123
Figura 136. Ciclista trasladándose entre el tráfico vehicular de la calzada auxiliar.....	124
Figura 137. Ciclista estacionando su bicicleta en la vereda	124
Figura 138. Estacionamiento de bicicletas en tiendas Martin	125



Introducción

La solución para disminuir la congestión vehicular, sin duda, no es generar más espacio para los vehículos motorizados, en su lugar, es mejor diseñar la distribución geométrica de una vía en función de la vulnerabilidad que presentan sus usuarios; es decir, se debería crear más espacios para el tránsito seguro y cómodo de los peatones y ciclistas (NACTO, 2015).

La presente tesis busca contribuir a la solución de los problemas viales que afronta la avenida en estudio de la ciudad de Piura, a través del diseño de una ciclovia, ya que esta permite reducir el tráfico vehicular; pues cuando se genera un espacio exclusivo para la circulación de bicicletas, las personas tienen una alternativa adicional para transportarse.

Además, como la Av. Sánchez Cerro es una vía que presenta grandes flujos vehiculares, se propone la implementación de una ciclovia, con el fin de salvaguardar la seguridad de los ciclistas, al momento que transitan por las pistas junto con los vehículos motorizados.

En el primer capítulo se presentan los aspectos de la tesis, los cuales consisten en justificar la problemática. Por lo que, se plasman los antecedentes nacionales e internacionales relacionados a la problemática; y se definen los objetivos generales y específicos. Asimismo, se presentan las características principales de la Avenida Sánchez Cerro en el tramo que abarca la Av. Vice y el Óvalo Cáceres, por lo que se describe su ubicación, y se hace un análisis sobre la situación actual que conlleva a la importancia de implementar una ciclovia. Además, se mencionan las ciclovias existentes en el Perú y el mundo.

En el segundo capítulo se presentan los Manuales de infraestructuras ciclistas de índole Nacional e Internacional, con el fin de definir los criterios de diseño de una ciclovia. Además, se mencionan los tipos de ciclovias, los tipos de pavimentos y se detallan los criterios de señalización y semaforización.

En el tercer capítulo se presenta el diseño geométrico de la ciclovia propuesta, el cual incluye detalles de cada parámetro establecido y los planos definitivos con su respectiva señalización y semaforización. Además, se realiza el análisis y la comparación de la avenida en estudio con y sin la implementación de la ciclovia, y se hace una estimación de costos.



Capítulo 1

Aspectos Generales

1.1 Antecedentes

En base al argumento de que en muchas ciudades las carreteras se planificaron solo para el tráfico motorizado, Riccardi (2010), realizó un trabajo de investigación con la finalidad de analizar y discutir los criterios para la implementación y localización de ciclovías en una estructura urbana existente. Para el desarrollo de su investigación utilizó el código de Tránsito Brasileño, a partir del cual determinó los siguientes criterios: selección de rutas adecuadas basadas en las jerarquías de carreteras, volumen de tránsito, pendientes, ancho de la vía, etc. Ahora bien, el tramo en estudio de la avenida Sánchez Cerro, ha sido seleccionado considerando que las pendientes en este tramo cumplen con los requisitos establecidos en el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías. Además, es importante mencionar que la implementación de una ciclovía en esta avenida es viable, debido a que es una Vía Principal con gran potencial para recibir tráfico vehicular y peatonal.

Gamarra (2018), realizó un trabajo de investigación con el objetivo de explicar los parámetros adecuados para la construcción de una ciclovía a lo largo de la Av. Chulucanas, a partir de estudios previos como el estudio de tráfico, el diseño geométrico, el inventario vial, etc.; su diseño basado en cada parámetro óptimo de las normativas de ciclovías arrojó como resultado una ciclovía segregada con un ancho de tres metros. Asimismo, una de sus conclusiones fue que, como la Av. Chulucanas, la Av. Don Bosco y la Av. Sánchez Cerro se encuentran dentro de la red de avenidas principales de la ciudad de Piura, es importante fomentar la construcción de vías segregadas y exclusivas, para que en un futuro estas constituyan una red de ciclovías. La presente tesis también contribuirá a la infraestructura ciclista de la ciudad de Piura, ya que contará con el diseño geométrico de la Av. Sánchez Cerro en el tramo que abarca la Av. Vice y el Óvalo Cáceres.

La Gerencia Regional de Infraestructura de Piura (2019), afirma que esta ciudad tiene solo una ciclovía, la cual posee una longitud de 6.5 kilómetros, 3 estacionamientos de bicicletas y la semaforización necesaria para una circulación segura de los usuarios. Los lugares aledaños a esta ciclovía cuentan con una mejor transitabilidad, los ciclistas pueden trasladarse de un lugar a otro en el menor tiempo posible.

En consecuencia, la implementación de ciclovías para los usuarios de bicicletas es muy importante, ya que dan solución a los problemas viales y, además, las bicicletas son un medio de transporte no contaminante que favorecen el transporte sostenible de la ciudad de Piura.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Diseñar una ciclovía para la Av. Sánchez Cerro en el tramo que abarca la Av. Vice y el Óvalo Cáceres, teniendo en consideración las normativas de ciclovías y los protocolos de seguridad vial y ciudadana para el uso de bicicletas.

1.2.2 Específicos

- Identificar los problemas viales de la zona de estudio, con el fin de proponer un diseño óptimo y seguro de una ciclovía.
- Realizar el mapeo de la zona de estudio para identificar los puntos de atracción.
- Proponer el diseño de una ciclovía para mejorar la transitabilidad entre viviendas, supermercados, centros de trabajo, etc. de la zona de estudio.
- Estimar los costos para la implementación de la ciclovía en la zona de estudio.

1.3 Zona de estudio

1.3.1 Ubicación

El ámbito de la zona de estudio se encuentra en la Av. Sánchez Cerro, entre el tramo comprendido en la intersección de esta avenida con la Av. Vice y el Óvalo Cáceres. El tipo de infraestructura ciclista se definirá y diseñará en el Capítulo 3.

A lo largo de la trayectoria se encuentran: el condominio La Alameda Santa Ana, el condominio Céntrica, la Urb. Santa Ana, la Urb. Bancaria, Urb. Residencial y la zona industrial.

Tabla 1. Ámbito de la zona de estudio

Ubicación	Inicio	Fin	Longitud (km)	Coordenadas WGS84
Departamento, provincia y distrito de Piura.	Óvalo Cáceres	Intersección de la Av. Sánchez Cerro y la Av. Vice	Ida: 1km Venida: 1km	Inicio: - Este: 538814 m E - Norte: 9426912 m S Final - Este: 539774 m E - Norte: 9426599 m S

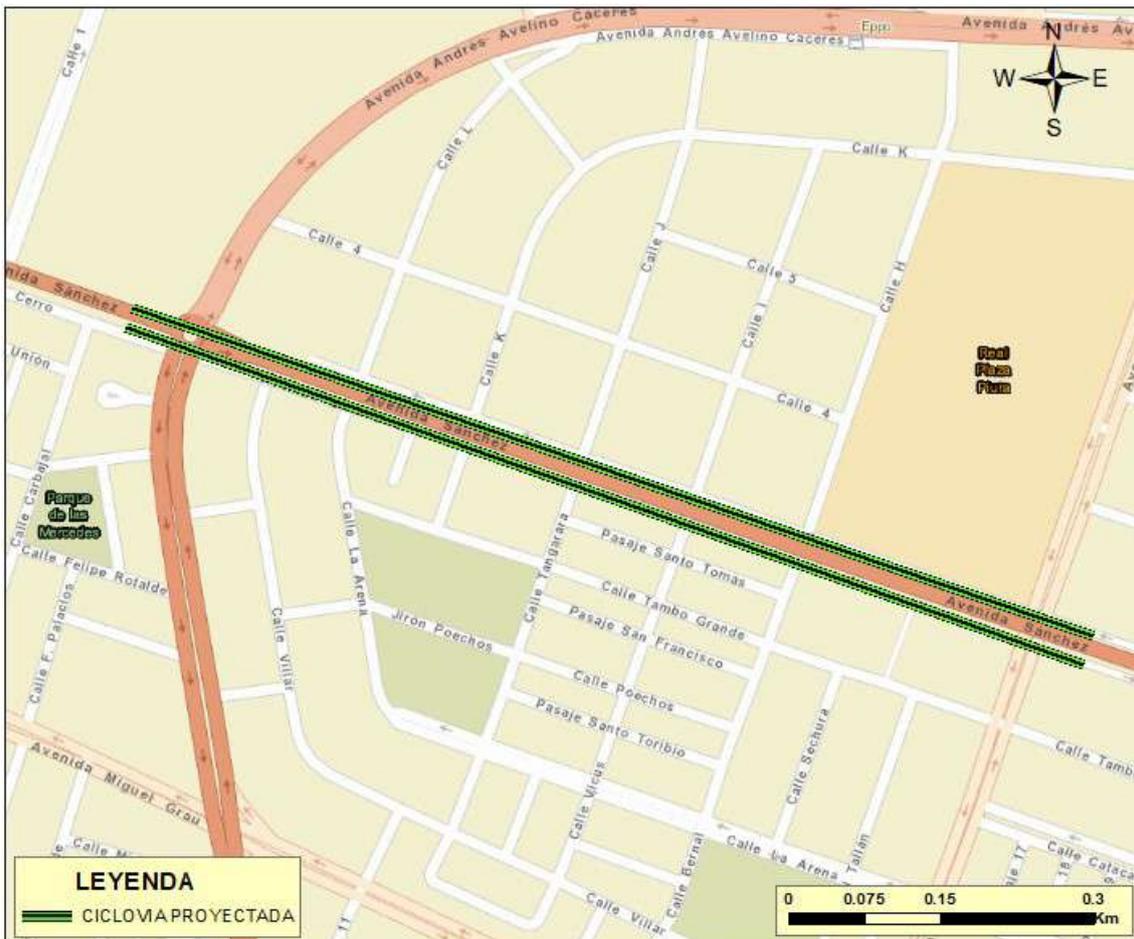


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

1.3.2 Clasificación de la vía

En la clasificación de la Red Vial de la provincia de Piura la avenida Sánchez Cerro está considerada como Vía Principal, debido a que presenta un índice alto de volumen vehicular y peatonal, ya que es una vía de acceso principal hacia la ciudad.

Según el Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura, la Av. Sánchez Cerro es una vía Arterial, ya que presenta volúmenes importantes de todo tipo de vehículos.

Esta vía tiene las siguientes velocidades (Gobierno Regional de Piura, 2017).

- Vehículos Ligeros: 60 Km/h en zonas urbanas.
- Vías Auxiliares: 30km/h para todo el tramo.
- Zonas comerciales: 35km/h

1.3.3 Características de la vía

En la figura 3, se presenta la sección típica actual de la Av. Sánchez Cerro entre las progresivas km 1+ 720 y km 1+ 950, perteneciente a la zona en estudio. Esta sección sigue un mismo patrón de simetría: límite de propiedad, vereda, estacionamiento, pista auxiliar, separador lateral con áreas verdes y postes, y pista principal.

Esta vía tiene una calzada principal pavimentada de concreto de 7.20m (ida y vuelta), por lo que cada carril es de 3.6m; tiene como separador central un muro New Jersey; además, tiene 2 separadores laterales. Así mismo, se observan 2 pistas auxiliares pavimentadas de adoquines, las cuales tienen 2 carriles de 3.3m cada una. Finalmente se observan estacionamientos de 2.4m y veredas de 3m en ambos lados de la vía.

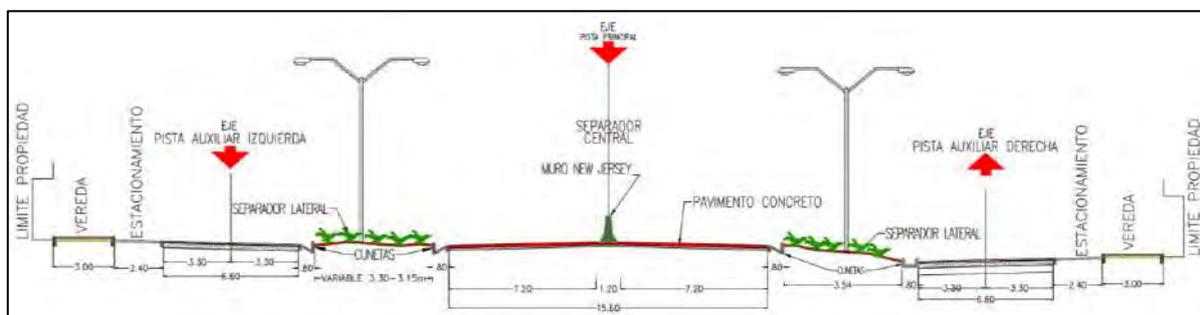


Figura 2. Sección típica en las progresivas km 1+720 y km 1+950

En el trayecto de la zona en estudio existe un desnivel entre las calzadas auxiliares y las calzadas principales que oscila desde 0.15m a 1m aproximadamente. Los separadores laterales tienen un ancho variable y es aquí donde se pretende implementar la ciclovía, la cual quedará nivelada con las calzadas auxiliares que presentan una pendiente en promedio 2.5 %, de esta manera se estaría cumpliendo con las recomendaciones establecidas por AASHTO (1999), que consisten en diseñar ciclovías en trayectos con pendientes menores al 5%.

1.3.4 Situación actual

En el 2018, el Gobierno Regional de Piura inauguró la obra “Mejoramiento de la Av. Sánchez cerro, tramo Av. Gullman - Av. Chulucanas, Piura - Piura”. Debido a esto, la infraestructura actual está en buen estado, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3. Infraestructura actual

Fuente: RCR – Gobierno Regional Piura (2018)

En el 2019, el Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura, determinó que la Avenida Sánchez Cerro, forma parte de las avenidas que requieren una intervención para su rediseño, el cual debía tener en consideración el desarrollo sostenible de la ciudad. El diseño actual contribuye a la disminución del caos vehicular y el tiempo de recorrido de los usuarios, pero no contempla una infraestructura pensada en ciclistas; debido a esto, se siguen presentando los problemas que se pueden observar en las siguientes imágenes:



Figura 4. Ciclista (repartidor de Glovo) trasladándose por la intersección de la avenida Vice y el Óvalo Cáceres. (18/12/2021, 3:00 p.m.)



Figura 5. Ciclista trasladándose hacia la avenida Sánchez Cerro proveniente de la Avenida Vice. (18/12/2021, 3:04 p.m.)



Figura 6. Ciclista trasladándose por la vereda del trayecto de la avenida Sánchez Cerro al Óvalo Cáceres a la altura de Real Plaza. (18/12/2021, 3:08 p.m.)



Figura 7. Ciclista proveniente de la avenida Sánchez Cerro (Auxiliar) en dirección a la avenida Vice. (20/12/2021, 12:15 p.m.)



Figura 8. Ciclista trasladándose por la vereda en dirección contraria al trayecto de la calzada auxiliar de la avenida Sánchez Cerro. (20/12/2021, 12:25 p.m.)

Como se observa en las imágenes presentadas, hay una gran presencia de ciclistas en la zona de estudio, por lo que se puede afirmar que la implementación de una cicloavía traerá consigo un incremento importante de usuarios.

Además, de acuerdo con los criterios establecidos en el Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Cicloavía y Guía De Circulación de Bicicletas de la Municipalidad de Lima, las vías arteriales y colectoras requieren secciones viales con infraestructura segregada o delimitada para la bicicleta. Entonces, siendo la avenida Sánchez Cerro una Vía Arterial que presenta velocidades superiores a 40 km/h y un flujo mayor a 10.000 vehículos/día, es muy importante que esta contemple una cicloavía, ya que existe la necesidad de proteger al ciclista del volumen y velocidad de los motorizados.

1.3.5 Vías interceptadas

La Av. Sánchez Cerro a lo largo de su recorrido intercepta con otras vías entre calles, avenidas y jirones; en el siguiente cuadro se presentan las intercepciones que se encuentran dentro de la zona de estudio.

Tabla 2. Lista de vías interceptadas

Ítem	Nombre de Calle y/o Av.
1	Av. Vice
2	Jr. Bernal
3	Jr. H
4	Jr. I
5	Jr. J
6	Calle Tangarará
7	Jr. K
8	Calle La Arena
9	Jr. L
10	Jr. Enrique del Villar
11	Av. Cesar Vallejo
12	Panamericana Norte
13	Andrés Avelino Cáceres

1.3.6 Centros de atracción

En la zona de estudio se presentan los siguientes centros de atracción:

Tabla 3. Centros de atracción.

Centros de atracción	
Real Plaza	Librería Bazar PATRICK & DYRON
Mitsubishi Motors	Tienda de artículos para el hogar TEOMA
Taller de automóviles Naruto Toyota	Asesor financiero - Promotora Opción
Tienda de materiales para la construcción Martin	Cafetería Don Baguette
Tienda de artículos para el hogar Depósito Pakatnamú	Servicio Técnico Dysmar EIRL
Supermercado Public Market	Farmacia veterinaria Patitas Felices
Gasolinerita Clean Energy del Perú	"Sabor & Cajón" Restaurant de Pescados y Mariscos
PRIMAX Perú	Tienda de ropa Online Shop F&B
DIVINCRI	MK Salón & Spa
Morgue de Piura	Vístete, Piura
Ferretería Quiroga	Tienda móvil Bitel
Sabores latinos restaurante	Incapower Piura
Empresa de servicios Chan Chan S. A.	DEPROVE PNP
Juguería & Sanack "MAYTE"	Pastelería la Dominga

1.4 Movilidad Sostenible

En la actualidad las ciudades se están expandiendo de manera significativa. Esta expansión trae consigo el crecimiento de la economía y, por ende, el crecimiento de la demanda de productos y servicios. Si a esto se le suma más factores como la competitividad de los costes, la globalización, los cambios del mercado, se obtiene que el número de viajes dentro de una región aumentan en gran medida (Martínez et al.,2019).

Entonces, la sociedad tiene el deber de asumir un papel importante para la elaboración de políticas y normas de movilidad sostenible; de esta manera las bicicletas pasan a convertirse en un medio de transporte ideal, por sus beneficios individuales y amigables con el medio ambiente. Los viajes en bicicleta ayudan a mejorar la salud y dan un confort de bienestar personal, además disminuyen los costos de desplazamiento, reducen la congestión vehicular y contribuyen a la seguridad vial (Municipalidad de Lima, 2017).

La situación de pandemia que todo el mundo está afrontando, tuvo un impacto positivo en cuanto al uso de las bicicletas, ya que este aumentó considerablemente tanto en la capital, como el resto de las provincias del Perú. Un estudio presentado por la

Municipalidad Metropolitana de Lima y la Compañía Peruana de Estudios de Mercados y Opinión Pública (CPI), informó que un 40% de limeños estaban dispuestos a optar por el transporte en bicicletas, como medida de precaución ante la pandemia del Covid - 19 (Municipalidad de Lima, 2020).

Los diseños de infraestructuras de una ciudad que priorizan solo a los vehículos motorizados y no a los peatones y ciclistas, no satisfacen las necesidades de la población en general y traen consigo una serie de factores negativos en términos de equidad social, economía, calidad ambiental, seguridad vial y accesibilidad urbana. Caso contrario sucede con la implementación de ciclovías que trae consigo muchos beneficios para las personas y el medio ambiente. Así que, es muy importante que el diseño de estas contemple seguridad y confort (Municipalidad de Lima, 2017).

1.5 Sistema vial del transporte ciclista en la ciudad de Piura

En la actualidad, Piura cuenta con 11 km de ciclovías en dos zonas de la ciudad; una se encuentra en la Av. José Eugenio Aguilar Santisteban y la otra en la Av. Prolongación Chulucanas. Ambas ciclovías se inauguraron en el 2019, tienen una sección transversal de 2.5m a 3m, pero en la ciclovía de la Av. Chulucanas hay tramos en donde los carriles de ida y vuelta (1m de ancho) tienen entre ellos un separador central 0.5m. Estas ciclovías conectan a Piura con el distrito Veintiséis de Octubre (Gerencia Regional de Infraestructura, 2019).

A continuación, se describe información sobre estas ciclovías.

Tabla 4. Descripción de las dos ciclovías de Piura

Ciclovía de la Av. José Eugenio Aguilar Santisteban	Ciclovía de la Av. Chulucanas
<p>✓ Tipo: Segregada con sardineles como elemento segregador.</p> <p>✓ Longitud de recorrido: 4km</p> <p>✓ Lugares beneficiados: Las Urbanizaciones Jardines FAP, Los Sauces, Los Jazmines PNP, Ignacio Merino, Ex Corpiura, A.P.V. Avifap; así como los asentamientos Manuel Seoane, La Florida, El Rosal, Los Olivos, Ollanta Humala, y los centros de atracción de la Universidad De Piura, I.E. Los Algarrobos; entre otros.</p>	<p>✓ Tipo: Segregada con sardineles como elemento segregador.</p> <p>✓ Longitud de recorrido: 7km</p> <p>✓ Lugares beneficiados: Las Urbanizaciones Almendro Sur, Los Jardines, Los Educadores, Institucional, así como La Providencia, Los Rosales, Villa Jardín, Santa Margarita, Nueva Esperanza, el Asentamiento Humano Los Olivos y los centros de atracción de la Universidad Privada Antenor Orrego, Colegio Turicará, Universidad Cesar Vallejo, Tottus,</p>

<p>✓ Recorrido: Va en toda la Av. José Eugenio Aguilar Santisteban.</p>	<p>Hospital de Apoyo II Santa Rosa; entre otros.</p> <p>✓ Recorrido: Va desde la intersección de la Av. Juan Velasco Alvarado con la Av. Raúl Mata La Cruz, a lo largo de esta última avenida, y continúa por la Av. Prolongación Chulucanas, luego sigue por la Av. Educativa, en donde se entrecorta, es decir en un tramo no tiene continuidad (ver Figura 11), y sigue con la Av. Los Zánganos y termina en la intersección de esta avenida con la Av. Los Tallanes.</p>
--	---

Las siguientes figuras muestran como luce en la actualidad las ciclovías descritas.



Figura 9. Ciclovía de la Av. José Eugenio Aguilar Santisteban en la intersección con la ciclovía de la Avenida Chulucanas

Fuente: Radio Fantástica (2019)



Figura 10. Ciclovía de la Avenida Chulucanas, donde se puede apreciar un separador central entre los carriles

Fuente: Alcántara (2020)

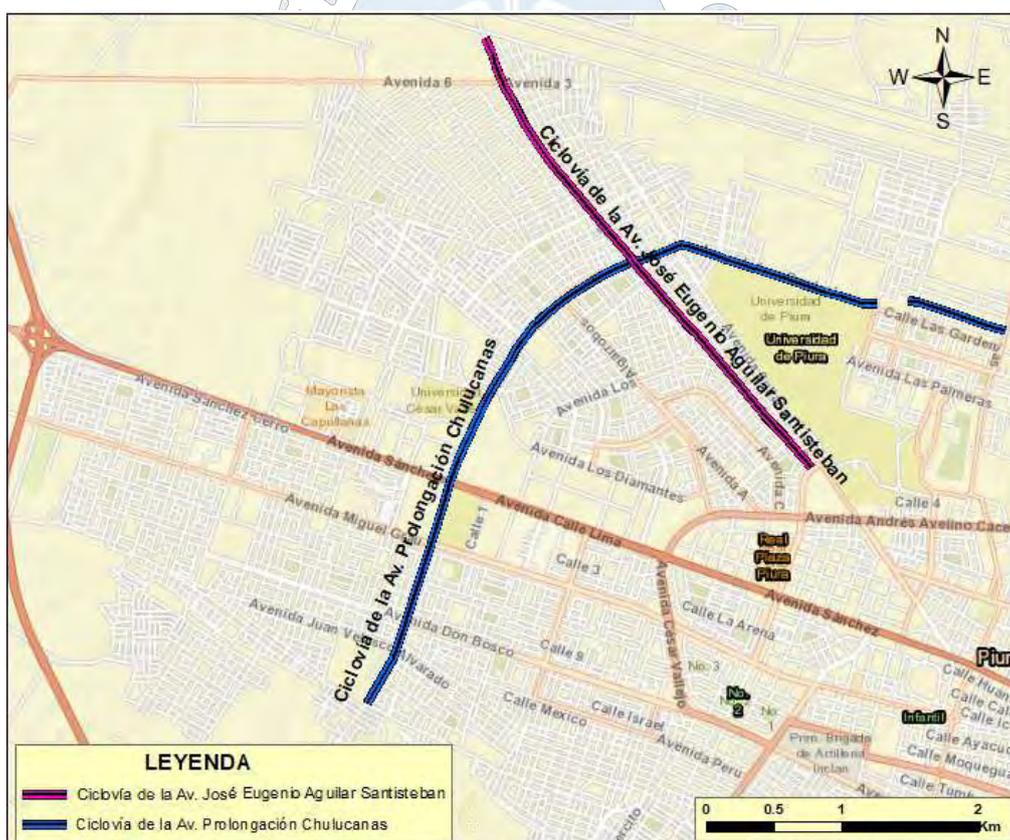


Figura 11. Ciclovías existentes en la ciudad de Piura

Sin embargo, siendo Piura una ciudad con una gran extensión, aún debe seguir implementando infraestructuras destinadas para la movilidad no motorizada. Debido a esto, el Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura, contempla

un plan ciclista que tiene como visión convertir a la ciudad en un referente de movilidad ciclista del Perú y Latinoamérica, con infraestructuras ciclistas en gran cantidad y de calidad; ya que, el uso de la bicicleta vendría a ser un medio de transporte interurbano en las ciudades de la provincia. En la siguiente tabla se presentan las avenidas con sus respectivos segmentos en donde se pretende construir infraestructuras ciclistas.

Tabla 5. Ubicación y dimensiones de la Ciclovía Recreativa del Área Metropolitana de Piura

Avenida	Segmento	Longitud (km)
Av. Sánchez Cerro	Av. Cáceres – Av. Loreto	2.5
Av. Grau	Av. 2 – Jr. Tacna	5.8
Ca. Huancavelica	Jr. Tacna – Puente San Miguel	0.3
Av. Ramón Castilla	Puente viejo – Av. Progreso	0.5
Av. Progreso	Av. Ramón Castilla – Av. Sánchez Carrión	2.3
Av. César Vallejo	Av. Sánchez Cerro – Av. Grau	0.5
Av. Loreto	Av. Sánchez Cerro – Av. Grau	0.4
Total		12.3

Fuente: Martínez et al. (2019)

1.6 Ciclovías en el Perú

La gran concentración de ciclovías en el Perú se encuentra en la capital, ya que como se sabe es el departamento con mayor población y con más desarrollo a nivel vial. San Juan de Lurigancho es el distrito con más viajes en bicicleta de todo el departamento de Lima. Federación de Periodista del Perú (2021). Actualmente, la capital cuenta con 227 km de ciclovías distribuidas en las distintas arterias de esta, y se planea que para el 2022 estas estén interconectadas, con el fin de pasar el año 2022 con un aproximado de 374 km de ciclovías (Ipanaguirre, 2021). En la siguiente figura se observa la red existente de ciclovías en Lima, así como sus proyecciones.

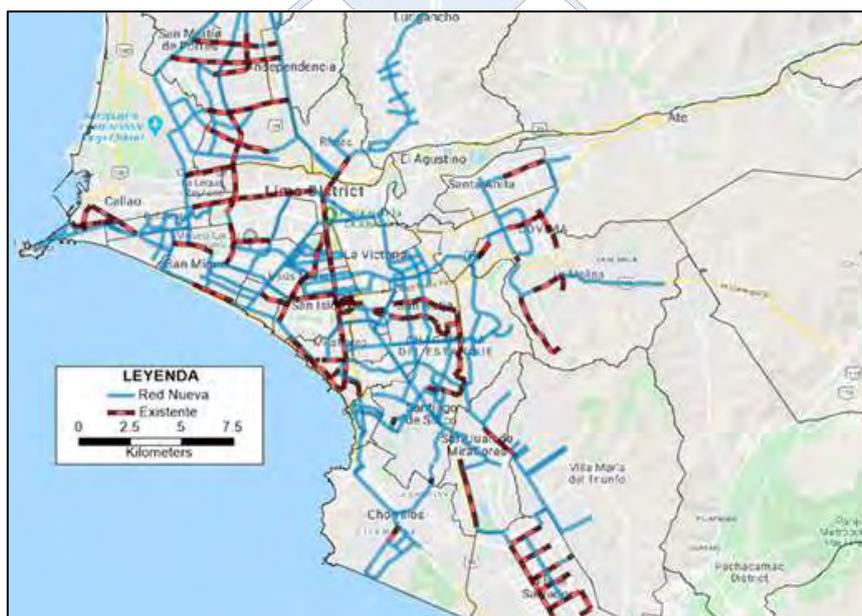


Figura 12. Red existente y proyectada de ciclo-infraestructura en Lima y su área metropolitana
Fuente: Torres (2020)

A continuación, se describirá alguna de las ciclovías más importantes del Perú.

- **Ciclovía en la Av. Universitaria**

Esta ciclovía sigue una trayectoria abarcada desde la Av. Metropolitana hasta la Av. Amezaga. Cuenta con una longitud de 11.40 km, por lo que es la ciclovía con mayor longitud de Lima. Debido a su longitud, permite conectar los distritos de San Miguel, Cercado de Lima, San Martín de Porres, Los Olivos y Comas.

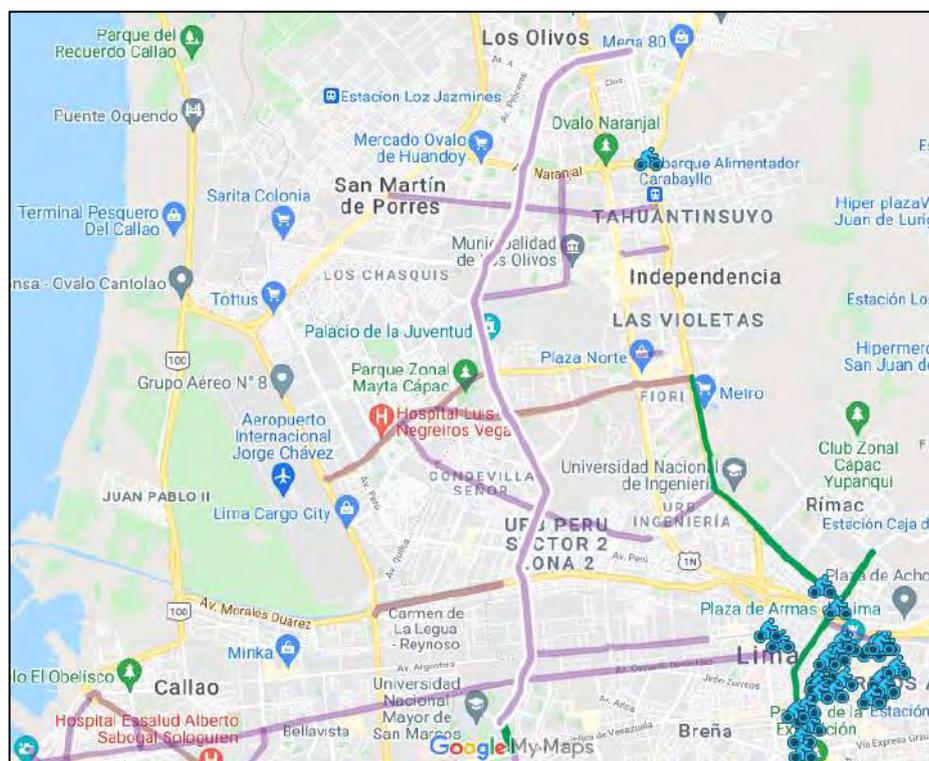


Figura 13. Ciclovía de la Av. Universitaria

Fuente: Google Maps

Esta ciclovía es segregada de tipo unidireccional, ya que a lo largo de su trayectoria tiene un ancho de 1.50 m. El elemento segregador que tiene es el sardinel peraltado, como se puede observar en la figura anterior. Adicionalmente, esta ciclovía es una de las arterias principales de toda la red de ciclovías de Lima, ya que se une a las ciclovías de las avenidas: Los Alisos, Colonial, Argentina, Angélica Gamarra, José Granda y Tomás Valle.

Sin embargo, pese a que es una ciclovía de gran importancia por su longitud y conectividad, esta se encontraba en mal estado. Por lo que la Municipalidad de Lima en el año 2021 inició su rehabilitación.



Figura 14. Sardinel de la ciclovía ha sido retirado y no se ha vuelto a construir
Fuente: Gerencia de Movilidad Urbana (2021)

- **Ciclovía en la Av. Colonial**

Esta ciclovía sigue una trayectoria abarcada desde la Av. Guardia Chalaca hasta la Plaza Dos de Mayo. Cuenta con una longitud de 9.32 km, por lo que es la ciclovía con mayor longitud del distrito del Callao. Debido a su longitud, permite conectar los distritos de Callao, Bellavista y Cercado.



Figura 15. Trayectoria de la ciclovía de la Av. Colonial
Fuente: Google Maps

Esta ciclovía tiene una trayectoria de sección angosta, por lo que es clasificada como segregada de tipo unidireccional. El elemento segregador que tiene esta ciclovía es de tipo sardinal peraltado, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 16. Ciclista en la ciclovia de la Av. Colonial
Fuente: 24 Horas Central – Reportaje



Figura 17. Infraestructura de la ciclovia de la Av. Colonial
Fuente: Google Maps

- **Ciclovia en la Av. Tomás Valle**

Esta ciclovia sigue una trayectoria abarcada desde la Av. Túpac Amaru hasta la Av. Faucett. Cuenta con una longitud de 6.10 km. Permite conectar los distritos de San Martín y Los Olivos.

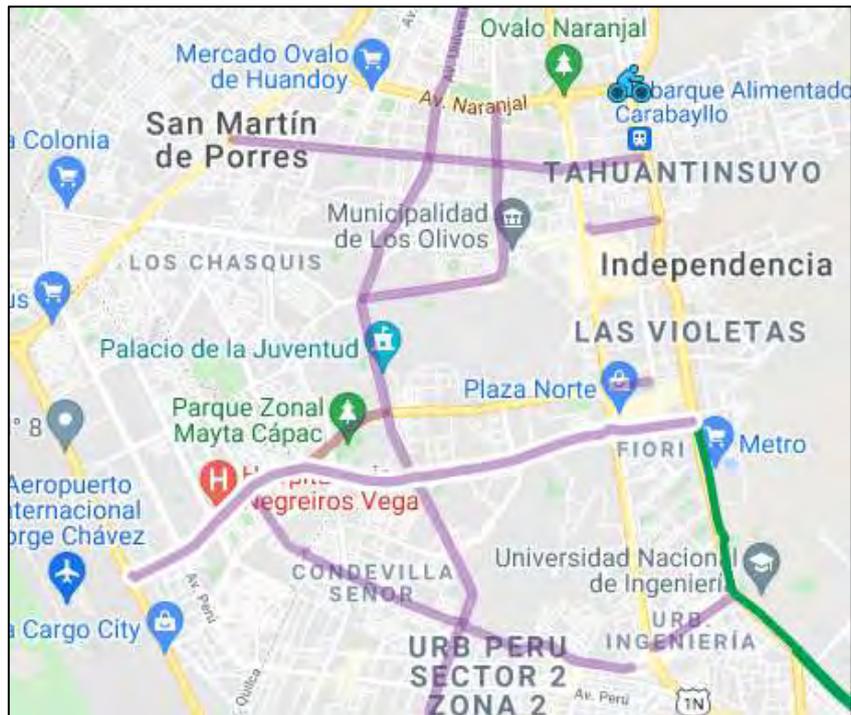


Figura 18. Trayectoria de la ciclovía de la Av. Tomás Valle
Fuente: Google Maps

Es una es una ciclovía segregada con berma central de tipo unidireccional. Tiene un elemento segregador de tipo sardinal peraltado, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 19. Infraestructura de la ciclovía de la Av. Tomás Valle
Fuente: Google Maps

- **Ciclovía en la Av. Arequipa**

Esta ciclovía sigue una trayectoria abarcada desde la Av. 28 de Julio hasta la Av. José Pardo. Cuenta con una longitud de 6.10 km. Permite conectar los distritos de Miraflores, San Isidro, Lima y Lince.

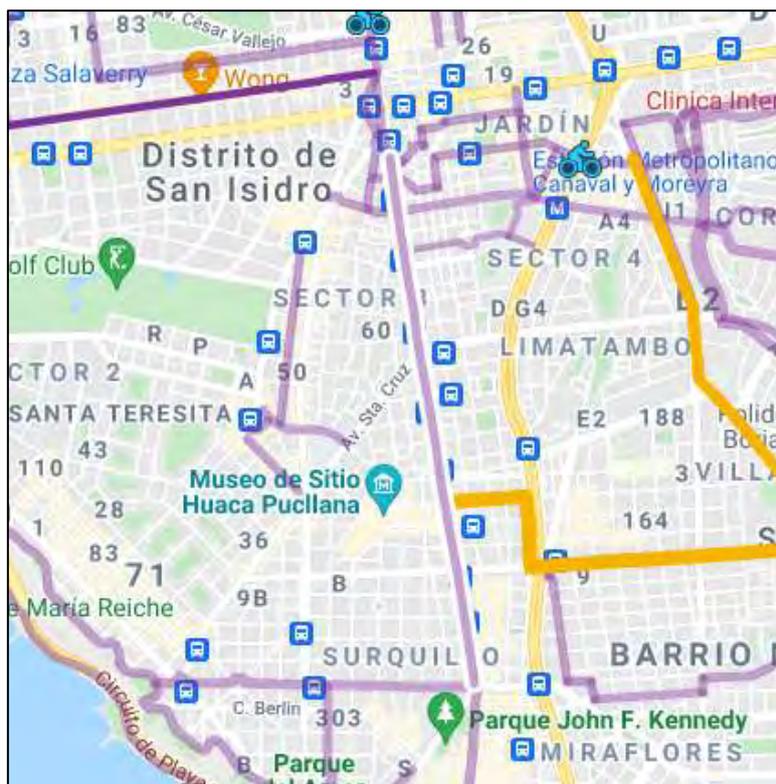


Figura 20. Trayectoria de la ciclovía de la Av. Arequipa

Fuente: Google Maps

Es una ciclovía segregada, ya que se encuentra en el centro del separador central de la Av. Arequipa; ocupa una sección transversal de 2.70 m, por lo que es una ciclovía de tipo bidireccional. Tiene un elemento un elemento segregador de tipo sardinal peraltado y sumergido, así como se muestra en la siguiente figura.



Figura 21. Infraestructura de la ciclovía de la Av. Arequipa

Fuente: Google Maps

- **Ciclovía en la Av. Salaverry**

Esta ciclovía sigue una trayectoria abarcada desde la Av. 28 de Julio hasta la Av. Ejército. Cuenta con una longitud de 4.8 km. Permite conectar los distritos de Lince, Jesús María y San Isidro.

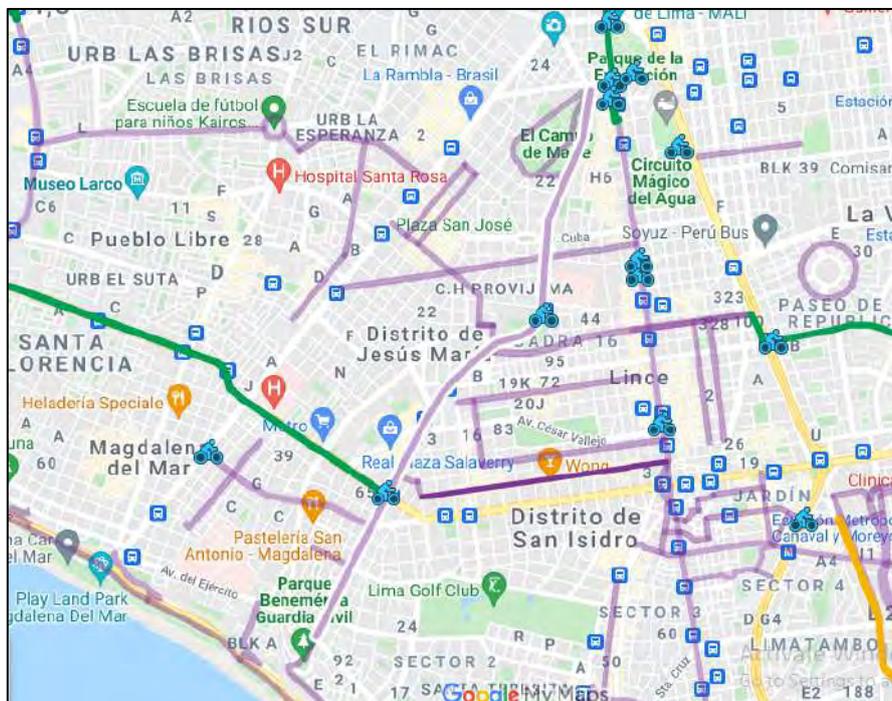


Figura 22. Trayectoria de la ciclovía de la Av. Salaverry

Fuente: Google Maps

Al igual que la ciclovía de la Av. Arequipa, es una ciclovía segregada y se encuentra en el centro del separador central, cuenta con una sección transversal promedio de 4 m, siendo así una ciclovía de tipo bidireccional. Tiene un elemento segregador de tipo sardinal peraltado, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 23. Infraestructura de la ciclovía de la Av. Salaverry

Fuente: Google Maps

- **Ciclovía Malecones**

Esta ciclovía sigue una trayectoria abarcada desde el Estadio Manuel Bonilla hasta el Malecón Armendariz. Cuenta con una longitud de 5.20 km; permite interconectar la gran mayoría del distrito de Miraflores de manera longitudinal.

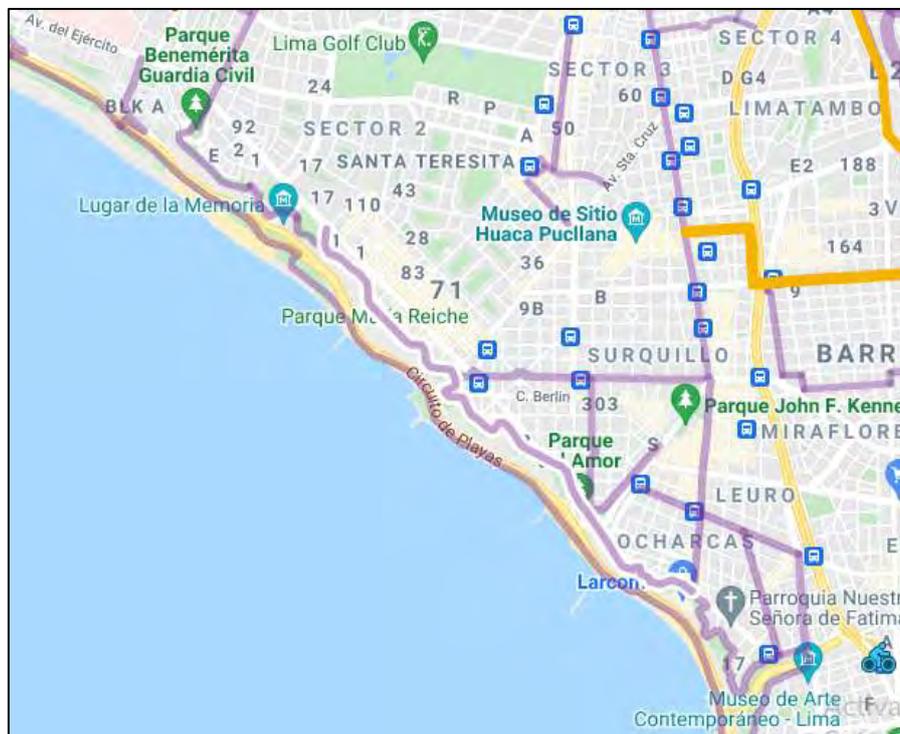


Figura 24. Trayectoria de la ciclovía Malecones en Miraflores

Fuente: Google Maps

Puede ser considerada como una de las ciclovías que, en la actualidad, se encuentra en mejor estado en cuanto a infraestructura y señalización. Consta con un ancho promedio de 1.50 metros y es de tipo unidireccional.

Esta es una ciclovía exclusiva, el tipo de segregación que tiene, a diferencia de muchas de ciclovías del Perú, es una sección pintada de color rojo. Cabe resaltar que esta ciclovía tiene la misma infraestructura que la acera, es decir es una bici-acera, como se muestra la siguiente figura.



Figura 25. Infraestructura de la ciclovía en Malecón de Miraflores

Fuente: Google Maps

- **Ciclovías en la Av. Larco**

Esta ciclovía sigue una trayectoria abarcada toda la Av. José Larco, desde la Av. Armendáriz hasta la Av. José Pardo del distrito de Miraflores y cuenta con una longitud de 1.50 km. Permite interconectar, al igual que la ciclovía de Malecones de Miraflores, parte de este distrito.

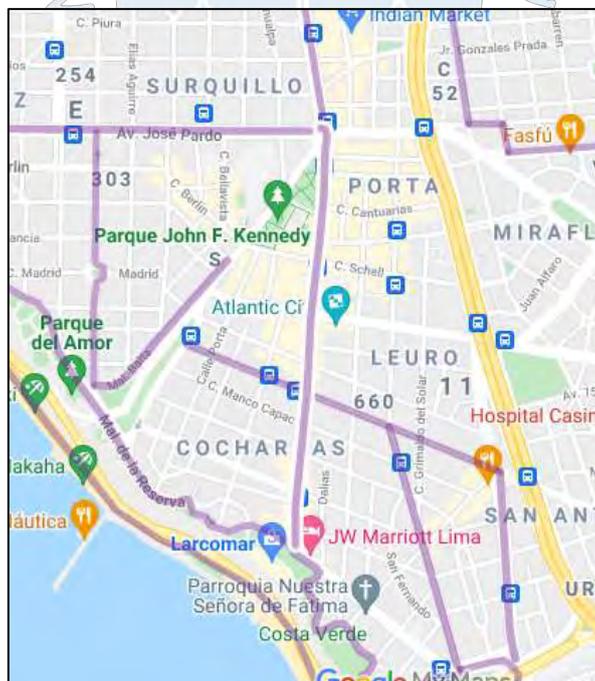


Figura 26. Trayectoria de la ciclovía en Av. Larco

Fuente: Google Maps

Es una ciclovía del tipo segregada unidireccional y tiene un elemento segregador de tipo sardinel peraltado y su recorrido está pintado de color rojo



Figura 27. Infraestructura de la ciclovia en el Malecón de Miraflores

Fuente: Agencia Peruana de Noticias Andina (2015)

1.7 Ciclovías en el mundo

- **Ciclovia del Puente Hovenring, Países Bajos.**

Holanda (Países Bajos) sin lugar a duda, es uno de los países con mayor desarrollo en cuanto a la cultura ciclista. Se estima que existen más de 23 millones de bicicletas en el país, y la población es de aproximadamente 17 millones de habitantes; es decir, más del 80 % de la población cuenta con más de una. La cultura de la bicicleta ha adquirido tanta importancia, que incluso tiene su propia embajada, la Dutch Cycling Embassy (García, 2018).

Este país cuenta con un aproximado de 35 mil kilómetros de red cicloviana y está completamente orientado a una cultura ciclista. La población ha sido educada desde los colegios en el uso de las bicicletas, ya que ahorran combustible, es saludable, rápido y la relación con los automovilistas es sana (CNN Chile, 2019).

Una de las más grandes obras maestras en cuanto a infraestructura para ciclovías, es el Puente Hovenring; este es una rotonda ciclista, que además es flotante y se ha convertido en un icono de la ciudad. Su singularidad consiste en que se eleva sobre el suelo gracias a los 24 cables que sujetan la estructura circular de 72 metros de diámetro. Fue diseñada por IPV Delft debido a que la población urbana de la zona fue creciendo; y, por ende, aumentó el tráfico, lo que provocaba que el tránsito en bicicletas por el lugar no fuera la mejor opción. La obra está situada en la entrada principal de la ciudad, junto a Veldhoven y la autopista Norte-Sur más importante de los Países Bajos, por donde cada día pasan casi 25.000 vehículos (Cicloesfera, 2013).



Figura 28. Ciclovía del Puente Hovenring, Países Bajos

Fuente: Cicloesfera (2013)

- **Ciclovía ASIA Shimanami Kaido, la ciclovía de Japón con vistas al mar**

Es una de las ciclovías con mejores vistas en todo su recorrido, ya que se encuentra en contacto con la naturaleza. Está ubicada al oeste de Japón, tiene una infraestructura elevada que une las ciudades de Onomichi e Imabara, por lo que abarca un total de 70 kilómetros de longitud. La ciclovía está ubicada al lado de la pista y recorre la misma trayectoria que esta, sin embargo, en algunas zonas hay desvíos y rampas para llegar a las diversas islas de su alrededor; incluso en algunos tramos la ciclovía pasa por encima del mar, haciéndola así más atractiva para los usuarios (Tomás, 2021).



Figura 29. Ciclovía en Shimanami Kaido

Fuente: Rodríguez (2021)

Siendo Honduras (país de América Central) y Japón (país asiático) modelos de cultura ciclista en el mundo, es importante también hablar sobre ciclovías existentes en Sudamérica. Un estudio llevado a cabo en 56 ciudades de América Latina y el Caribe, que presentó el Banco Interamericano de Desarrollo en 2015 para impulsar el uso de la bicicleta, reveló que, Bogotá y Rosario (una de las principales ciudades argentinas), son las que tienen mayores índices de uso de bicicletas, Bogotá también es una de las urbes con mayor número de viajes en bicicleta reportados por día tiene 392 km de ciclovías, le siguen Rio de Janeiro con 307 km, y Sao Paulo con 270 km, y que la Ciudad de México cuenta con el mayor número de bicicletas públicas disponibles (BBC Mundo, 2016).

- **Ciclovías en Bogotá, Colombia**

Como se mencionó anteriormente Bogotá es una de las ciudades que más resalta en cuanto al uso de las bicicletas. Un estudio reciente, realizado nuevamente por Copenhagenize Index en el 2019, situó a la ciudad de Bogotá por primera vez en el prestigioso top 20, ya que logró el puesto 12 con un puntaje de 58.1/100, siendo la única urbe latinoamericana en el ranking (Buitrago, 2019).

Esta ciclovía está considerada como una construcción moderna, que permite la vivencia social y las relaciones culturales entre sus visitantes, ya que ha promocionado la ciudad, incrementando el turismo y la recreación, por lo que es un modelo para seguir en mundo. Tiene 127.69 kilómetros de extensión, que recorren todos los sectores de la ciudad; fue construida hace más 40 años, pero solo un pequeño tramo, a lo largo del tiempo se ha venido estructurando hasta conseguir su actual infraestructura y aceptación de la población (Rodríguez, 2015).



Figura 30. La ciclovía dominical en Bogotá

Fuente: Gobierno de Colombia

Capítulo 2

Criterios de diseño para una ciclovía

2.1 Reglamento para ciclovías

Con el objetivo de abarcar todos los parámetros del diseño geométrico en planta, perfil y secciones, así como la señalización, semaforización, tipos de pavimento, diseño de ciclo estacionamientos, etc., de una infraestructura ciclista; para llevar a cabo el diseño de la ciclovía propuesta se han utilizado los siguientes manuales:

- Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura.
- Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista.
- Manual de Diseño para Infraestructura De Ciclovías.
- Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.
- Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas.
- Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia.
- Plan Director de la bicicleta de Zaragoza.
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018.

Los criterios que se contemplan en las guías mencionadas anteriormente pertenecen al ámbito nacional e internacional, esto con el fin se realizar un excelente diseño geométrico para la seguridad y confort de los usuarios.

2.2 Tipos de ciclovías

2.2.1 Consideraciones de diseño sobre las tipologías de ciclovías

Las tipologías y secciones de las ciclovías se definen en términos de su función, forma, uso e intensidad del flujo de ciclistas (usuarios) y se combinan con dos factores: velocidad y volumen del flujo vehicular motorizado (entorno), para determinar las necesidades de segregación que garanticen la protección a los ciclistas. Además, se debe

tener en cuenta el tránsito peatonal, ya que ellos siempre tendrán mayor prioridad, por ser los más vulnerables (Municipalidad de Lima, 2017).

Los requisitos de diseño de una ciclovía fluctúan dependiendo del tipo de vía, ya sea arterial, colectora o local. Además, se sabe que las vías arteriales y colectoras exigen secciones viales con infraestructura segregada o delimitada para la bicicleta; mientras que las vías locales no requieren esta segregación, esto debido a que son calles con velocidades inferiores a 30 km/h y con poco tráfico (máximo 10.000 vehículos motorizados/día) (Municipalidad de Lima, 2017).

Teniendo en cuenta lo mencionado y una vez identificada la función y uso de la vía se define de manera integral la forma o diseño del perfil vial, considerando que, a mayor velocidad y volumen del flujo vehicular motorizado, la separación entre modos ciclista y motorizado deberá ser mayor. Este mismo principio es aplicado para los espacios compartidos con los peatones (Municipalidad de Lima, 2017).

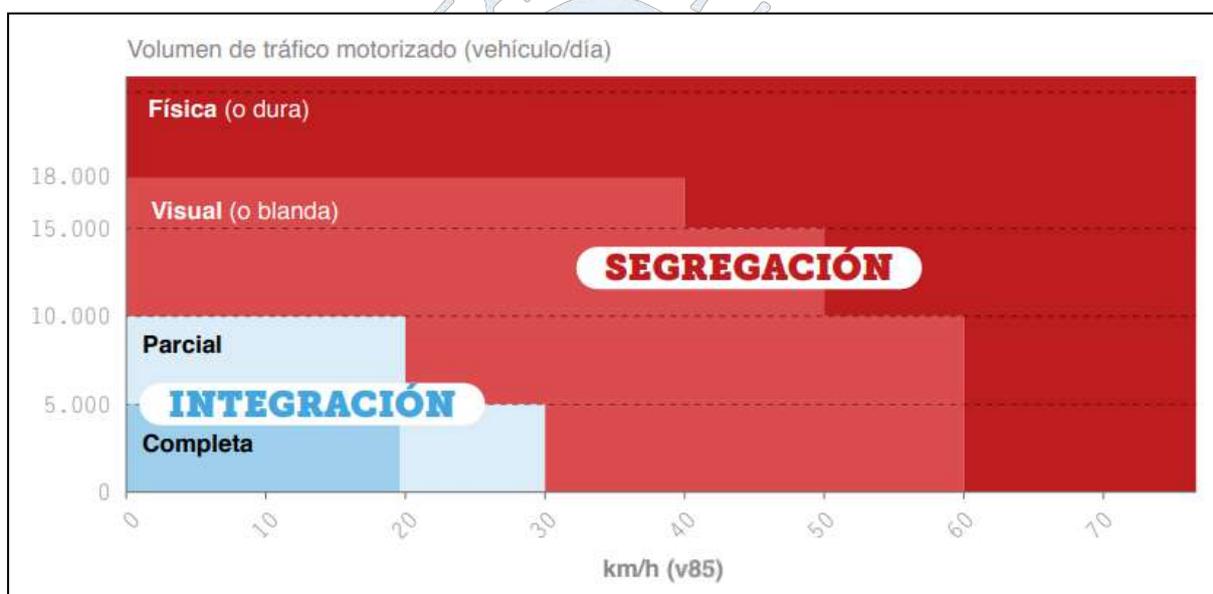


Figura 31. Recomendaciones para decisiones de segregación o integración según velocidad e intensidad de tráfico

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

Los parámetros de integración y segregación definidos en la figura anterior tienen sustento en estudios internacionales los cuales llegaron a la conclusión de que el aumento de la velocidad de los vehículos motorizados es directamente proporcional con el aumento en la accidentalidad o inseguridad, donde los más afectados son los usuarios más vulnerables de la vía, es decir, los peatones y ciclistas. Asimismo, según estos estudios se observó que las probabilidades de muerte por atropello son más altas al sobrepasar los 30 km/h (Municipalidad de Lima, 2017).

Tabla 6. Esquema de la red de infraestructura ciclovial

Red Ciclovial (modificación ordenanza 1851)		
Nivel de segregación**	Tipo de infraestructura	Clasificación
Vías no segregadas	Vías compartidas	Carril compartido (incluye vía compartida)
	Vía delimitada	Ciclocarril
Vías segregadas	Integrada a la calzada (por carril lateral derecho) o por separador lateral o central	Ciclovía
	Integrada a la vereda	Cicloacera (incluye ciclosenda)

** Se refiere a la separación de las bicicletas del tránsito motorizado y no del tránsito peatonal

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.2.2 Vías no segregadas o Compartidas

Son recomendadas para vías con baja velocidad y volumen del tráfico motorizado. Estas infraestructuras ciclistas rescatan el orden, la convivencia y la seguridad para peatones y ciclistas, mejorando así la calidad de vida de sus residentes y transeúntes. Y, por tanto, son las que mejor responden a los criterios de priorización de la pirámide de modos. Dentro de la red ciclista, se pueden considerar como las vías conectoras o alimentadoras de la red principal ciclovial; el ciclista puede circular compartiendo con los demás usuarios y siempre en el mismo sentido de circulación de los vehículos motorizados (Municipalidad de Lima, 2017).

Se recomienda que su implementación sea dentro de las vías locales o en vías que tenga una velocidad máxima de 30 km/h, con bajos volúmenes vehiculares (hasta 10.000 vehículos/día). Por lo general estas vías se localizan al interior de los barrios, zonas residenciales o centros históricos (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 32. Usuarios de la bicicleta en Barcelona compartiendo el espacio con otros modos.

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- **Vía compartida o Carril compartido**

En este tipo de infraestructura el ciclista es la prioridad y pueden circular por el centro del carril o calzada, sin que los vehículos intenten sobrepasarlo a alta velocidad o pedirle que se haga a un lado y por tanto la premisa es: a menor velocidad mayor seguridad. La velocidad máxima permitida para los vehículos motorizados es de 30 km/h, dado que así se reducen las probabilidades de accidentes fatales. (Municipalidad de Lima, 2017).

Se caracterizan por una sección vial reducida o por tener elementos de calmado de tráfico que fuerzan a los motorizados a circular a baja velocidad. Requieren de señalización horizontal y vertical que indique el máximo de velocidad permitida y la prioridad del ciclista. En vías con más de un carril, el carril lento que suele ser el derecho tiene que ser priorizado para la circulación en bicicleta (Municipalidad de Lima, 2017).

Como en este tipo de infraestructura, el ciclista comparte el carril con los vehículos motorizados, así que estos tienen que adecuar su velocidad a la de la bicicleta, pese a que la velocidad máxima permitida es de 30 km/h (Municipalidad de Lima, 2017).

Cuando las vías compartidas son de un solo carril de circulación, el ancho mínimo recomendado va de 4.00 a 4.30 metros; de esta manera se garantiza que los vehículos motorizados puedan rebasar a los ciclistas de manera segura, tal y como se muestra en la siguiente figura (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 33. Esquema de vía compartida

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

Cuando se trata de vías con más de un carril de circulación y uno de ellos es compartido con ciclistas, el ancho mínimo recomendado para este carril va de 2.70 a 3.00 metros; de manera que los vehículos motorizados que necesiten rebasar a los ciclistas tendrán que cambiar de carril, tal y como se muestra en la siguiente figura (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 34. Esquema de vía Carril compartido

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- **Ciclocarril**

Este tipo se caracteriza por presentar una franja delimitada de la calzada que guía la circulación de bicicletas, siempre en sentido unidireccional y en el mismo sentido del tránsito motorizado. Para la señalización, se utiliza el pictograma de la bicicleta seguido de una flecha que indica el sentido de la circulación (ver Figura 35). El pavimento del ciclocarril suele estar pintado con color contrastante (rojo para el caso de Lima), lo cual mejora la visibilidad de los ciclistas (Municipalidad de Lima, 2017).

Además, es ideal para reducir anchos de vías locales a secciones mínimas, fortaleciendo así las medidas de pacificado tráfico o reducción de velocidades de los vehículos motorizados (Municipalidad de Lima, 2017).

La sección recomendada para los ciclocarriles va de 1.40 a 1.80 metros, además se debe considerar un espacio de delimitación de 0,60 m. El carril adyacente al ciclocarril deberá asegurar una velocidad máxima de 40 Km/h y por tanto el ancho de este carril debe ser de 3.00 metros (Municipalidad de Lima, 2017).

Para las vías compartidas o ciclocarriles, que usualmente van en un solo sentido de circulación se debe garantizar que exista otra infraestructura ciclovial paralela o cercana, la cual permita a los usuarios moverse en la dirección contraria, teniendo en cuenta los resultados del estudio de comportamientos de los ciclistas, necesidades de conexión y líneas de deseo (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 35. Esquema Ciclocarril

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.2.3 Vías segregadas

Son aquellas que separan en su totalidad el tránsito vehicular y peatonal del tránsito de ciclista; estas vienen a ser la red principal de las infraestructuras ciclistas, por lo que su segregación es importante, pues existe la necesidad de proteger al ciclista de la velocidad y del volumen de los vehículos motorizados; ya que, se recomienda implementarlas o considerarlas en vías colectoras y arteriales con velocidades por encima de 40km/h y flujos vehiculares mayores a 10 000 veh/día (Municipalidad de Lima, 2017).

Estas infraestructuras pueden estar integradas en los separadores centrales o laterales, en las calzadas o veredas; además pueden ser bidireccionales o unidireccionales y están demarcadas con pintura de color contrastante y tienen elementos segregadores que las separan del tránsito vehicular y peatonal. Es muy importante que el color que se le asigne a la infraestructura ciclovial sea diferente al de las calzadas, por lo que se recomienda el color rojo a fin de tener un contraste con el entorno y el pavimento. Finalmente, en términos de calidad de aire, sombra y paisaje estas son más atractivas, y permiten una mejor y mayor conectividad y continuidad (Municipalidad de Lima, 2017).

- **Ciclovía**

Se caracteriza por estar integrada a la misma cota de los separadores (centrales o laterales) o de la calzada, vienen a ser las más preferidas gracias a que permiten que el recorrido del ciclista sea más cómodo y directo; en comparación con las cicloaceras que están ubicadas sobre las veredas, estas reducen los conflictos tanto con peatones como con motorizados en las intersecciones. Pueden ser unidireccionales o bidireccionales (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 36. Esquema de una ciclovía unidireccional

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)



Figura 37. Esquema de una ciclovía unidireccional

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- **Cicloacera y Ciclosenda**

Debido a que están integradas a las veredas o espacios compartidos con peatones, se deben contemplar en entornos con bajo flujo peatonal y en vías que tengan áreas suficientes para garantizar la circulación adecuada y segura para ciclistas y peatones. En este tipo de infraestructuras ciclistas es necesario reducir al mínimo los cambios de nivel, es decir, las rampas deben tener 8% de pendientes como máximo o se debe contemplar la instalación de pasos pompeyanos, de esta manera se da solución y se evita generar conflictos con peatones, ya que estos siempre tendrán prioridad en el uso de veredas. Finalmente, las ciclosendas no siguen el trazado de una vía motorizada, debido a que están vinculadas a malecones, parques lineales, corredores verdes, alamedas u otra infraestructura que no contemple vehículos motorizados (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 38. Esquema de una cicloacera unidireccional
Fuente: Municipalidad de Lima (2017)



Figura 39. Esquema de una cicloacera bidireccional
Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

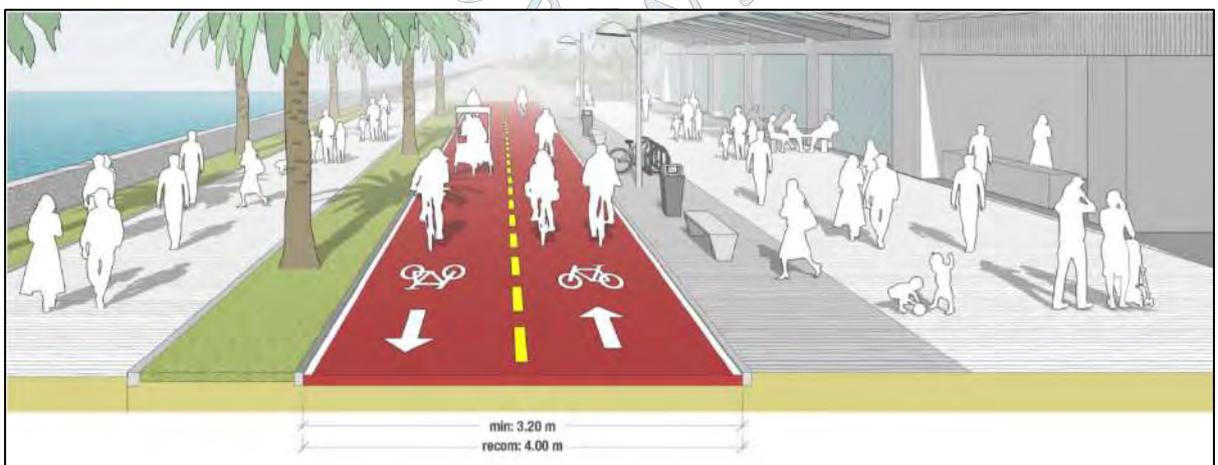


Figura 40. Esquema de una cicloacera en corredor verde
Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.3 Parámetros para el diseño Geométrico

Teniendo en cuenta que la construcción de una ciclovía traerá consigo una demanda de ciclistas, es necesario conocer los parámetros necesarios para elaborar un diseño que sea seguro, estético, inclusivo, íntegro y económico. Por lo que, según el Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía de Circulación de Bicicletas, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Se exige un adecuado ancho para la circulación de los ciclistas, tanto en un sentido, como en doble sentido (ciclovías unidireccionales y bidireccionales).
- Garantizar que tanto peatones, ciclistas y automovilistas se observen oportunamente unos a otros con el espacio y tiempo suficiente.
- Una clara, concisa y estratégica señalización que garantice la seguridad de los ciclistas y que les permita maniobrar con comodidad.
- Compatibilizar las velocidades de circulación en aquellos tramos de la vía en los que se encuentren los diferentes tipos de usuario. Se debe de buscar minimizar los tiempos de espera y los recorridos.

2.3.1 Pirámide de modos

Esta pirámide ha sido utilizada en el transcurso de los años, para describir de manera precisa cuales son los modos más prioritarios y sus respectivas características. Así que, lo que busca es dar prioridad a los modos que presenten condiciones de mayor vulnerabilidad y sostenibilidad sobre los modos de mayor consumo energético, velocidad e impactos en general. A continuación, se describirá el orden de esta pirámide, la cual viene a ser invertida como se muestra en la siguiente imagen (Municipalidad de Lima, 2017).

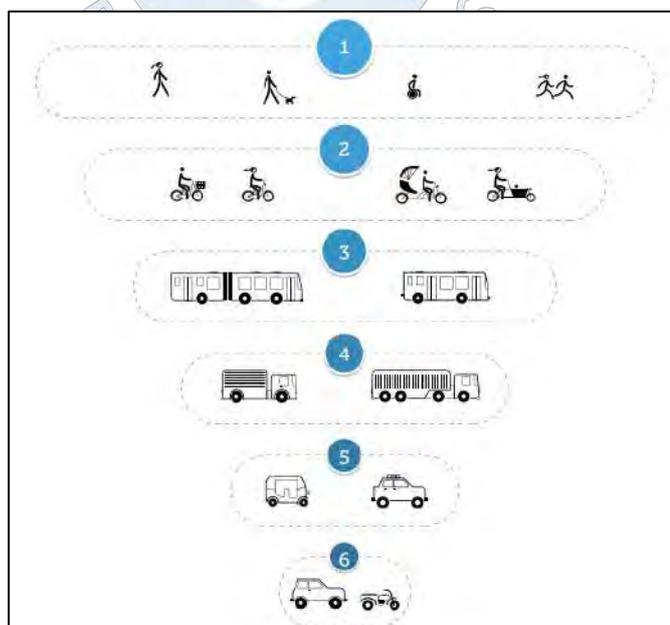


Figura 41. Pirámide de modos y características

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

En la cima de esta pirámide invertida se encuentran los peatones, quienes deben tener mayor prioridad. Luego, están los usuarios de los vehículos no motorizados, que vienen a ser las bicicletas, ambos vienen a ser los más vulnerables y por ello deben tener prioridad sobre el resto de los modos. Además, ambos se identifican por provocar muy pocos efectos adversos la sociedad y por tener bajos costos de implementación; es decir, la construcción de su infraestructura y mantenimiento tienen un costo muy por debajo que otros modos como los motorizados (Municipalidad de Lima, 2017).

A continuación, están los modos motorizados los cuales se pueden dividir en públicos y privados. El objetivo de esta pirámide es que al momento de realizar el diseño y la distribución de los espacios urbanos se debe dar prioridad a los usuarios más vulnerables de las vías como son los no motorizados, principalmente los peatones y en segundo lugar los ciclistas; y después de estos a los motorizados, prevaleciendo el transporte público (Municipalidad de Lima, 2017).

Debido a que el comportamiento del usuario en general influye en el diseño de una vía, es necesario diseñar una infraestructura ciclo-inclusiva adecuada y segura; por lo que, se deben considerar estas tres determinantes de diseño (Municipalidad de Lima, 2017).

- El usuario
- El vehículo
- El entorno urbano.

- **El usuario (ciclista)**

Los ciclistas urbanos o cotidianos no se deben considerar como deportistas, ya que la velocidad y propósito de viaje que estos tienen es totalmente diferente. Existen usuarios que utilizan a las bicicletas de manera cotidiana, para ir al trabajo, de compras o al estudio, entre otras; por lo tanto, buscan que sus recorridos sean cortos, directos, seguros y atractivos (Municipalidad de Lima, 2017).

Cada ciclista presenta una condición física totalmente distinta ya sea por su género, edad, estatura o actividad física que realice, etc. Por esta razón cada uno irá a su propio ritmo según sus habilidades físicas; así que, esto debe tomarse en cuenta al momento de diseñar una ciclovía. Los cambios de nivel, textura de la capa de rodadura de la ciclovía y desvíos que está presente, afectarán directamente al ciclista (Municipalidad de Lima, 2017).

Como se mencionó en la pirámide de modos, los ciclistas son los usuarios que presentan mayor vulnerabilidad, y esto se debe a que cuando se movilizan están al aire libre, es decir, su cuerpo está totalmente expuesto tanto a las condiciones climáticas como a los golpes o caídas (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 42. Usuarios de la bicicleta en Lima

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- **El vehículo**

Hace referencia a las bicicletas, los cuales son vehículos no motorizados y por ende se necesita del esfuerzo físico de los ciclistas, a excepción de las actuales bicicletas eléctricas con pedaleo asistido. Estas últimas tienen la ventaja de que cuando el usuario se vea forzado a requerir mayor esfuerzo en el pedaleo (como sucede en las pendientes pronunciadas), gracias a su sistema eléctrico este será más fácil (Municipalidad de Lima, 2017).

Ahora bien, una de las ventajas que brinda la bicicleta es que es un vehículo liviano, versátil y que no demanda mucho espacio para la circulación. En el mundo existen diversos tipos de bicicletas, pero la gran mayoría tienen en promedio 1.80 m de alto, un largo de 1.90 m y 0.60 m ancho (Ministerio de Transportes de Colombia, 2016).

A continuación, se presentan las dimensiones básicas estándar por tipo de bicicleta.

Tabla 7. Dimensiones básicas estándar por tipo de bicicleta

Tipos de bicicleta	Alto (m)	Largo (m)	Ancho (m)
Urbana	1.80	1.90	0.60
De carga	1.80	2.45	1.00
Triciclo	1.80	2.10	1.00

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2016).

Una vez conocidas las dimensiones mencionadas en la tabla anterior, ya se puede saber cuál es el espacio necesario para que el ciclista circule con seguridad y comodidad en una infraestructura ciclista (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 43. Bicicleta cotidiana y utilitaria de uso urbano

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

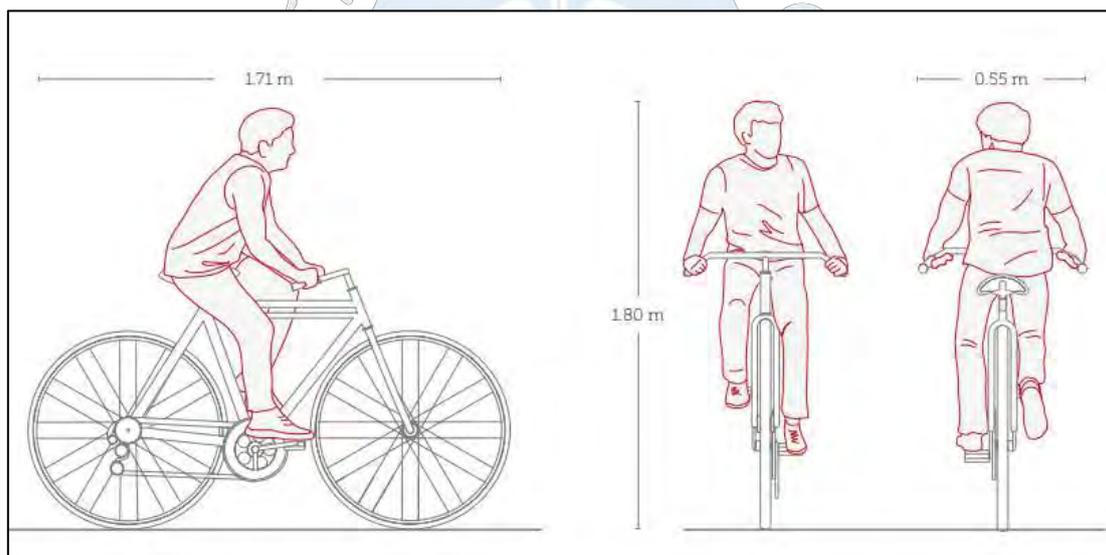


Figura 44. Dimensiones de bicicleta urbana y tipo Bullitt

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- **El entorno urbano**

Cuando se hace referencia al entorno, en realidad se está hablando del espacio en donde se implementará o construirá la infraestructura ciclista. El ciclista no siempre manejará de forma perfectamente recta sobre la ciclovía, sino que debe tener la comodidad para poder maniobrar con comodidad; por lo que a continuación se proponen medidas mínimas que aseguren estas condiciones al ciclista. Este entorno tiene que ser, como ya se describió anteriormente: seguro, coherente, directo, cómodo y atractivo (Municipalidad de Lima, 2017).

- Esquema unidireccional

Los manubrios de la bicicleta son la parte más ancha de esta, el promedio en modelos de bicicletas de ciudad es de 0.60 m de ancho, a esto debe incrementarse 0.20 m a cada lado para el movimiento de brazos y piernas al momento de pedalear. Además, se debe agregar 0.20 m. a cada lado con el fin de brindar seguridad y comodidad para maniobrar al ciclista (Municipalidad de Lima, 2017).

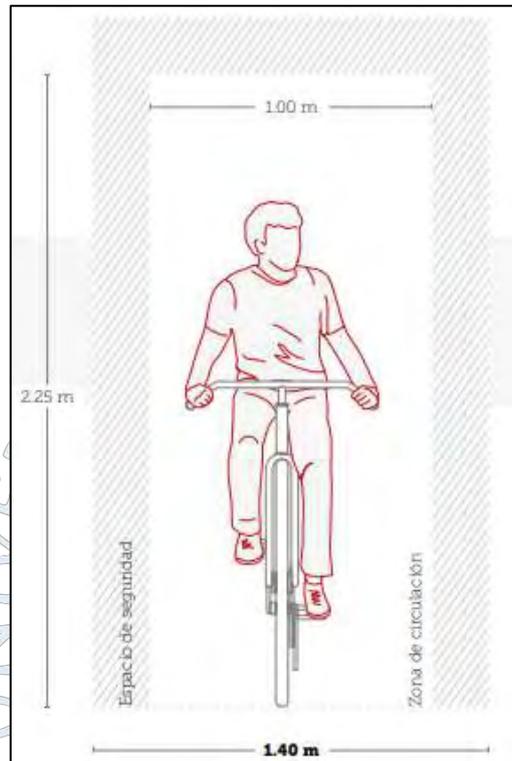


Figura 45. Espacio libre requerido por un ciclista urbano en una ciclovía unidireccional

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- Esquema unidireccional con adelantamiento

A diferencia del esquema anterior, este espacio es más seguro y cómodo para el ciclista, ya que podrá adelantar a otro usuario sin temor a salir de la ciclovía y ponerse en riesgo con el tráfico motorizado (Municipalidad de Lima, 2017).

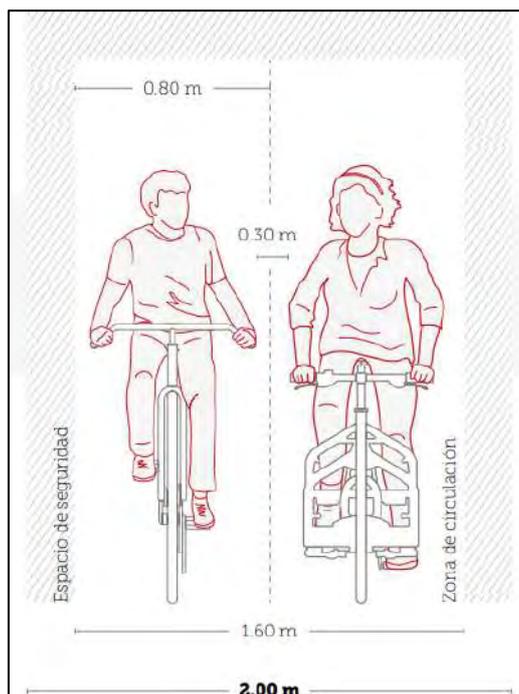


Figura 46. Espacio libre requerido por un ciclista urbano en una ciclovía unidireccional con adelantamiento

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- Esquema Bidireccional

Existen diferentes factores para determinar si una ciclovía puede ser unidireccional o bidireccional, pero uno de los más importantes es el espacio del que se dispone; ya que como se puede observar en la siguiente figura, el espacio mínimo para una ciclovía bidireccional es de 2.80 metros, y este espacio libre no lo dispone cualquier vía urbana (Municipalidad de Lima, 2017).

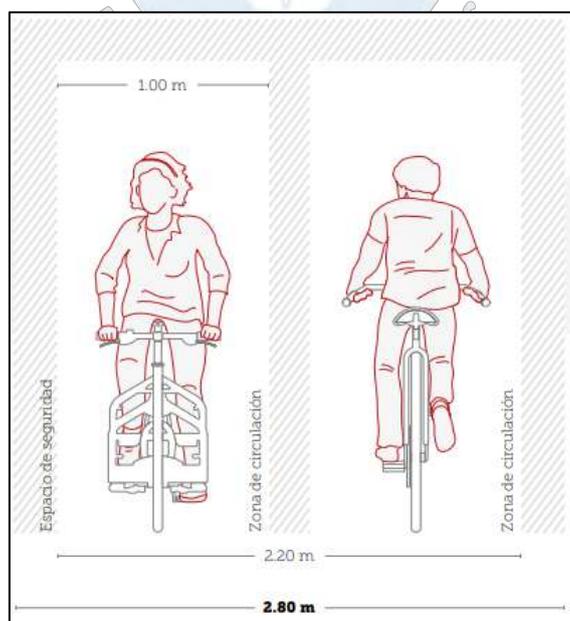


Figura 47. Espacio libre requerido por un ciclista urbano en una ciclovía Bidireccional

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.3.2 Ancho mínimo de circulación

Teniendo en cuenta los parámetros mencionados anteriormente, se exponen las especificaciones mínimas que se requieren para la circulación íntegra del ciclista.

Este ancho está determinado en función del espacio requerido por el usuario, el tipo de vehículo y la necesidad de desplazamiento. A continuación, se muestra una tabla que muestra los anchos mínimos y los recomendamos para cada tipo de ciclo vía, estas dimensiones tienen en cuenta la circulación de triciclos, el sobrepaso o adelantamiento y los incrementos de los usuarios en las horas pico (Municipalidad de Lima, 2017).

Tabla 8. Dimensiones estándar de ancho libre de circulación por tipo de infraestructura.

Ancho	Ciclocarril (m)	Ciclo vía unidireccional* (m)	Ciclo vía unidireccional con sobrepaso* (m)	Ciclo vía bidireccional (m)
Mínimo (sin incluir resguardo)	1.40	1.60	2.00	2.80
Recomendado	1.80	2.00	2.40	3.20

(*) aplica para ciclo senda y cicloacera

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.3.3 Tipo infraestructura según el entorno

A continuación, se mostrará como se definen los tipos de infraestructura para las ciclo vías, teniendo en cuenta las condiciones del entorno vial, es decir, la velocidad y volumen de los vehículos motorizados (Municipalidad de Lima, 2017).

Tabla 9. Tipo de infraestructura recomendado según las condiciones de velocidad y volumen de los motorizados de la vía.

Tipo de vía	Tipos 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	Ciclo vía unidireccional	Hasta 60	Mayores a 18.000
Vía arterial	Ciclo vía bidireccional (en ambos costados de la vía)	Hasta 60	Mayores a 18.000

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.3.4 Criterios de Diseño de una intersección

Siendo la intersección un punto de encuentro entre los usuarios de la vía, viene a ser una de las zonas con mayor inseguridad para los ciclistas. Por tanto, suponen un gran desafío para el diseñador, ya que se tiene que velar por la seguridad tanto del ciclista como del usuario de los vehículos motorizados, para evitar accidentes o conflictos (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 48. Demarcación intersección cruce de ciclistas. Arriba, Kaohsiung, China
Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

En las intersecciones es fundamental la aplicación siguientes criterios principales de diseño (Municipalidad de Lima, 2017).

- **Intersección Segura**
 - Tanto los ciclistas como los conductores de vehículos motorizados deben tener buena visibilidad, con el fin de facilitar la percepción entre ellos y así puedan reaccionar con anticipación ante cualquier situación de riesgo o accidente.
 - Se deben disminuir los puntos de conflicto entre los distintos tipos de usuarios, teniendo en cuenta la pirámide de modos mencionada anteriormente.
 - La reducción de velocidad y una buena visibilidad deben tomarse en cuenta como factores claves para un diseño de una intersección segura.
- **Intersección Coherente**
 - La señalización y los diseños de la intersección deben ser claros y de fácil comprensión.
 - Deben estar completamente demarcadas, con el fin de guiar no solo al ciclista; sino que también de advertir a los peatones y a los motorizados que existe un paso de ciclistas, el cual deben respetar.

- **Intersección Directa**

- Se deben evitar muchos desvíos, y garantizar fluides y buena interacción entre los distintos usuarios.
- Se debe evitar tiempos largos de espera y recorrido del ciclista.

Ahora bien, con el objetivo de facilitar al ciclista el proceso de identificar la conexión con su ruta, y para los motorizados y peatones visualizar o prever el paso preferencial de ciclistas; es necesario demarcar las intersecciones con un color llamativo, el cual no pase desapercibido por ninguno de los usuarios en general (peatones, vehículos motorizados y ciclistas) presentes en la intersección (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 49. A lo largo del corredor y en la intersección, Lima
Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.3.5 Campo de visión

Es el espacio necesario en las intersecciones para que un ciclista pueda advertirse de la aproximación de un motorizado y viceversa. Este espacio (entre 20- 30 m) debe de estar libre de cualquier elemento que obstruya la visión de quienes transcurren por la vía y de los que se incorporan o la cruzan, como se observa en la siguiente figura (Municipalidad de Lima, 2017).

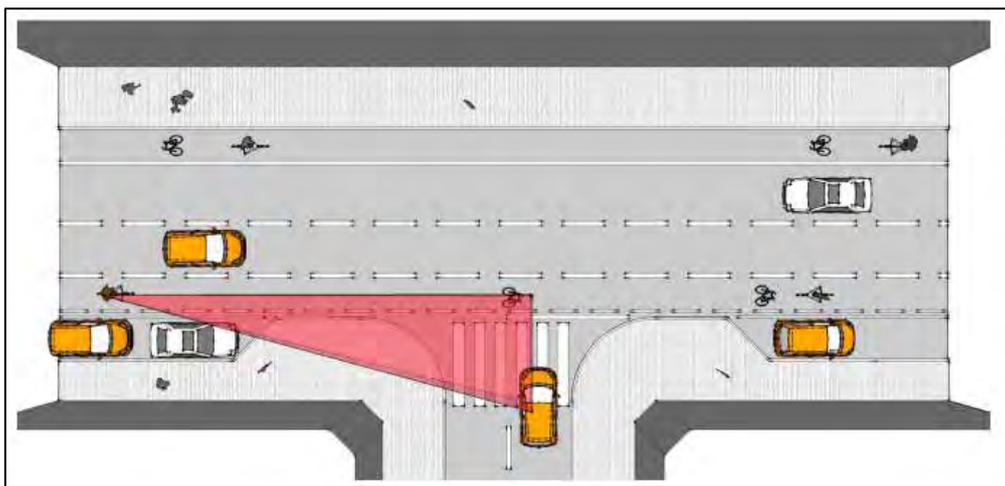


Figura 50. Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- **Línea de deseo del ciclista**

Cuando se diseñe una intersección con la presencia de infraestructuras ciclistas, debe de tener en cuenta las líneas de deseo del ciclista. Estas líneas normalmente corresponden al cruce más directo y coherente. No se debe forzar al ciclista a realizar desvíos o maniobras que terminan siendo peligrosas y confusas (Municipalidad de Lima, 2017)

Es por ello, que se recomienda a los diseñadores de las infraestructuras ciclistas que observen y mapeen el comportamiento de los usuarios actuales para entender sus necesidades de movilidad (Municipalidad de Lima, 2017).

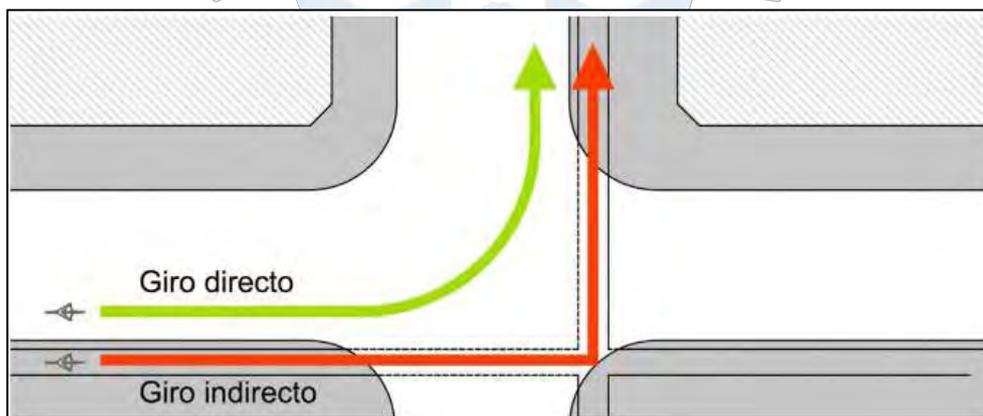


Figura 51. Línea de deseo vs ruta obligada

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.4 Señalización

La señalización es muy importante, debido a que define la funcionalidad de la vía y es una indicación visual que permite tener una red funcional, eficaz y cómoda; de tal forma que los usuarios puedan comprender el mensaje que estas transmiten en cuanto a sentidos de circulación, límites, pasos peatonales, restricciones, prohibiciones y márgenes (Martínez et al., 2019).

Las infraestructuras ciclo inclusivas demandan de una señalización vial específica y exclusiva, que tiene como propósito dar a una ciudad un perfil amigable con la bicicleta, convirtiéndose así en una herramienta de promoción para esta; la señalización está dirigida tanto a los ciclistas como a los demás usuarios (Municipalidad de Lima, 2017).

2.4.1 Señalización vertical

La primera sugerencia es la implementación del pictograma de bicicletas apropiado, con la finalidad de que el usuario perciba el concepto de uso de bicicletas como un medio de transporte habitual y no solo como un vehículo de entretenimiento o deporte. Pese a que este aspecto no parezca relevante, para la señalización de infraestructuras ciclo inclusivas, en cláusulas del lenguaje internacional, se recomienda el uso del pictograma de bicicletas utilizado universalmente, el cual toma de referencia a una bicicleta de ciudad y no a una bicicleta de carreteras como se contempla en la reglamentación actual (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 52. Pictograma existente de una bicicleta de carretera (izquierda) y pictograma propuesto de una bicicleta urbana (derecha)

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

- **Señalización reglamentaria**

Es necesario complementar y diseñar las señales reglamentarias existentes, debido a que, en general están dirigidas a los vehículos motorizados; también se necesitan señales que estén dirigidas a los ciclistas (Municipalidad de Lima, 2017).

A continuación, se presentan las señales reglamentarias existentes:

Tabla 10. Señales vigentes y recomendaciones de aplicación en infraestructura ciclovial

 <p>R-1: Pare Para detener a los motorizados y dar prioridad del paso ciclista.</p>	 <p>R-2: Ceda el paso Para indicar a los motorizados la prioridad del paso ciclista.</p>
 <p>R-6: Prohibido voltear izquierda Para indicar a los motorizados la prohibición de girar a la izquierda ante la existencia de una ciclovía por separador central.</p>	 <p>R-10: Prohibido voltear en U Para indicar a los motorizados la prohibición de girar en U ante la existencia de una ciclovía por separador central.</p>
 <p>R-22: Prohibida la circulación de bicicletas Esta señal se recomienda sólo para uso en vías expresas (se sugiere cambiar el pictograma).</p>	 <p>R-30: Velocidad máxima Para indicar la velocidad máxima según lugar (excepto en zonas 30 donde se usa la señal específica).</p>
 <p>R-42: Ciclovía Notifica a los usuarios la existencia de una vía exclusiva para el tránsito de bicicletas. En ciclo carriles, ciclovías, ciclo aceras y ciclo sendas (se sugiere cambiar el pictograma).</p>	 <p>R-58A / R-58B: Vía segregada motorizados-bicicletas Estas señales establecen las vías separadas para el tránsito de vehículos motorizados y bicicletas. Debe complementarse con marcas en el pavimento que indique "CICLOVIA", y otros dispositivos para una</p>
 <p>R-42A Conserve la derecha Esta señal dispone que el ciclista tiene la obligación de circular por el carril derecho de la ciclovía.</p>	 <p>R-42C Circulación no compartida Esta señal establece la obligación que tienen el ciclista y el peatón de circular por la vía que les corresponde.</p>
 <p>R-42B Obligatorio descender de la bicicleta Esta señal dispone que el ciclista tiene la obligación de descender de la bicicleta y circular a pie por un tramo o punto especificado.</p>	

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016)

Ahora, se muestran señales nuevas para ser incorporadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras aprobado mediante Resolución Directoral N° 16-2016-MTC/14 – MDCT.

Tabla 11. Señales reglamentarias adicionales propuestas

	<p>Vía compartida con prioridad ciclista En vías o carriles compartidos para indicar la prioridad del ciclista. Debe medir 450 x 450 mm. De acuerdo con los parámetros planteados en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.</p>		<p>Zona 30 Notifica a los usuarios que están ingresando a una zona con velocidad máxima de 30 km/h, generalmente en vías locales compartidas o con carriles compartidos. Debe medir 900 x 600 mm. de acuerdo con los parámetros planteados en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.</p>
	<p>Circulación compartida En ciclosendas o cicloaceras con bajo flujo peatonal (según diseño de la infraestructura). Debe medir 450 x 450 mm. de acuerdo con los parámetros planteados en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.</p>		

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016)

- **Señalización preventiva**

El Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras reglamenta una señal preventiva, la cual está dirigida a los motorizados para indicar la proximidad a una vía empleada habitual o exclusivamente para bicicletas (Municipalidad de Lima, 2017).

A continuación, se muestran las señales preventivas orientas al conductor motorizado y al ciclista:

Tabla 12. Señales preventivas vigentes

Señales preventivas orientadas al conductor motorizado	Señales preventivas orientadas al ciclista
 <p>P-46: Ciclistas en la vía Esta señal advierte al Conductor de la proximidad de una "CICLOVÍA".</p>	 <p>P-46C: Vehículos en la ciclovia Esta señal advierte al ciclista la proximidad de un tramo donde pueden cruzar vehículos motorizados.</p>
 <p>P-46A Cruce de ciclistas Esta señal advierte al Conductor la proximidad de un cruce de "CICLOVÍA". Debe complementarse con marcas en el pavimento.</p>	 <p>P-46D: Tramo en descenso Esta señal advierte al ciclista la proximidad de un tramo con pendiente en descenso en la "CICLOVÍA"</p>
 <p>P-46B Ubicación Cruce de ciclistas Esta señal indica al Conductor el lugar o ubicación del cruce de "CICLOVÍA". Debe complementarse con marcas en el pavimento.</p>	 <p>P-46E: Tramo en ascenso Advierte a los usuarios de la bicicleta Esta señal advierte al ciclista la proximidad de un tramo con pendiente en ascenso en la "CICLOVÍA"</p>

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016)

- **Señalización informativa**

El MDTC reglamenta una señal informativa, la cual está dirigida a los motorizados para indicar la proximidad a una vía empleada habitual o exclusivamente para bicicletas (Municipalidad de Lima, 2017).

Tabla 13. Señales informativas vigentes y propuestas

Señal informativa vigente	Señales informativas propuestas a ser incorporadas en el MDCT
 <p>I-8: Ciclovia Señal dirigida principalmente a los ciclistas, indica la dirección o distancia a la que se encuentra una infraestructura ciclovial.</p>	 <p>P-46C: Vehículos en la ciclovia Esta señal advierte al ciclista la proximidad de un tramo donde pueden cruzar vehículos motorizados.</p>
	 <p>P-46D: Tramo en descenso Esta señal advierte al ciclista la proximidad de un tramo con pendiente en descenso en la "CICLOVÍA"</p>
	 <p>Dirección de la infraestructura ciclovial Está dirigida al ciclista e indica el o los destinos principales hacia donde lo está conduciendo la infraestructura.</p>

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016)

2.4.2 Señalización horizontal

La señalización horizontal tiene como objetivo delimitar las zonas de recorrido para los ciclistas, advertir a los usuarios el sentido de la circulación, el trayecto a seguir en las intersecciones y los lugares de detención (Municipalidad de Lima, 2017).

- **Demarcaciones de vías segregadas y ciclocarriles**

El pictograma o símbolo de la bicicleta se demarca en el pavimento con pintura blanca, estas señales se ubican en las esquinas, al inicio y final en el sentido de la circulación y son acompañadas de flechas que indican la dirección del flujo (Municipalidad de Lima, 2017).

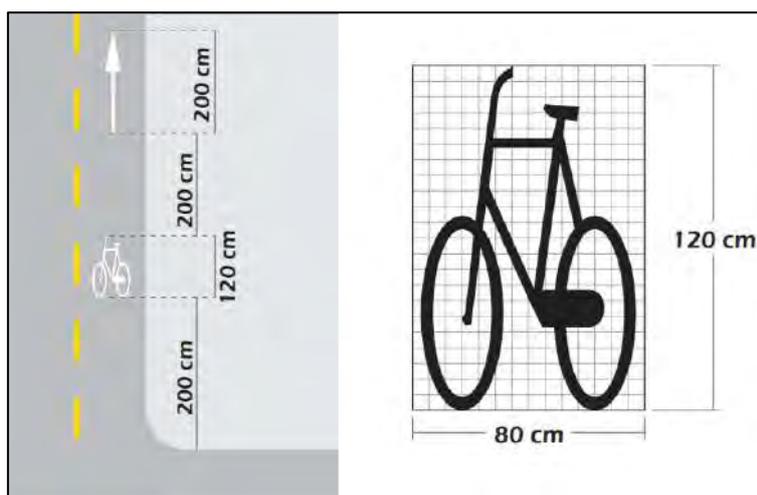


Figura 53. Pictograma bicicleta en infraestructuras ciclistas y localización con respecto a la esquina

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2015)

En la siguiente imagen se muestran las flechas que indican los giros y las maniobras de conexión a otras vías, estas deben ir en color blanco y con las medidas que se muestran.

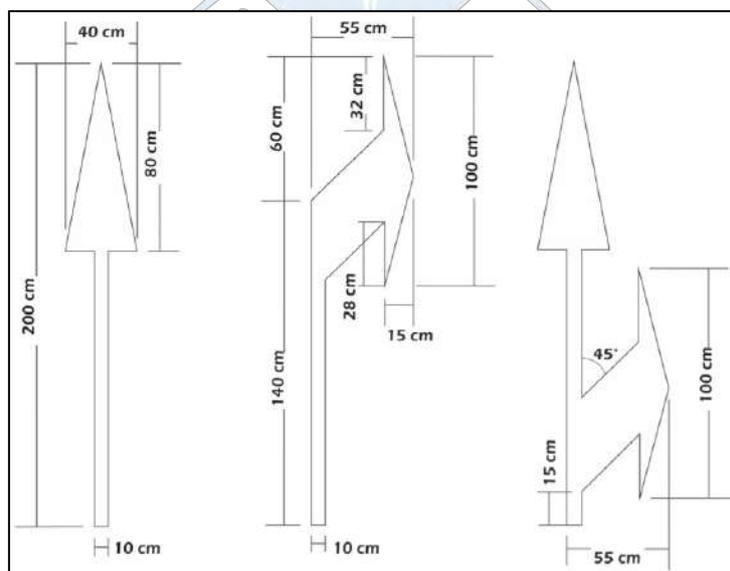


Figura 54. Flechas que indican el sentido de circulación o los giros en infraestructuras ciclistas

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2015)

En las ciclovías, ciclocarriles o cicloaceras con más de un carril de circulación, es necesario que se demarquen con una línea continua o segmentada según corresponda. Para las ciclovías unidireccionales se utilizará el color blanco y para las ciclovías bidireccionales, el color amarillo. Se debe incluir un espacio de separación de 60cm, cuando la ciclovía está a nivel de calzada y continua al carril de los motorizados, este espacio debe estar demarcado con 2 líneas amarillas paralelas, las cuales tendrán líneas diagonales a ellas con un ángulo de 35° y se puede incluir elementos de segregación. Además, deberá ir una línea amarilla en dirección paralela a la acera, de esta manera se evita que esta zona se convierta en estacionamiento de los vehículos motorizados (Municipalidad de Lima, 2017).

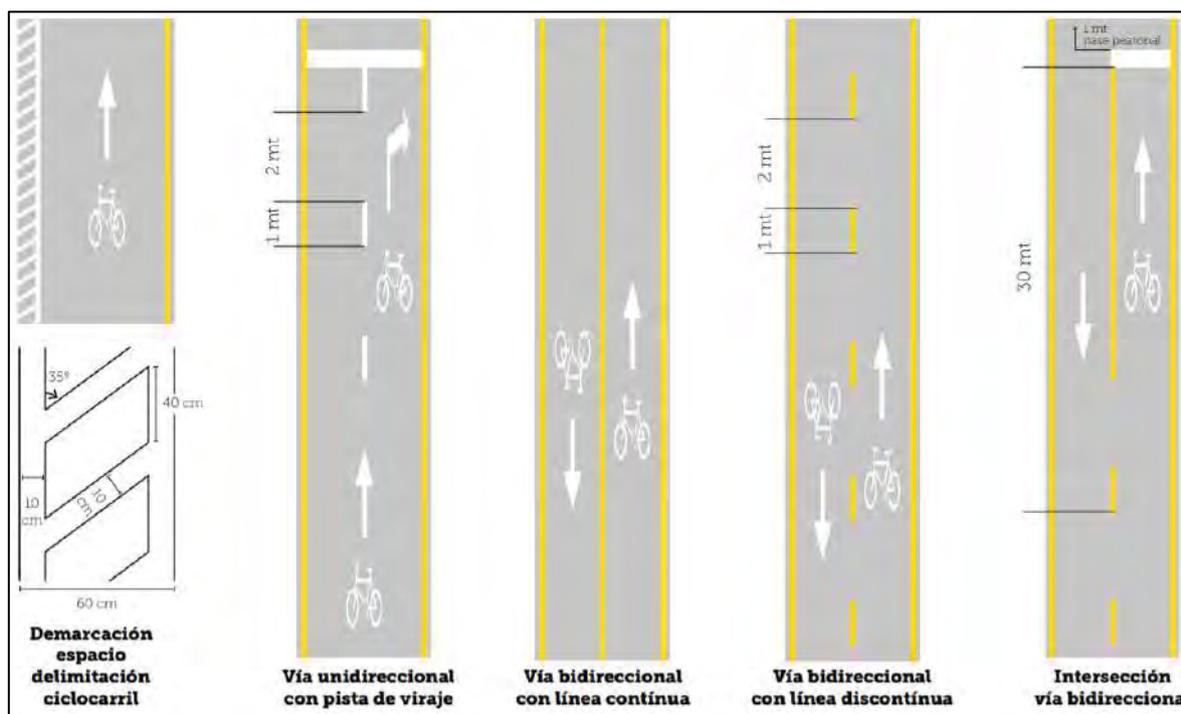


Figura 55. Características para infraestructuras ciclistas que tienen más de un carril
Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

Para la demarcación de las intersecciones en la zona de aproximación, se utiliza una línea transversal y la palabra “PARE” (en color blanco), esto indica el punto de detención de los ciclistas. Los cruces de las intersecciones se pintan de color rojo y se delimitan con dos franjas paralelas pintadas de color blanco, que están conformadas por cuadrados de 50x50cm ubicados cada 50cm (Municipalidad de Lima, 2017).

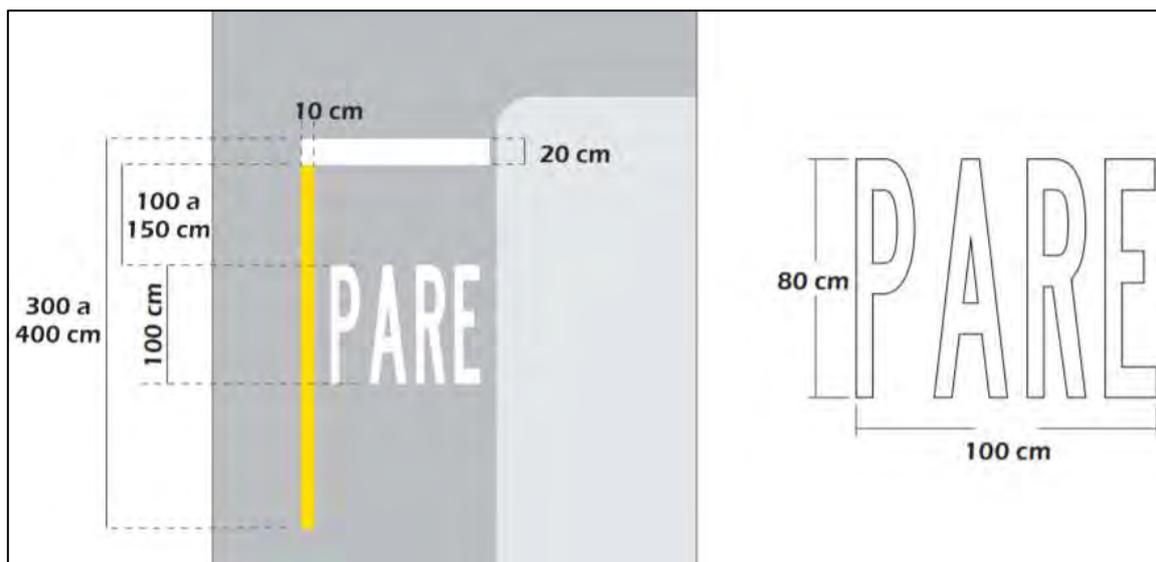


Figura 56. Señales de detención en ciclovía, ciclocarril o cicloacera
Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2015)

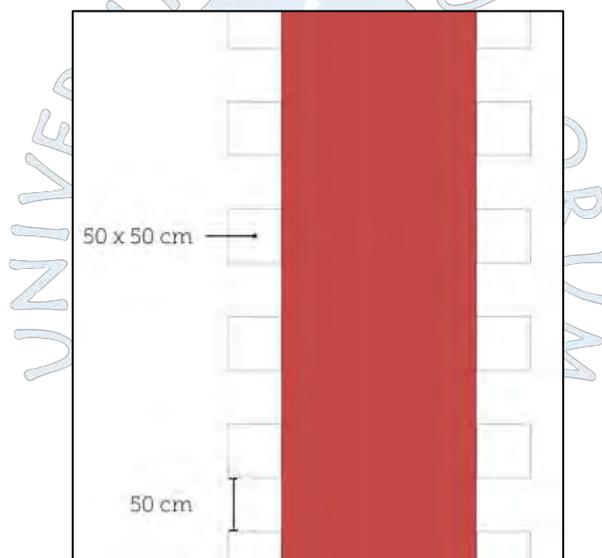


Figura 57. Demarcación roja para cruces de ciclovías, ciclocarriles o cicloaceras y su respectiva delimitación con cuadros blancos
Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.4.3 Elementos segregadores

Estos elementos son utilizados en ciclovías segregadas, tienen como propósito marcar una separación entre el flujo de ciclistas y motorizados; su modelo varía de acuerdo con la necesidad de separación y al espacio disponible. Por ejemplo, se puede colocar elementos de canalización vial (tachones, hitos, bordillos), mobiliario urbano (bancas, ciclo estacionamientos) y elementos de paisajismos (zonas verdes, árboles, maceteros de flores, etc.) (Municipalidad de Lima, 2017).

Los bordillos discontinuos de baja altura se encuentran entre los elementos de canalización, estos miden menos de 15cm de altura, además se tiene a los hitos tubulares que tienen 70 a 80cm de altura (Municipalidad de Lima, 2017).



Figura 58. Elementos segregadores de ciclovías

Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

Los bordillos pueden ser prefabricados de concreto o de plástico, se ubican de manera discontinua, con una distancia que va desde los 0.5, a 1.0 m, de esta manera cumple la función de canalizar a la vía y se dar facilidad de ingreso y salida de la ciclovía a los ciclistas. Es importante que estos elementos garanticen su visibilidad, sobre todo en la noche, así que se pueden incorporar tachones reflectantes (Municipalidad de Lima, 2017).

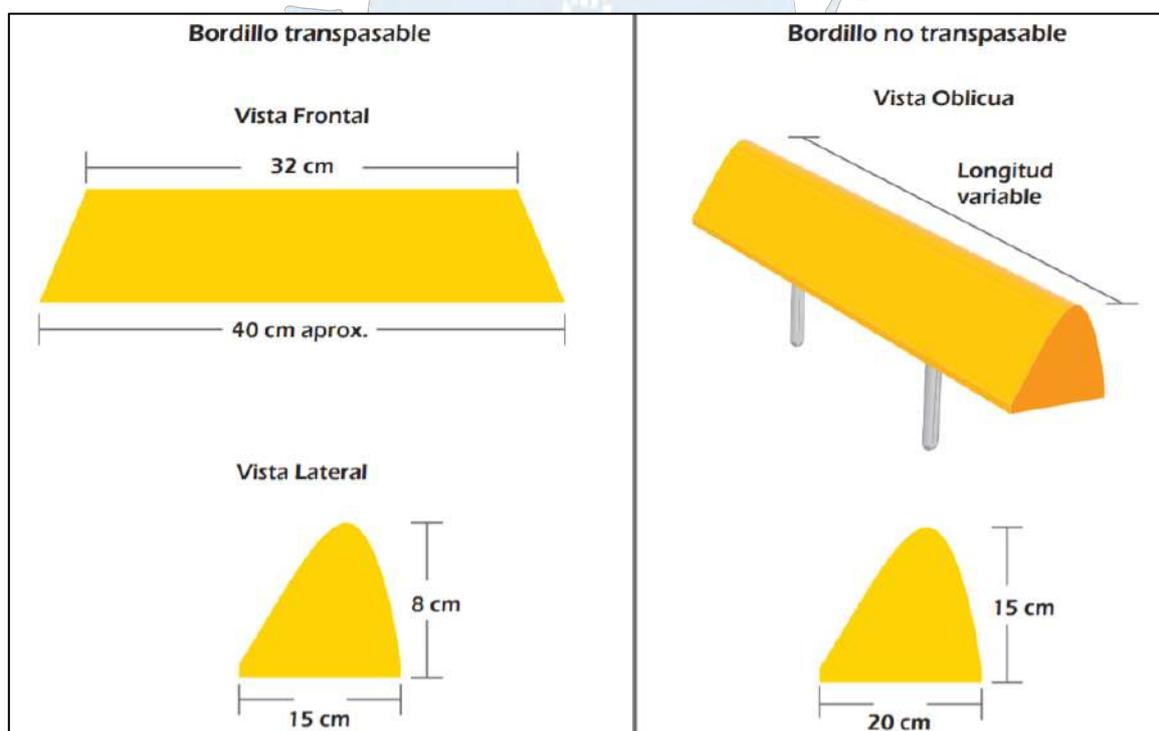


Figura 59. Bordillos separadores

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2015)

Los bordillos pueden combinarse con hitos o bolardos, los cuales tienen una altura entre 70 y 80cm, son de color floreciente y tienen bandas refractivas, de esta manera se podrá garantizar la seguridad del ciclista (Municipalidad de Lima, 2017).

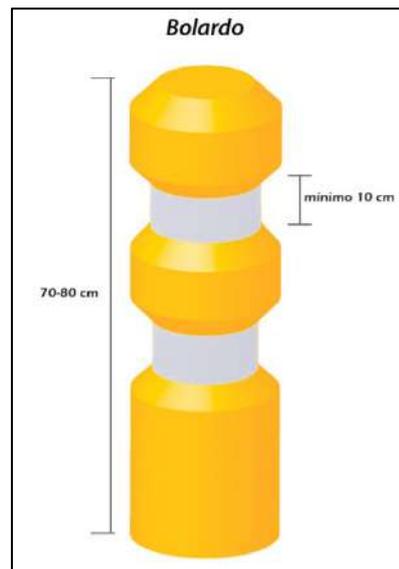


Figura 60. Modelo de bolardo

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2015)

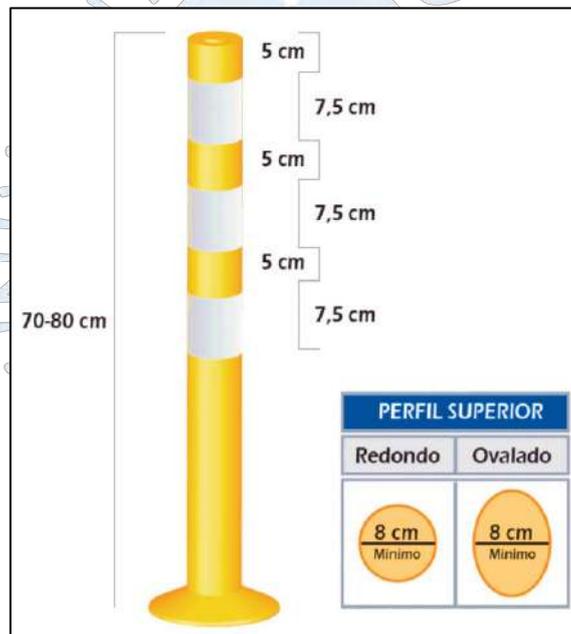


Figura 61. Modelo de bolardo

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2015)

2.4.4 Señalización para semáforos

En los casos en donde se requiera la implementación de semáforos para las infraestructuras ciclistas, estos deben tener la fase verde para indicar avance y la fase roja para indicar detención. Estos semáforos pueden ser colocados de manera independiente o adosados a los demás semáforos (vehiculares o peatonales), y además tienen que ser ubicados a una altura y distancia adecuada para que puedan ser visualizados por los ciclistas (Municipalidad de Lima, 2017).

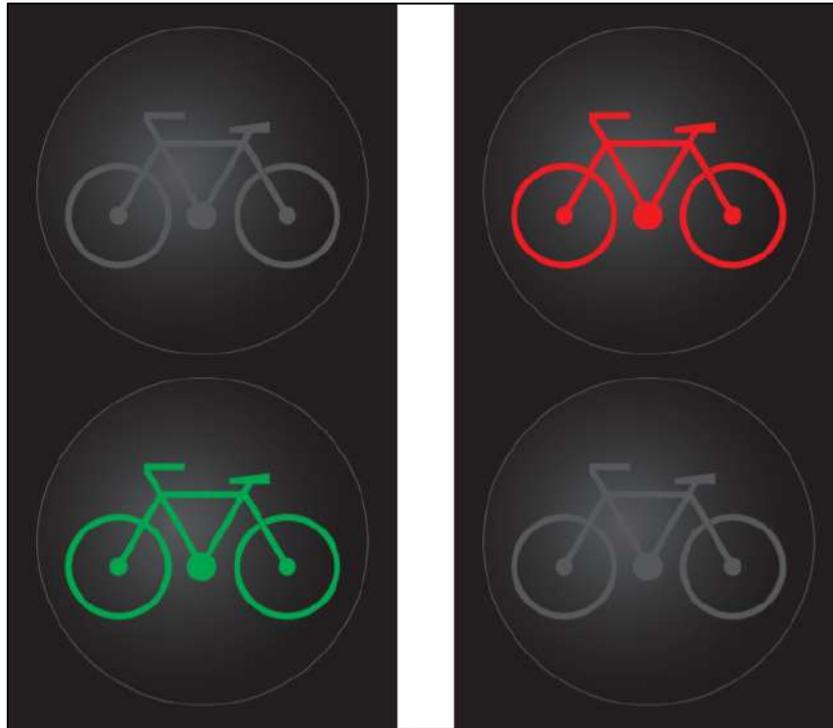


Figura 62. Semáforos para bicicletas
Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2015)



Figura 63. Semáforo para bicicletas adosado al semáforo vehicular (Barcelona)
Fuente: Municipalidad de Lima (2017)

2.5 Diseño de Semaforización

Cuando una intersección atrae un gran flujo de vehículos y peatones, se debe a que es una intersección importante, así que, lo más normal es que esta esté semaforizada; por lo que, es viable aprovechar los semáforos existentes (Ayuntamiento de Zaragoza, 2010).

Exclusivamente para los casos en los que estén permitidos aquellos movimientos que no puedan realizar los motorizados o peatones, se implementaran semáforos independientes para los ciclistas, así que es importante considerar lo siguiente (Ayuntamiento de Zaragoza, 2010).

Tabla 14. Situaciones para la implementación de semáforos

Vías ciclistas unidireccionales	Vías ciclistas bidireccionales
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuando la superficie de rodadura de la infraestructura ciclista está a la misma cota de la calzada, y además los movimientos de la bicicleta concuerdan con el resto de los vehículos; se utilizarán los mismos semáforos, es decir, el semáforo vehicular será también para los ciclistas (3 fases sin pictograma específico). ✓ Cuando la superficie de rodadura de la infraestructura ciclista está a la misma cota de la calzada o de la acera, y los ciclistas realizan movimientos específicos o hay una zona de espera prevista para las bicicletas; se utilizará un semáforo circular exclusivo para los ciclistas con 3 fases. ✓ Cuando la superficie de rodadura de la infraestructura ciclista está a la misma cota de la acera y hay un cruce para ciclistas junto al paso de los peatones, se utilizará el semáforo de los peatones (2 fases), es decir, no es necesario colocar un semáforo para ciclistas. ✓ Para evitar el riesgo que ocurre en las intersecciones de infraestructuras ciclistas, cuando un vehículo va a girar a la derecha y el ciclista seguirá de frente, es recomendable colocar semáforos en ámbar para el giro a la derecha del tráfico general. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuando la superficie de rodadura de la infraestructura ciclista está a la misma cota de la acera y el hay un cruce para ciclistas junto al paso de los peatones, se utilizará el semáforo de los peatones (2 fases), es decir, no es necesario implementar un semáforo para ciclistas. Sin embargo, si el semáforo va a ser renovado, se pueden incorporar en estos ambos pictogramas (peatón y bicicleta) con 2 fases. ✓ Cuando el cruce ciclista está separado del paso de peatones, se utilizará un semáforo circular exclusivo (con el pictograma de bicicleta) para los ciclistas con 2 fases. En el caso de que existieran diversas direcciones, se incluirá una señal para indicar los movimientos que permite el semáforo.

Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza (2010).

2.6 Tipos de pavimento

El asfalto, concreto y adoquín, son los tipos de pavimentos más usados en infraestructuras ciclistas. Sin embargo, en consideración con la uniformidad y confort de los ciclistas, se suele preferir el asfalto y concreto, ya que el adoquín genera vibraciones durante el rodamiento. No obstante, la selección del tipo de pavimentos debe basarse en criterios de: calidad espacial, dimensiones del pavimento, entorno y tráfico, cimientos, tipo de suelo, drenajes, apariencia del pavimento, tuberías de redes de servicio público, requerimientos del material según el uso y costos. La superficie de rodadura debe proporcionar cohesión, impermeabilidad y durabilidad y uniformidad en el acabado (Municipalidad de Lima, 2017).

- **Asfalto**

Este tipo de pavimento produce un mayor confort a los ciclistas, tiene excelentes condiciones de cohesión, antideslizamiento, uniformidad en el acabado y resistencia, debido a esto, la aplicación de pintura para la señalización es sencilla; el asfalto puede ser utilizado para todos los tipos de infraestructuras viales (Municipalidad de Lima, 2017).

- **Concreto**

Este tipo de pavimento también produce un mayor confort a los ciclistas, tiene excelentes condiciones de cohesión, antideslizamiento, uniformidad en el acabado y resistencia, no obstante, se requiere de un cuidado especial en el manejo de juntas para evitar ocasionar sobresaltos, desniveles o impactos que perjudiquen a los ciclistas. Debido a que el concreto es un material de gran durabilidad tiene una baja probabilidad de aparición de baches o daños, sin embargo, de llegar a presentarse una fractura, se puede llegar a afectar de manera negativa a los ciclistas. El alto costo de este pavimento vendría a ser una desventaja, además que su color no es contrastante (Municipalidad de Lima, 2017).

- **Adoquín**

Este tipo de pavimentos no suele ser cómodo para los ciclistas, debido a que su superficie de rodadura no es uniforme, debido al número de uniones y al tamaño de sus piezas. Además, requiere de elementos segregadores como el bordillo para su confinamiento. La instalación de los adoquines se debe realizar en sentido transversal para evitar problemas con las juntas longitudinales y se debe reducir al límite el ancho de las juntas. Este material requiere de un cuidado especial con el tema de drenajes, para evitar daños en la subbase y por ende el levantamiento de sus piezas, es ideal para vías compartidas, debido a que reduce la velocidad a los vehículos motorizados, pero para la zona de circulación de ciclistas requiere de un manejo espacial para reducir la vibración (Municipalidad de Lima, 2017).

• Estructura del pavimento

De acuerdo con el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías, la estructura del pavimento para una ciclovía tiene 3 componentes: la subrasante, la base y la capa de rodadura. En base a las características de cada capa, el manual propone espesores para la estructura del pavimento.

- a) Subrasante: Componente que tiene contacto directo con el terreno natural, sobre este descansa la base; además, como en Piura predominan los suelos granulares y en la zona de estudio el suelo es SP según la clasificación Sucs, es decir, un suelo arenoso mal graduado (ver mapa del Apéndice “A”), el material para este relleno debe ser compactable en capas de 150 mm de espesor, con una densidad de 90% del Proctor Modificado.
- b) Base: Componente que transmite las cargas superficiales a las capas inferiores. Este relleno debe ser compactable en capas con espesores menores a 150 mm, y con una densidad de 95% del Proctor Modificado. El espesor de la base debe ser menor a 150mm después de ser compactado y debe tener un ancho de 30 cm adicionales a cada lado de la superficie de rodadura.
- c) Capa de rodadura: Este componente tiene como propósito desarrollar una superficie de rodadura cómoda y segura, así mismo, protege a la base. Su espesor debe ser mayor a 30mm, pero menor a 50mm.

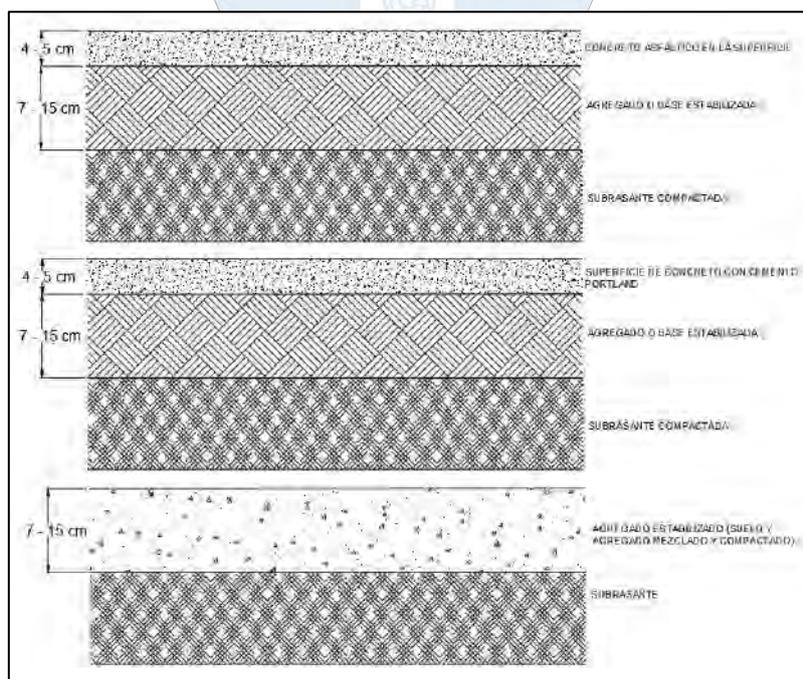


Figura 64. Tipos de pavimento

Fuente: Plan maestro de ciclovías para el área metropolitana de Lima y Callao (2004)

2.7 Diseño de cicloparqueaderos

Es importante contemplar estacionamientos para las bicicletas, ya que, si en todo el recorrido de una infraestructura ciclista no existe una zona para estacionar las bicicletas, es posible que se reduzcan las cifras de viajes diarios; así que un buen diseño de cicloparqueaderos garantiza niveles mayores de uso y comodidad a los ciclistas (Municipalidad de Lima, 2017).

- **Especificaciones tipo U Invertida**

Los tipos de mobiliario varían de acuerdo con su localización (espacios cerrados, privados o públicos). El mobiliario más recomendado para uso público es la U invertida, gracias a su diseño simple que contempla un costo bajo, requiere de poco espacio (Municipalidad de Lima, 2017).

- **Especificaciones de diseño**

El ciclo estacionamientos debe tener un buen anclaje para garantizar que las bicicletas no puedan ser retiradas, así que, debe ser totalmente rígido, continuo y de materiales inoxidables como el acero. La instalación del mobiliario debe ser secuencial o individual dependiendo del espacio disponible, y debe permitir un acceso cómodo para que el usuario pueda asegurar su bicicleta sin problemas (Municipalidad de Lima, 2017).

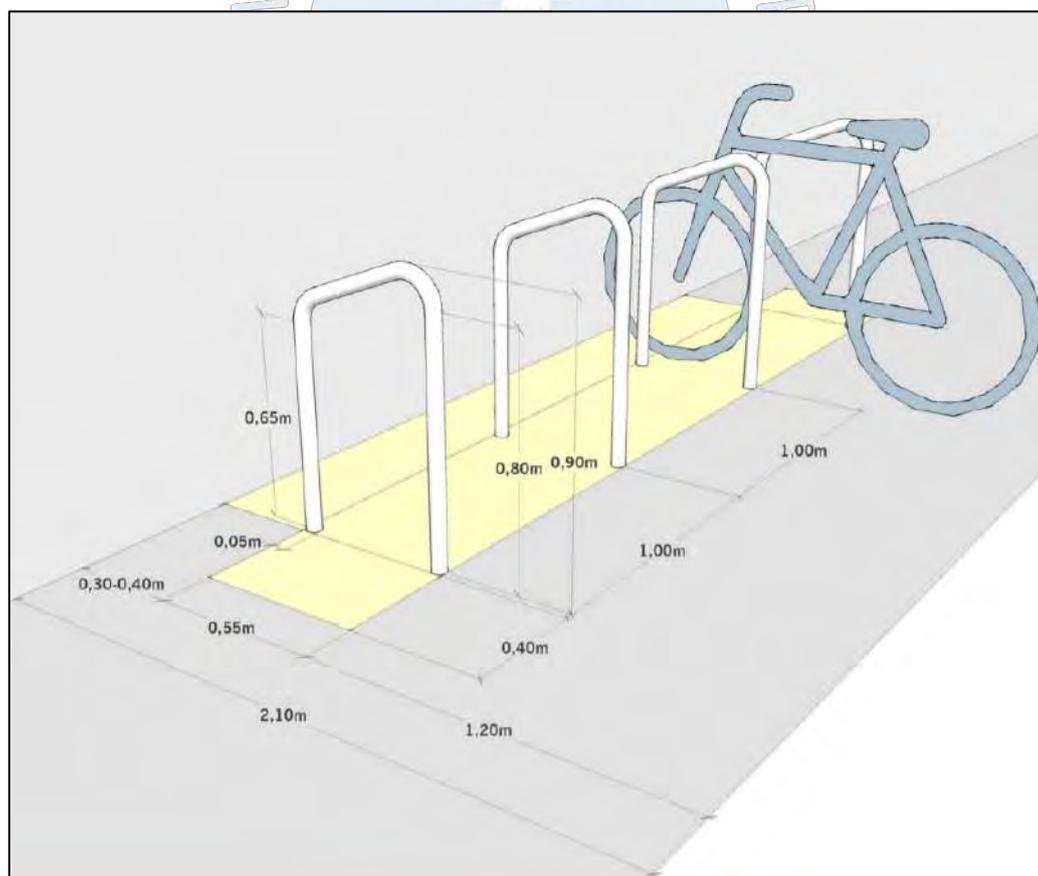


Figura 65. Especificaciones de diseño U Invertida

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2016)

Capítulo 3

Propuesta de diseño de la ciclovía

3.1 Diseño Geométrico

El objetivo del diseño geométrico es proporcionar un bosquejo de la distribución de la Av. Sánchez Cerro en el tramo en estudio, en donde este incluirá la infraestructura ciclista.

3.1.1 Tipo de vía

Como la Av. Sánchez Cerro es una vía arterial que atrae un gran flujo vehicular, el tipo de infraestructura idónea consiste en una ciclovía unidireccional segregada, la cual será proyectada sobre los separadores laterales de esta; teniendo así una ciclovía en ambos sentidos.

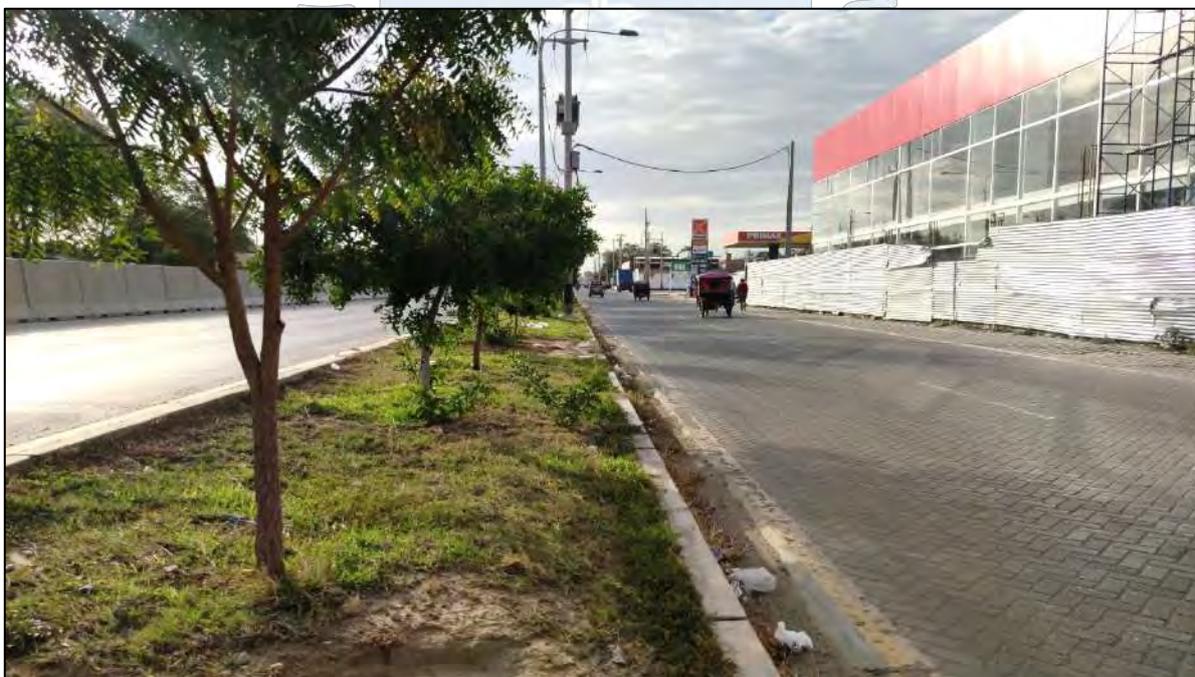


Figura 66. Separador donde se proyecta la ciclovía

3.1.2 Ancho de la vía

Para definir el ancho de la ciclovía, en primer lugar, se debe tener en cuenta el ancho libre de circulación en base al usuario, el tipo de vehículo y a la necesidad de desplazamiento.

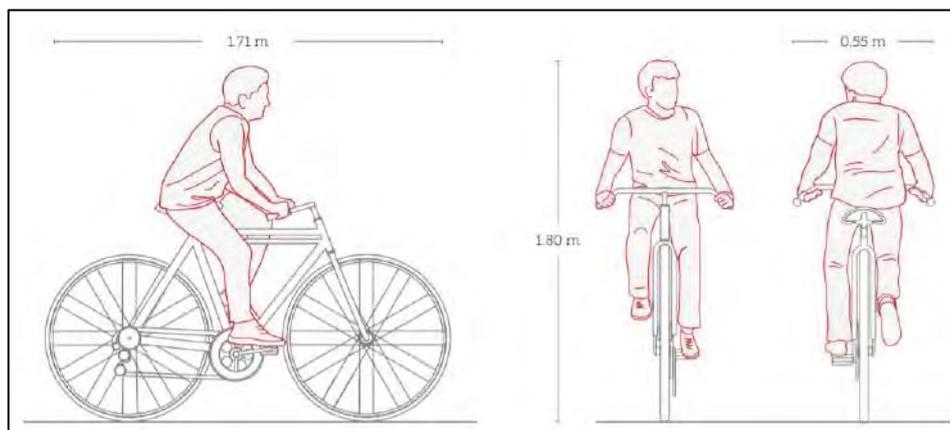


Figura 67. Espacio ocupado por el ciclista para su recorrido

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia (2016)

Entonces, de acuerdo con las dimensiones estándar de ancho libre de circulación por tipo de infraestructura establecidas en el Capítulo 2, el ancho de la vía vendría a ser de 2m, con la finalidad de tener un espacio seguro y cómodo para el ciclista, ya que podrá adelantar a otro usuario sin el temor de salir de la ciclovía y así ponerse en riesgo con el tráfico motorizado.

3.1.3 Elemento segregador

Los dos separadores laterales de la avenida en estudio tienen un ancho variable, el cual oscila entre los 3.12m y 4.36m; por lo que, teniendo la ciclovía proyectada un ancho de 2m, quedará un área que será utilizada para ubicar los árboles y los postes de luz. Además, las cotas de las vías principales y auxiliares son distintas por tramos, es decir, en algunos tramos estas vías se encuentran al mismo nivel, pero en otros tramos tienen un desnivel que oscila desde los 0.15m hasta 1m. En la siguiente figura se puede apreciar la topografía del separador lateral en un tramo de la vía.



Figura 68. Estado actual de uno de los separadores laterales de la vía

Se eligió una ciclovía segregada, debido a que existe la necesidad de proteger al ciclista del volumen y velocidad de los motorizados, así que, la ciclovía proyectada quedará al nivel de las vías auxiliares; el elemento segregador en esta zona serán bolardos ubicados cada 1.5m, además entre los bolardos se pretende colocar maceteros con flores

ornamentales para embellecer el ambiente y dar un aspecto ambientalista a los usuarios. El elemento segregador para la zona de la ciclo vía y el área sobrante de los separadores laterales son los sardineles; para los tramos en donde no hay desnivel, la altura del sardinel es de 0.15m, y para la zona donde hay desnivel la altura varía en base a este.

El Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, en la siguiente tabla detalla la altura mínima que deben tener los conos o bolardos, en función de la velocidad de la vía.

Tabla 15. Altura mínima

Velocidad máxima en zonas de trabajo (Km/h)	Altura mínima de conos (cm)
Menor o igual a 50	70
60	70
70	90
80	90
Mayor a 80	90

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016)

Los bolardos proyectados son para segregar la ciclo vía de las calzadas auxiliares, las cuales presentan una velocidad de 30km/h en todo el tramo, de acuerdo con lo mencionado en el Capítulo 1. Por tanto, la altura mínima debería ser 0.7 m. Sin embargo, Los bolardos tendrán 1m de altura, y una sección de 0.15x0.15m; además serán ubicados sobre los sardineles existentes de la vía auxiliar. Entre cada bolardo hay dos piezas rectangulares de metal, con la finalidad de dar una apariencia de reja y para sostener los maceteros; formándose así un elemento segregador compuesto. Además, cada bolardo es de color negro y tienen bandas reflectivas en ambas caras para complementar la demarcación de la ciclo vía.



Figura 69. Sardinel existente

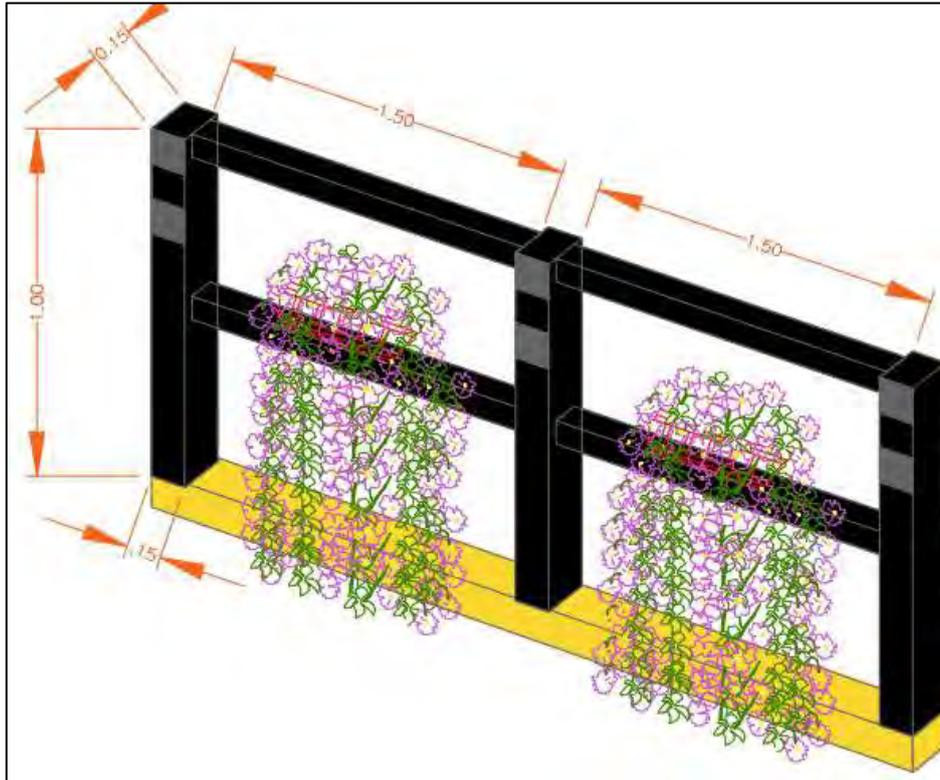


Figura 70. Ubicación y medidas de los bolardos

Los sardineles para la otra parte de la ciclovía son de color amarillo, tienen 0.1m de ancho y una altura que va desde los 0.15m hasta 1m dependiendo del desnivel; continuo al sardinel está una franja de áreas verdes y luego está la vía principal.

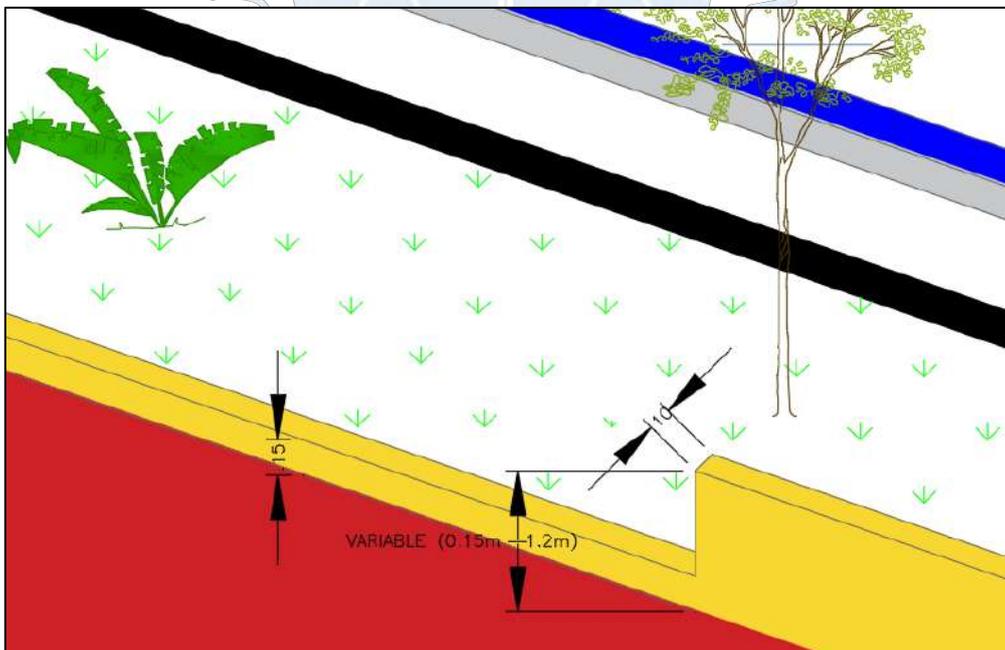


Figura 71. Ubicación y medidas de los sardineles

En la siguiente figura se muestra la ciclovía con los elementos segregadores compuestos.



Figura 72. Modelo de ciclovía proyectada

3.1.4 Estructura del pavimento

De acuerdo con el Acápite 2.6 del capítulo 2, se tienen 2 opciones recomendadas para definir la estructura del pavimento, ya que puede ser de concreto de cemento portland o asfalto, a continuación, se presentan las ventajas y desventajas de cada tipo:

Tabla 16. Cuadro comparativo de pavimento Rígido y Flexible.

Pavimento Rígido	Pavimento Flexible
Mayor costo inicial de construcción	Menor costo inicial de construcción
La losa de concreto absorbe todos los esfuerzos.	La carpeta asfáltica absorbe parte de los esfuerzos, pero también se transmiten al suelo.
No es muy deformable.	Mayor deformabilidad.
Mayor vida útil.	Menor vida útil.
Bajo costo de mantenimiento.	Alto costo de mantenimiento.
La puesta en servicio requiere de varios días.	La puesta en servicio es inmediata.

Fuente: Choque, E. (2021)

En el cuadro anterior, muestra que el pavimento rígido presenta mayores beneficios que el pavimento flexible, a excepción de que este tiene un mayor costo inicial, debido a esto, se presenta un presupuesto estimado para ambos tipos de pavimentos.

El diseño del pavimento para una ciclovía no es complejo, debido a que no soportará grandes cargas en comparación con una autopista. Así que, en base a los requisitos ya mencionados, se estima que el espesor de la subrasante es de 150mm, el espesor de la base es de 150mm y el espesor de la capa de rodadura es de 50 mm, para ambos pavimentos, por lo que se obtiene un espesor total de 35cm.

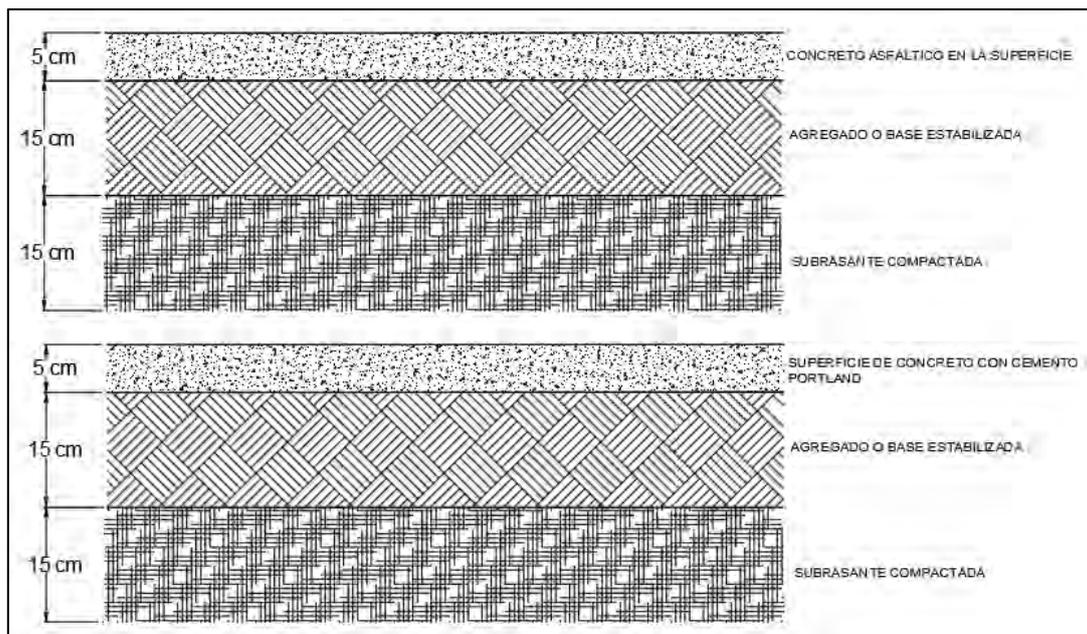


Figura 73. Detalle de Pavimento rígido y flexible para la ciclovía

Una vez definida la estructura del pavimento rígido y flexible, se ha realizado una estimación de precios, con la finalidad de analizar cuál de los dos es más conveniente económicamente para la ciclovía.

Tabla 17. Costo estimado de la estructura de Pavimento Flexible

02.02	Pavimento Flexible	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
02.02.01	Corte a nivel de subrasante	m3	2213.49	3.20	S/ 7,083.17
02.02.02	Eliminación de material excedente	m3	2462.51	21.70	S/ 53,436.31
02.02.03	Conformación y compactación de la subrasante e = 15cm	m2	3589.58	13.94	S/ 50,038.90
02.02.04	Base granular e = 15 cm para pavimentos	m2	3589.58	4.12	S/ 14,789.11
02.02.05	Imprimación asfáltica	m2	3589.58	2.85	S/ 10,230.31
02.02.06	Carpeta asfáltica en caliente de e = 5cm	m2	3286.73	36.59	S/ 131,342.74
Total S/					S/ 266,920.54

Tabla 18. Costo estimado de la estructura de Pavimento Rígido

02.02	Pavimento rígido	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
02.02.01	Corte a nivel de subrasante	m3	2213.49	3.20	S/ 7,083.17
02.02.02	Eliminación de material de excedente	m3	2462.51	21.70	S/ 53,436.31
02.02.03	Conformación y compactación de la subrasante e = 15cm	m2	3589.58	13.94	S/ 50,038.90
02.02.04	Base granular e = 15cm para pavimentos	m2	3589.58	4.12	S/ 14,789.11
02.02.05	Concreto f'c=210 kg/cm2 para superficie de concreto e = 5cm	m3	179.48	510.00	S/ 87,944.98
02.02.06	Encofrado y desencofrado de losa de concreto	m2	586.26	36.70	S/ 21,515.74
02.02.07	Acabado de losa de concreto	m2	3589.58	12.50	S/ 44,869.89
02.02.08	Curado de concreto	m2	3589.58	2.10	S/ 7,538.14
02.02.09	Corte de juntas e = 4 mm	m	1340.00	21.50	S/ 28,810.00
02.02.10	Sello de juntas	m	1340.00	19.50	S/ 26,130.00
Total S/					S/ 342,156.24

El costo de la estructura del pavimento rígido es mayor en S/. 75,235.70 del pavimento flexible; sin embargo, como este aporta mayores beneficios y mayor durabilidad, se ha elegido este tipo de pavimento.

3.1.5 Transición de vía ciclista

Con frecuencia, no es posible mantener una infraestructura ciclista en todo un tramo, debido a esto, la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas establece medidas de transición, a fin de tener un enlace cómodo y seguro con la calzada.

La siguiente figura muestra un bosquejo de la ciclovía propuesta, la cual está proyectada sobre los separadores de la Av. Sánchez Cerro, como ya se mencionó anteriormente. Este bosquejo permite identificar la ciclovía de la parte izquierda (desde la Av. Vice hasta Óvalo Cáceres) y la ciclovía de la parte derecha (desde el Óvalo Cáceres hasta la Av. Vice), para las descripciones de los párrafos de más adelante.

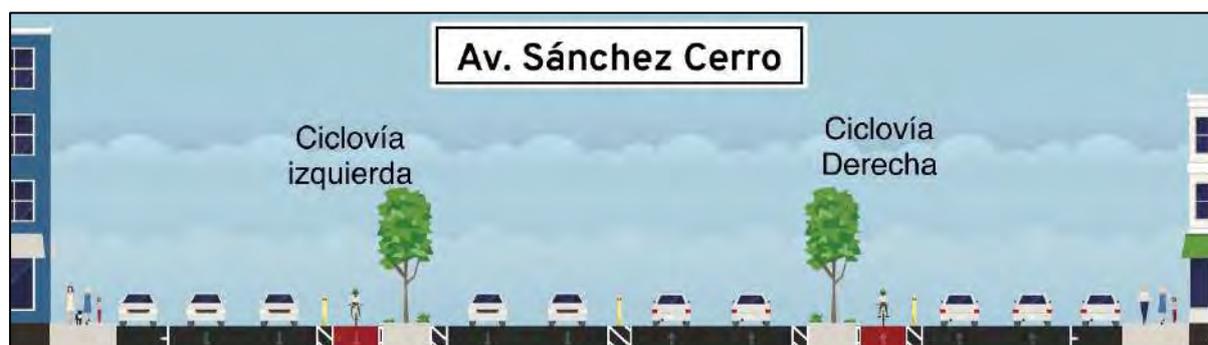


Figura 74. Distribución de la Av. Sánchez Cerro con la ciclovía incluida

Las transiciones de las ciclovías a la calzada y viceversa tienen un ancho de 10m, para que el ciclista pueda incorporarse y salir de cada ciclovía cómodamente.

Las figuras 75 y 76 muestran la transición de cada calzada auxiliar a su respectiva ciclovía izquierda y derecha según corresponda, la señalización horizontal respectiva, el área sobrante de cada separador, los elementos segregadores con sus maceteros y la ubicación de los postes de luz.

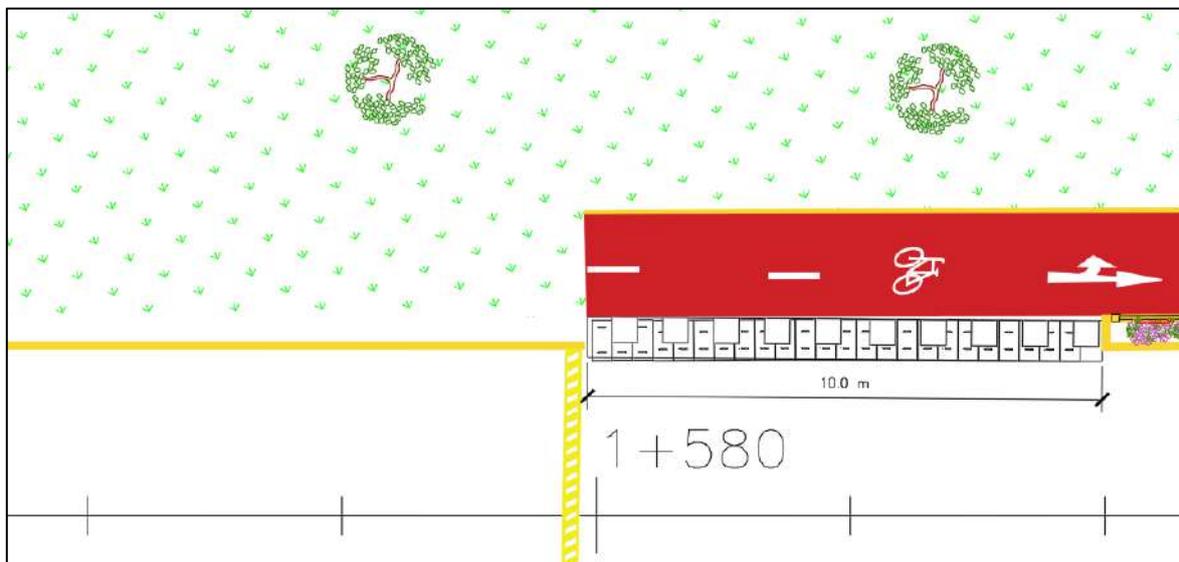


Figura 75. Transición de calzada a la ciclovía derecha



Figura 76. Transición de la calzada a la ciclovía izquierda

Ahora, como se observa en la Figura 77 y 78, en la transición de la ciclovía izquierda y derecha a cada calzada auxiliar según corresponda, es importante proteger al ciclista, por lo que, se ha diseñado una banda ciclo preferente en los primeros 10 metros como zona de transición. De esta manera se da la indicación a los motorizados y ciclistas que a partir de este punto las bicicletas circulan por la calzada.

El inicio y fin de cada ciclovía comprende exclusivamente el diseño de la transición de la calzada auxiliar a la ciclovía o viceversa, el cual está basado en: señalización horizontal y vertical, un ancho recomendado de 10m y una banda ciclo preferente.

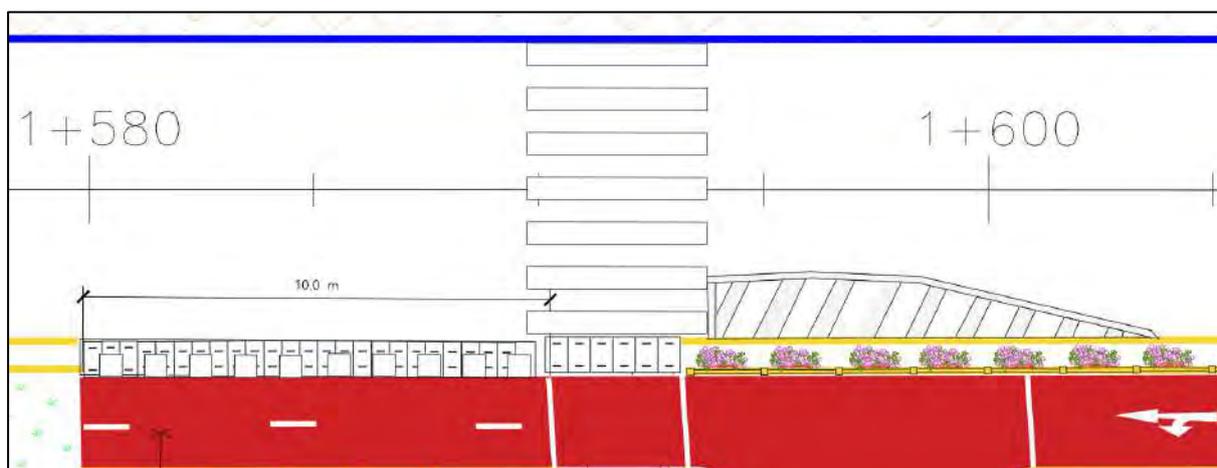


Figura 77. Transición de la ciclovia izquierda a la calzada

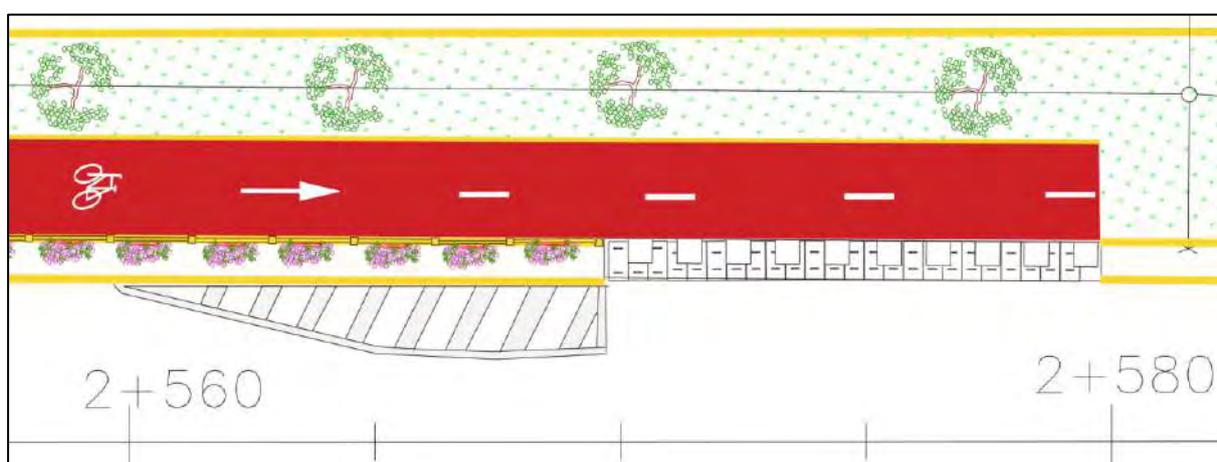


Figura 78. Transición de la ciclovia derecha a la calzada

3.1.6 Diseño de intersecciones

El tramo en estudio abarca la Av. Sánchez Cerro exclusivamente desde el Óvalo Cáceres hasta la Av. Vice, el diseño comprende en total 1km. No obstante, es posible seguir proyectando ambas ciclovías a lo largo de los separadores laterales; es decir, más allá del Óvalo Cáceres y de la intersección.

- **Óvalo Cáceres**

La Figura 79 muestra el diseño de la ciclovia en el Óvalo Cáceres, en la progresiva km 1+580 se encuentra el fin de la ciclovia izquierda y el inicio de la ciclovia derecha. No es posible proyectar ambas ciclovías exactamente hasta la progresiva km 1+680 y km 1+620, dado que, las características topográficas no lo permiten; en esa zona los separadores laterales son estrechos, habiendo espacio únicamente para los postes del alumbrado público y para los árboles. Así que, por la seguridad del ciclista y la falta de espacio, se ha previsto un cruce hacia la vereda. Además, a la altura de la progresiva km 1+600 se ha contemplado un cruce ciclista bidireccional al lado del cruce peatonal, con la finalidad de conectar ambas ciclovías.

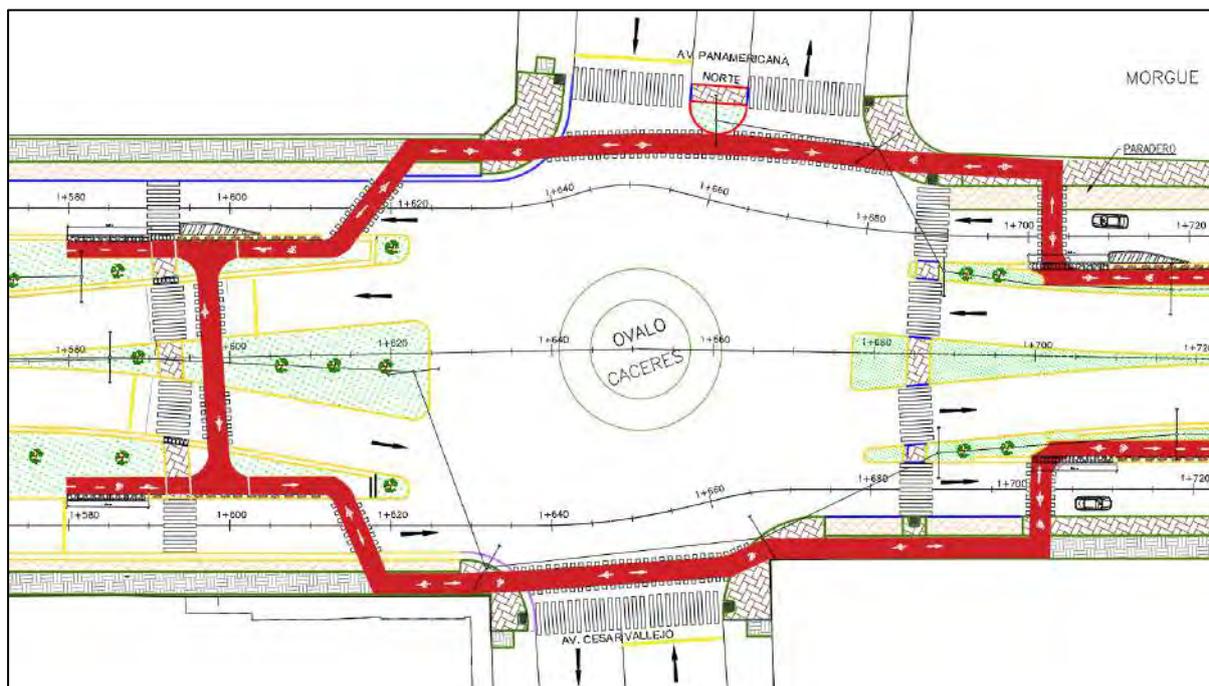


Figura 79. Ciclovía a la altura del Óvalo Cáceres

Entre las progresivas km 1+680 y km 1+700, las calzadas auxiliares tienen un estacionamiento con diferente distribución geométrica. Para que los peatones tengan la opción de transitar por el estacionamiento o compartir la vereda con ciclistas, se ha modificado esa parte, logrando así una distribución simétrica.

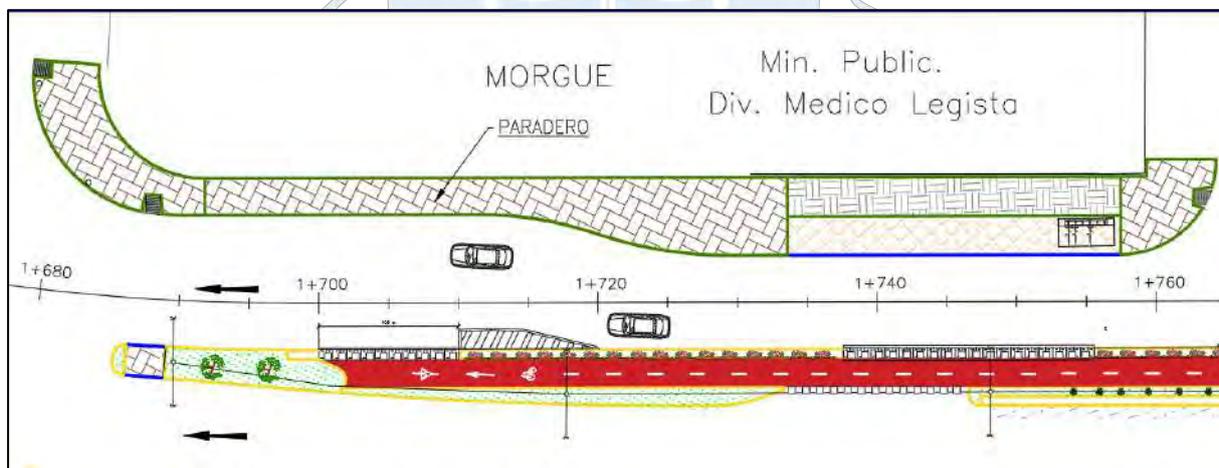


Figura 80. Bosquejo del paradero en la actualidad

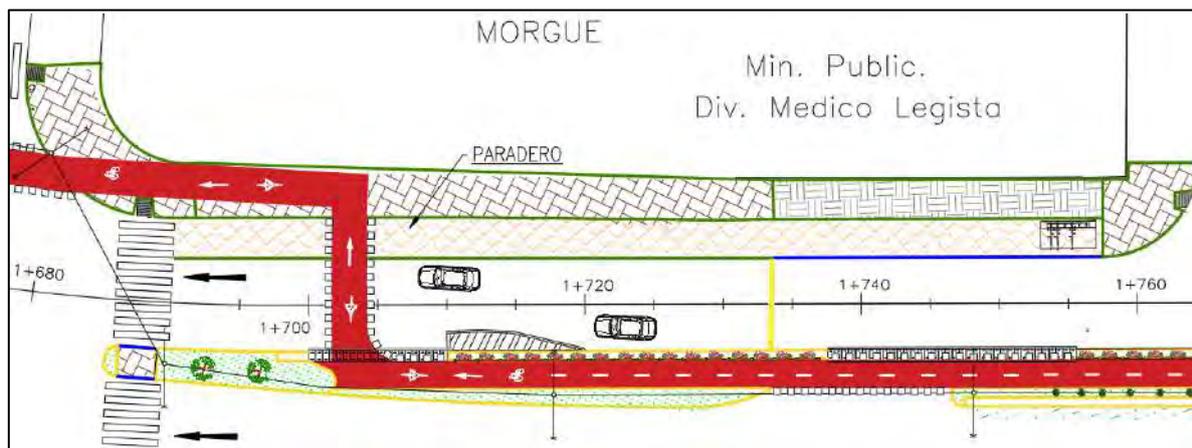


Figura 81. Bosquejo modificado del paradero

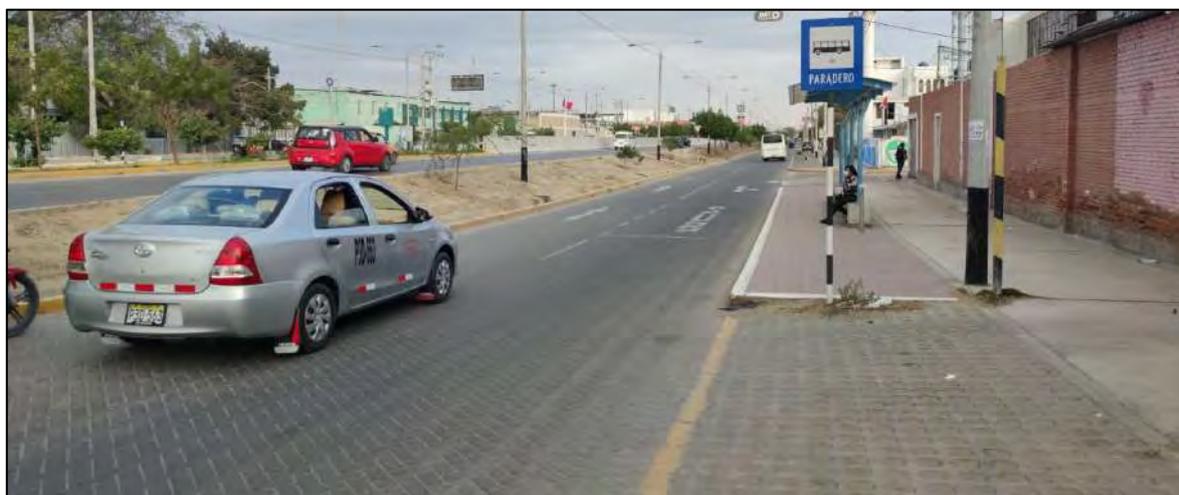


Figura 82. Paradero entre las progresivas km 1+680 y km 1+700

Se ha complementado el diseño con reductores de velocidad, ubicados de manera estratégica con la finalidad de proteger a los peatones y ciclistas del tráfico motorizado.

- **Intersección Av. Sánchez Cerro y Av. Vice**

La Figura 83 muestra el diseño de la ciclo vía en la intersección, en la progresiva km 2+580 se encuentra el inicio de la ciclo vía izquierda y el fin de la ciclo vía derecha. Se ha proyectado un cruce ciclista bidireccional detrás del cruce peatonal, con la finalidad de conectar ambas ciclo vías.

El diseño contempla que el ciclista pueda cruzar el tramo de 30m de forma directa, ya que tiene que esperar detrás del cruce peatonal. La velocidad de diseño para la ciclo vía proyectada, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclo vías, vendría a ser de 30km/h, dado que es la velocidad de diseño recomendada cuando el terreno es plano y está pavimentado y, además, se tienen condiciones climáticas normales. Según la velocidad y la distancia indicada, el ciclista demorará 3.6seg en cruzar; si se reduce la velocidad a 20km/h, demorará 5.4seg.

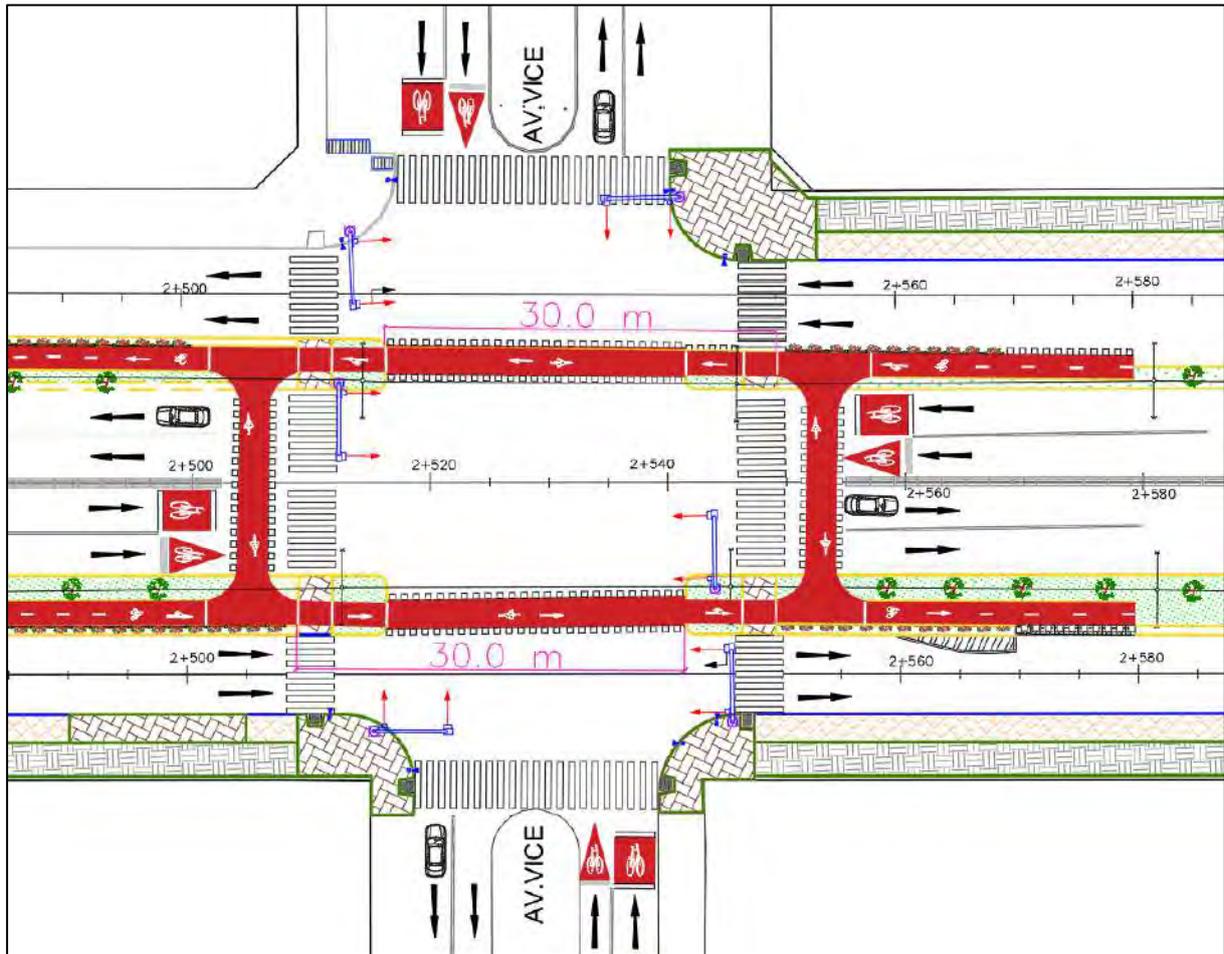


Figura 83. Ciclovía a la altura de la Av. Vice

Entre las progresivas km 2 + 580 y km 2 + 630 de la calzada auxiliar izquierda, el carril próximo al separador central mide 6m de ancho y el otro carril mide 3m. El diseño de la ciclovía izquierda abarca 1.2m del carril de 6m, quedando un espacio de 4.8m. Esta reducción no vendría a ser perjudicial, debido a que, el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018, establece que, el ancho mínimo de los carriles para calzadas auxiliares en zonas urbanas es de 3m.



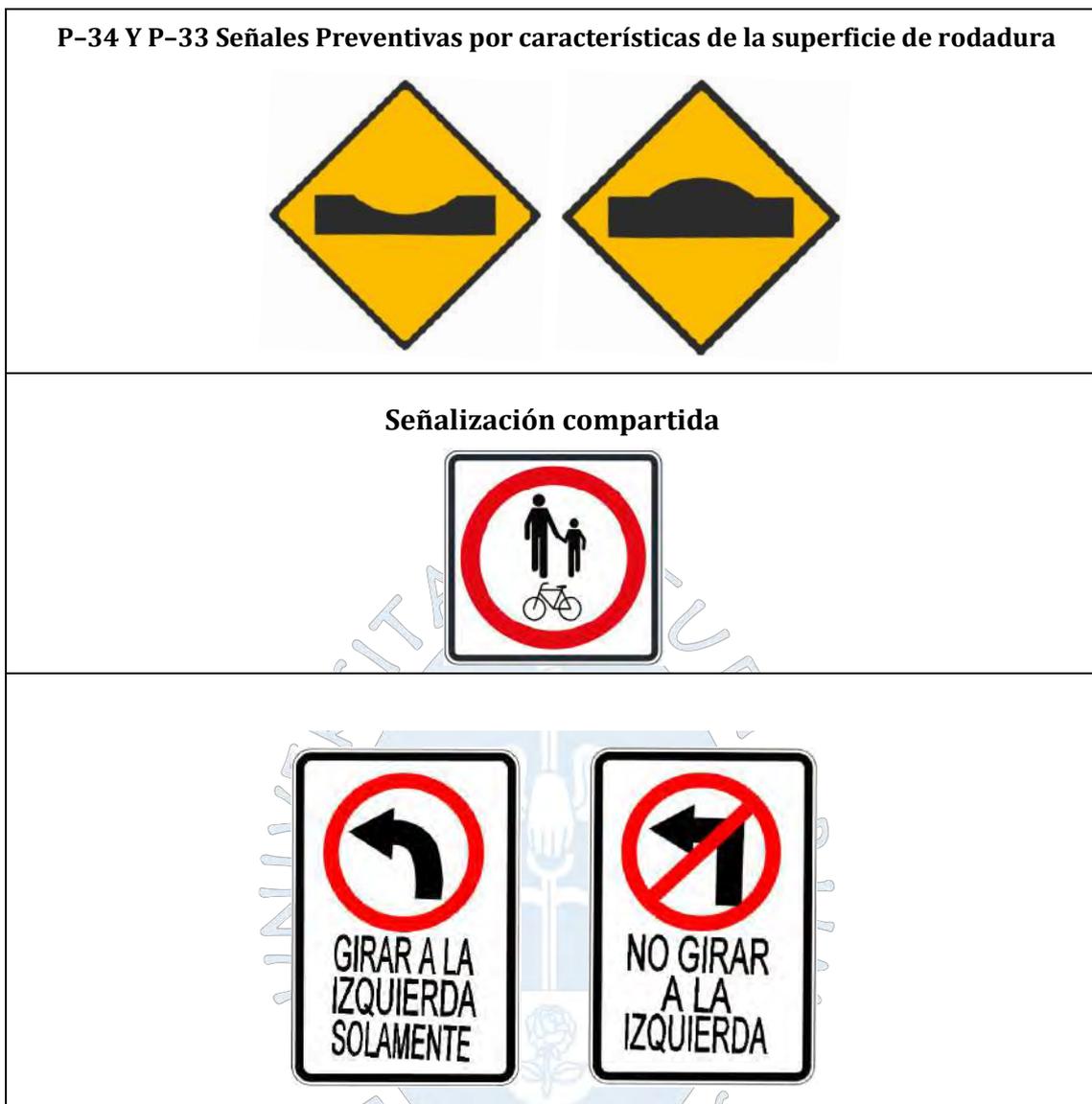
Figura 84. Reducción del carril de la calzada auxiliar debido a la ciclovía izquierda

3.2 Señalización

Para identificar de manera eficaz la señalización vertical que complementa el diseño, a continuación, se presenta su respectivo significado.

Tabla 19. Señales que complementan el diseño de la ciclovía

<p>Cicloparqueadero</p> 	<p>R-2: Ceda el paso</p> 
<p>P-46: Ciclistas en la vía</p> 	<p>P-46B Ubicación Cruce de ciclistas</p> 
<p>I-8: Ciclovía</p> 	



Las señales horizontales y verticales para la ciclovía son requeridas porque contribuyen con un diseño eficaz, logrando que el tránsito de los usuarios sea más cómodo y seguro.

Al tratarse de una ciclovía unidireccional la línea que divide los carriles es segmentada y de color blanca; además, para complementar la señalización horizontal se emplea el pictograma de la bicicleta con la flecha que indica la dirección de la ciclovía.

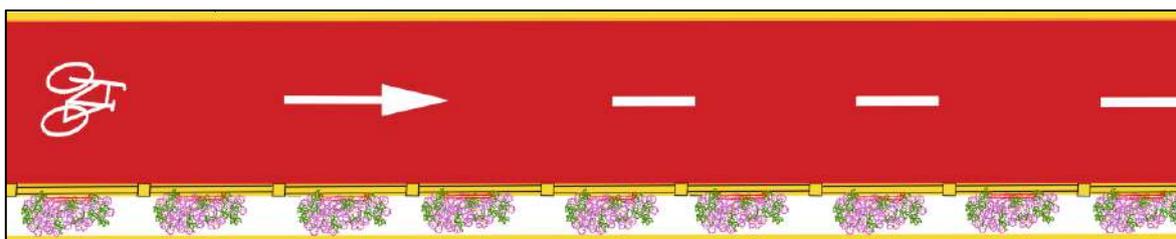


Figura 85. Demarcación típica de una sección de la ciclovía de la parte derecha

En el trayecto de la zona de estudio hay cruces hacia vías secundarias que se encuentran mencionados en la Tabla 2 del Capítulo 1, por lo que, existían 3 cruces peatonales (clausurados actualmente porque no es seguro para los ciudadanos) que convenientemente fueron aperturados cerca de los puntos de atracción. En el recorrido de la ciclovia los ciclistas también deben tener accesos a los puntos de atracción, así que, se han diseñado salidas a estos sobre los cruces peatonales clausurados. Para el acceso a los cruces se ha utilizado tapas de concreto en el lugar de las cunetas.

Además, para salvaguardar la seguridad de los ciclistas, es necesario colocar reductores de velocidad; así que, para los accesos ubicados en la ciclovia izquierda, se han colocado rompemuelleres de caucho antes de llegar a estos. No obstante, para los accesos de la ciclovia derecha hay estructuras de drenaje (badén trapezoidal) próximos a este, que ya tienen como función adicional actuar como reductores de velocidad.



Figura 86. Ubicación actual de la estructura de drenaje y el cruce peatonal clausurado

En la siguiente figura se puede apreciar la señalización horizontal y vertical que complementan el diseño de un acceso habilitado en la ciclovia izquierda, así como la ubicación del rompemuelleres de caucho.

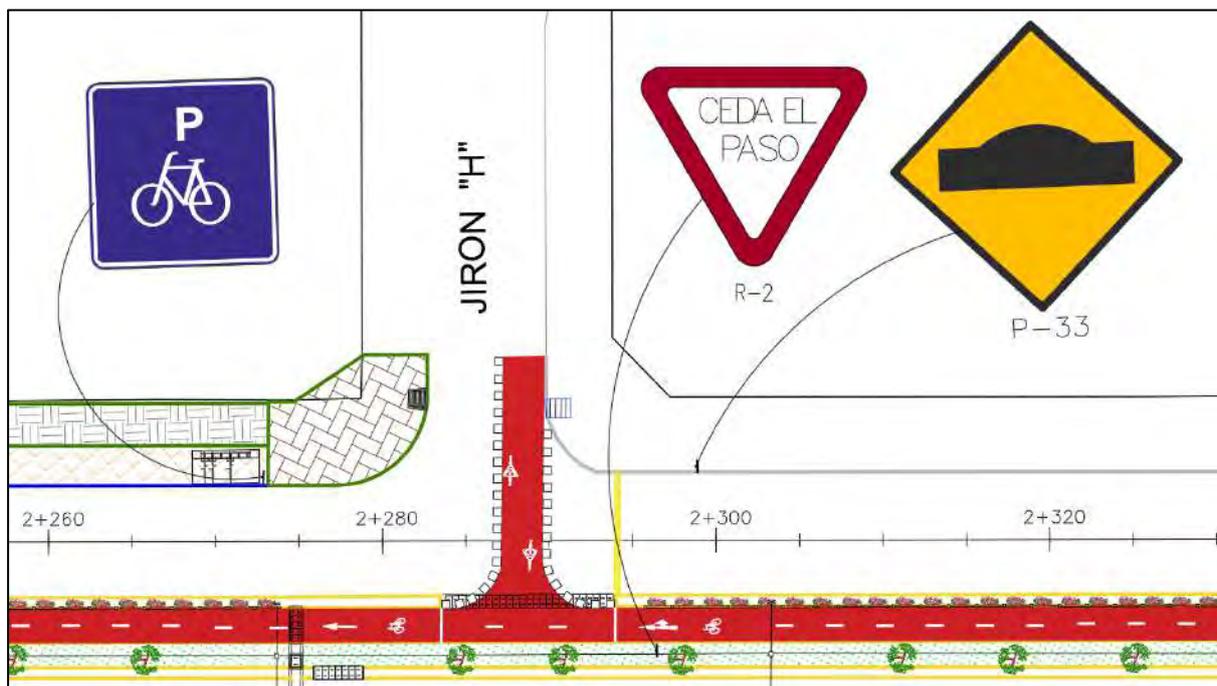


Figura 87. Demarcación típica del acceso de la ciclovía a los cruces con rompemueller de caucho

En la siguiente figura se puede apreciar la señalización horizontal y vertical que complementan el diseño de un acceso habilitado en la ciclovía derecha, así como la ubicación del badén y del cicloparqueadero.

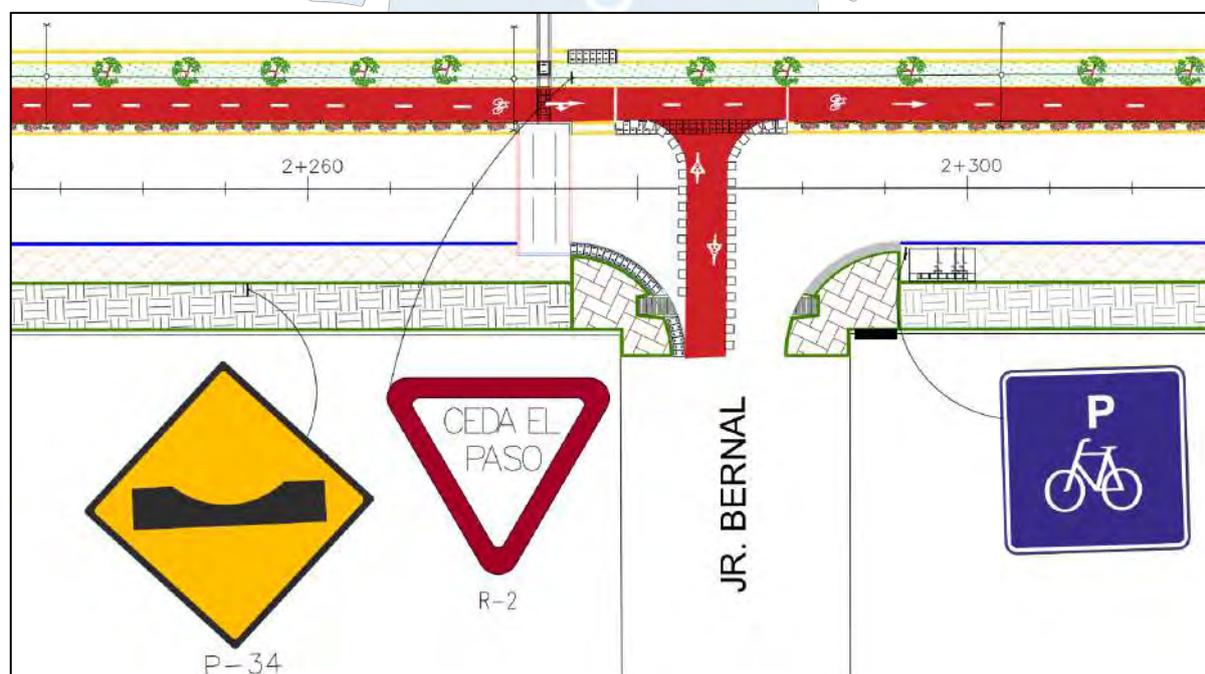


Figura 88. Demarcación típica del acceso de la ciclovía a los cruces con badén de drenaje

En la siguiente figura se muestra la señalización horizontal y vertical de la intersección de la Av. Sánchez Cerro y la Av. Vice.

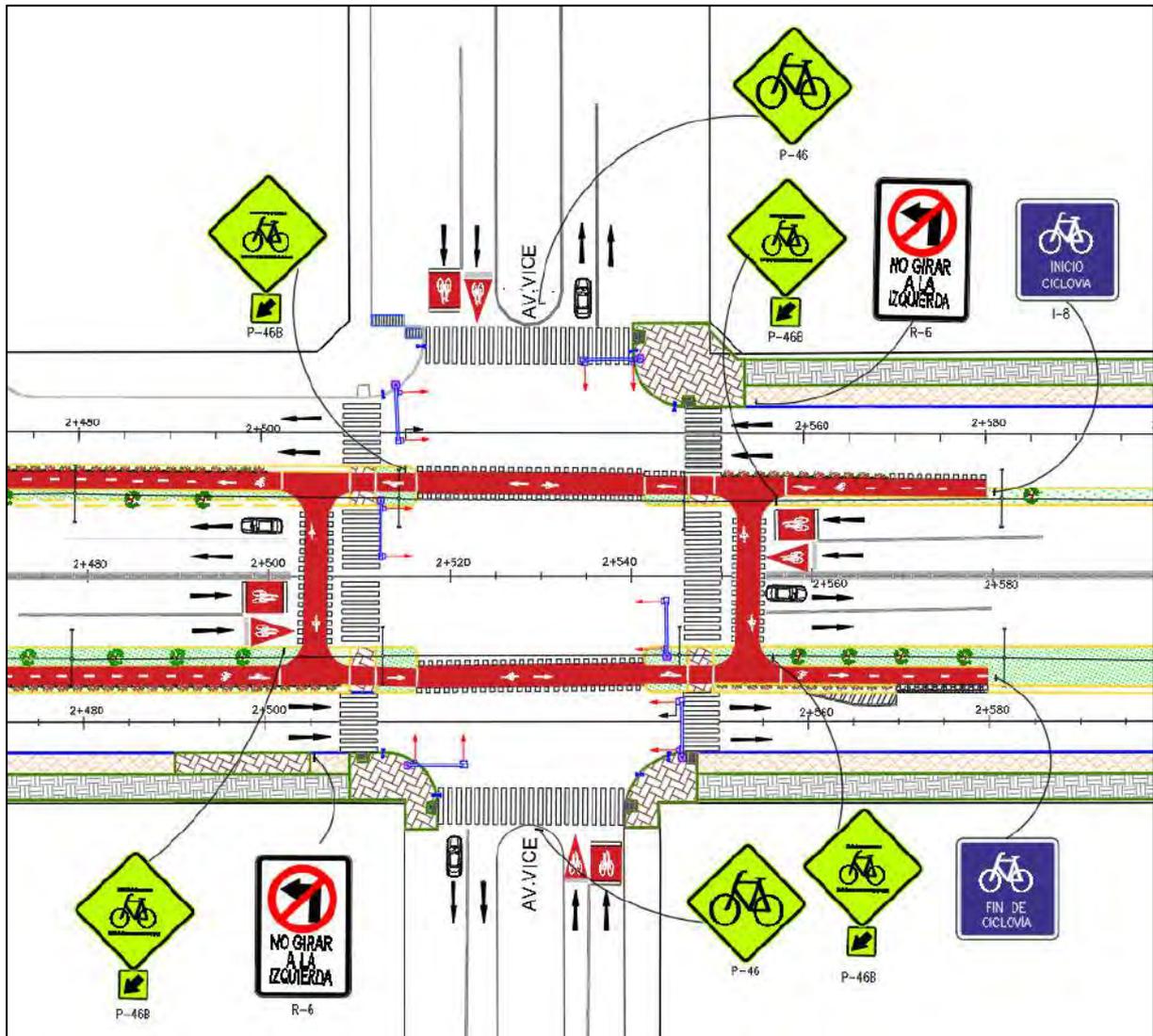


Figura 89. Señalización horizontal y vertical en la intersección.

En la siguiente figura se muestra la señalización horizontal y vertical de la intersección del Óvalo Cáceres.

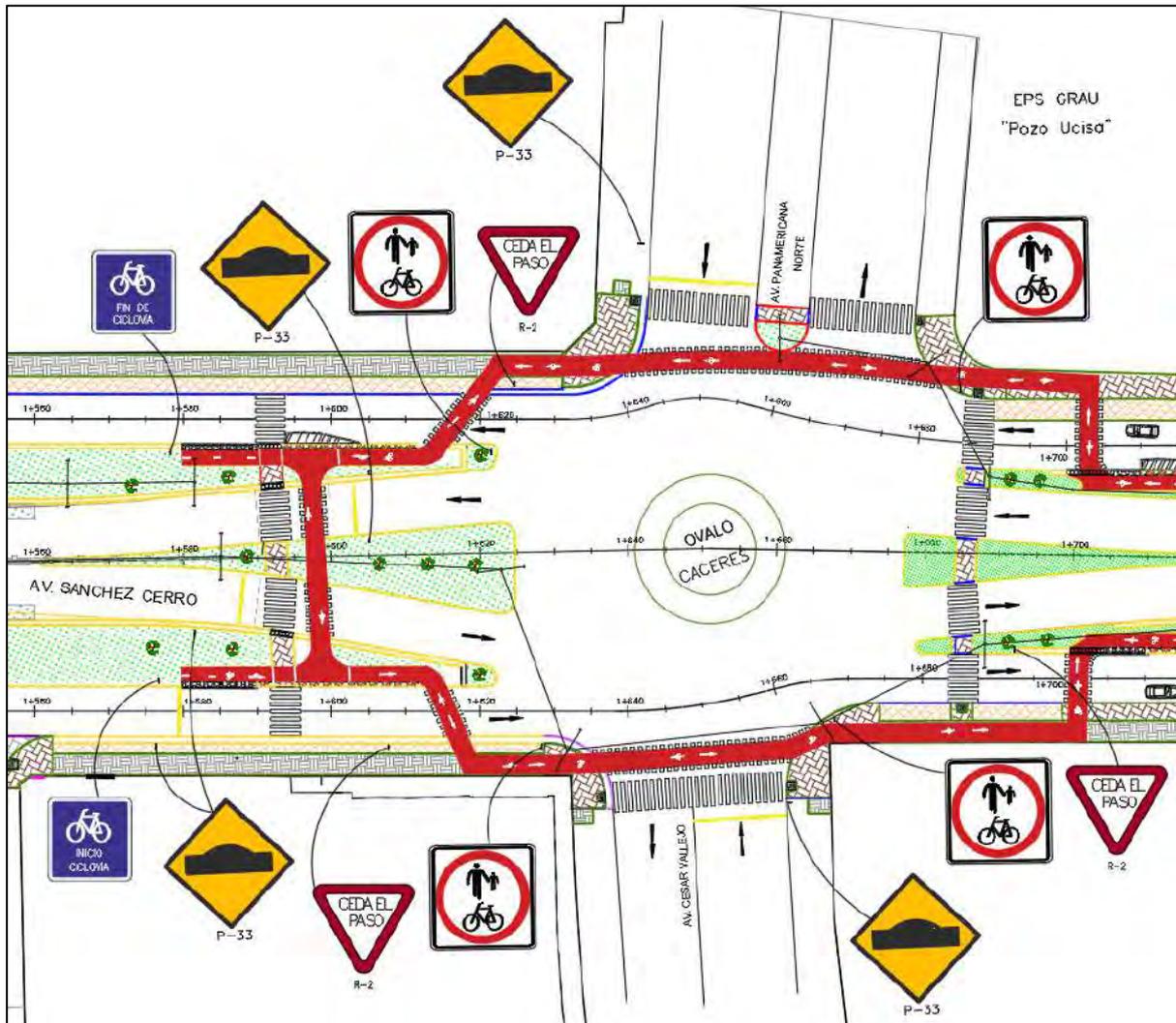


Figura 90. Señalización horizontal y vertical en el Óvalo Cáceres

En Planos "B", del apartado de Planos se puede apreciar el diseño de la ciclovía unidireccional segregada con su respectiva señalización horizontal y vertical a lo largo de todo su recorrido.

3.3 Semaforización

La Intersección de la Av. Sánchez Cerro y la Av. Vice requiere de las fases de un semáforo ciclista para preservar la seguridad de los ciclistas. Para el caso de vías unidireccionales, de acuerdo con la tabla 14 del Capítulo 2, como los cruces peatonales se ubican paralelos a la ciclovía, se tendría que utilizar el mismo ciclo del semáforo peatonal (2 fases); es decir, no es necesario el cálculo de las fases para el semáforo ciclista.

En la actualidad, los giros permitidos en la intersección son los que se muestran en la Figura 91; los giros a la izquierda (“3” y “6”) de las calzadas auxiliares, vendrían a ser puntos de conflicto para los ciclistas y motorizados al momento de cruzar.

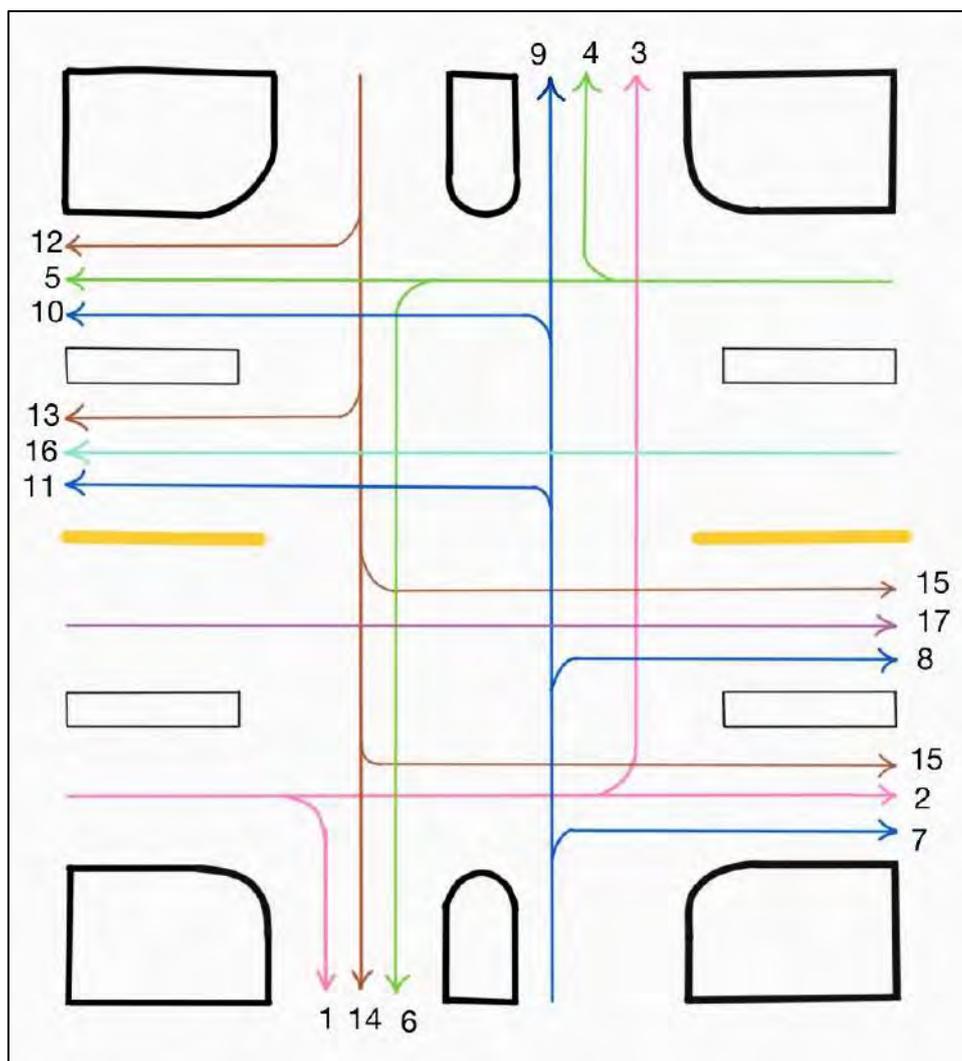


Figura 91. Giros permitidos en la intersección de la Av. Sánchez Cerro y la Av. Vice

Esta intersección se caracteriza por permitir el pase de los vehículos en 3 fases, es decir, cuando los vehículos y peatones de la región naranja tienen el semáforo en verde, los vehículos y peatones de la región morada y celeste tienen el semáforo en rojo. Por lo tanto, el diseño contempla que los usuarios de la ciclovía derecha cruzarán al compás de la región celeste, y los usuarios de la ciclovía izquierda cruzarán al compás de la región naranja. (ver Figura 92)

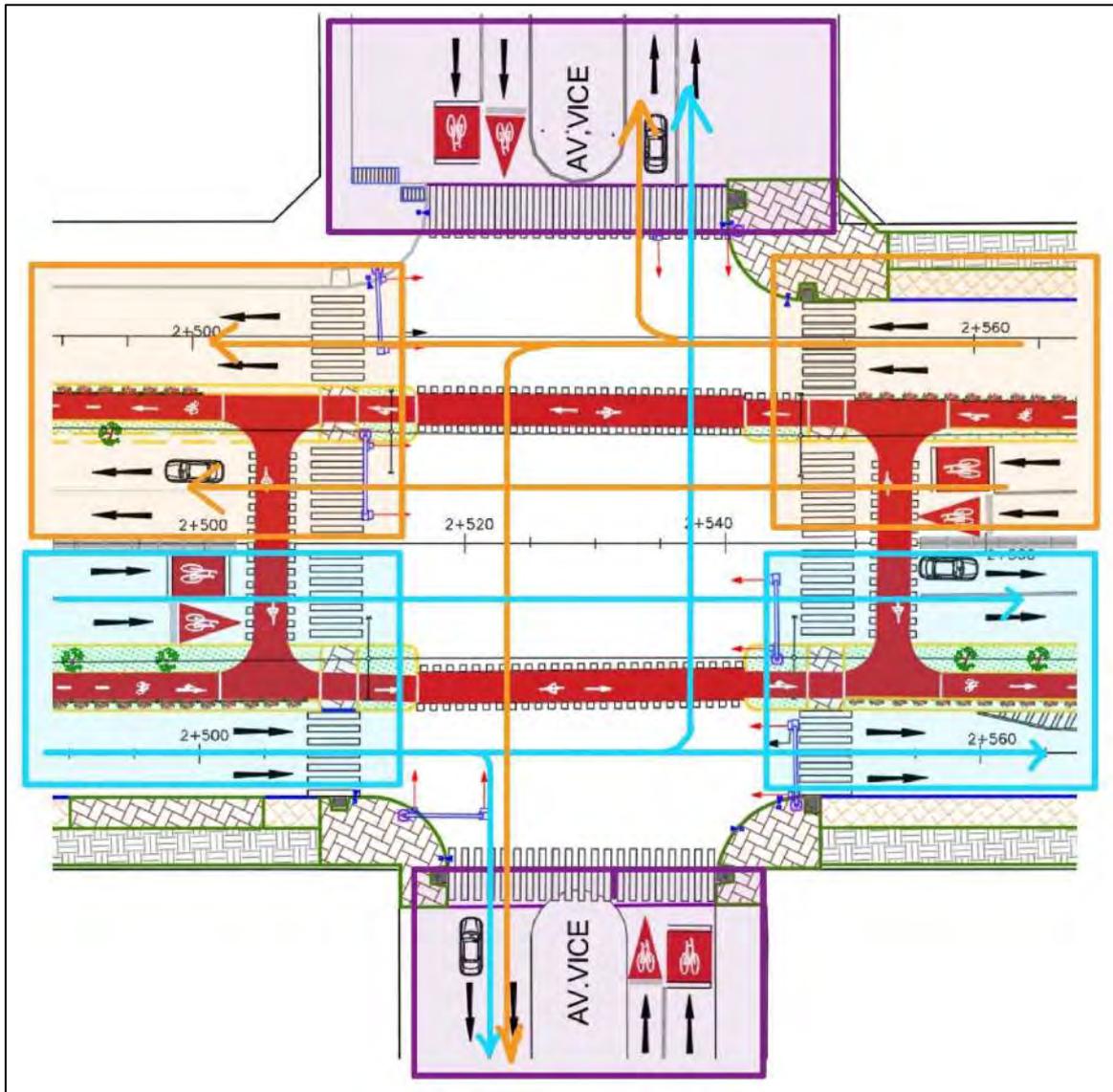


Figura 92. Regiones para el cruce vehicular y peatonal

Con la finalidad de salvaguardar la seguridad de los ciclistas, los puntos de conflicto generados por los giros a la izquierda desde las calzadas auxiliares serán restringidos. Por consiguiente, se permitirán los giros a la izquierda, pero desde las calzadas principales. Para el caso de los vehículos con mayor presencia, los mototaxis, cuyo tránsito por las calzadas principales está prohibido, se les indicará que en caso deseen girar a la izquierda, pueden ingresar a las calzadas principales desde los accesos existentes ubicados cerca a la intersección. Cabe resaltar, que los mototaxis podrán transitar por las calzadas principales únicamente en el tramo comprendido por la intersección y los accesos. (ver Figura 93)

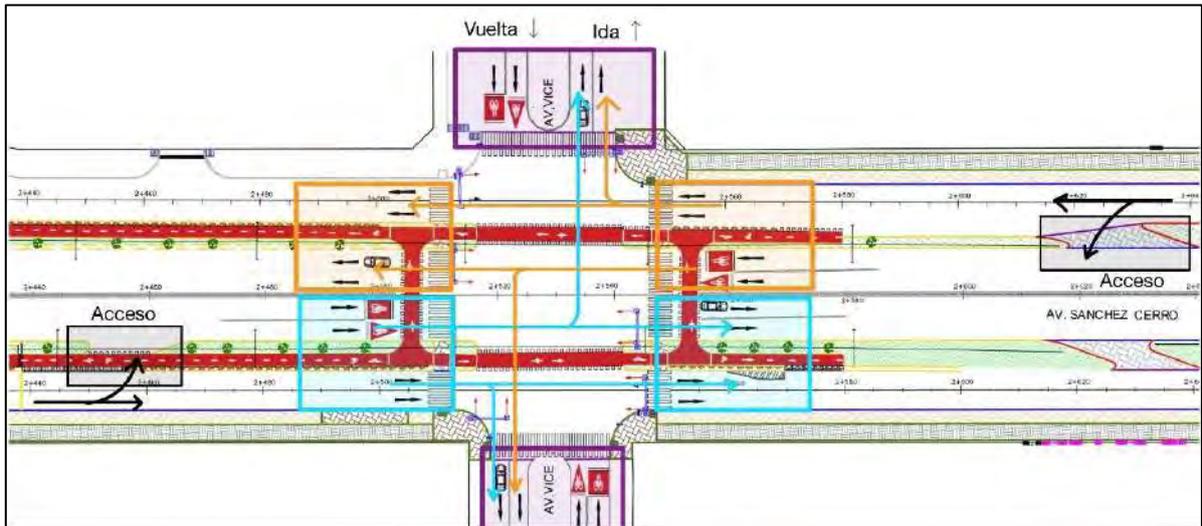


Figura 93. Ubicación de accesos a la intersección y la corrección de los giros a la izquierda

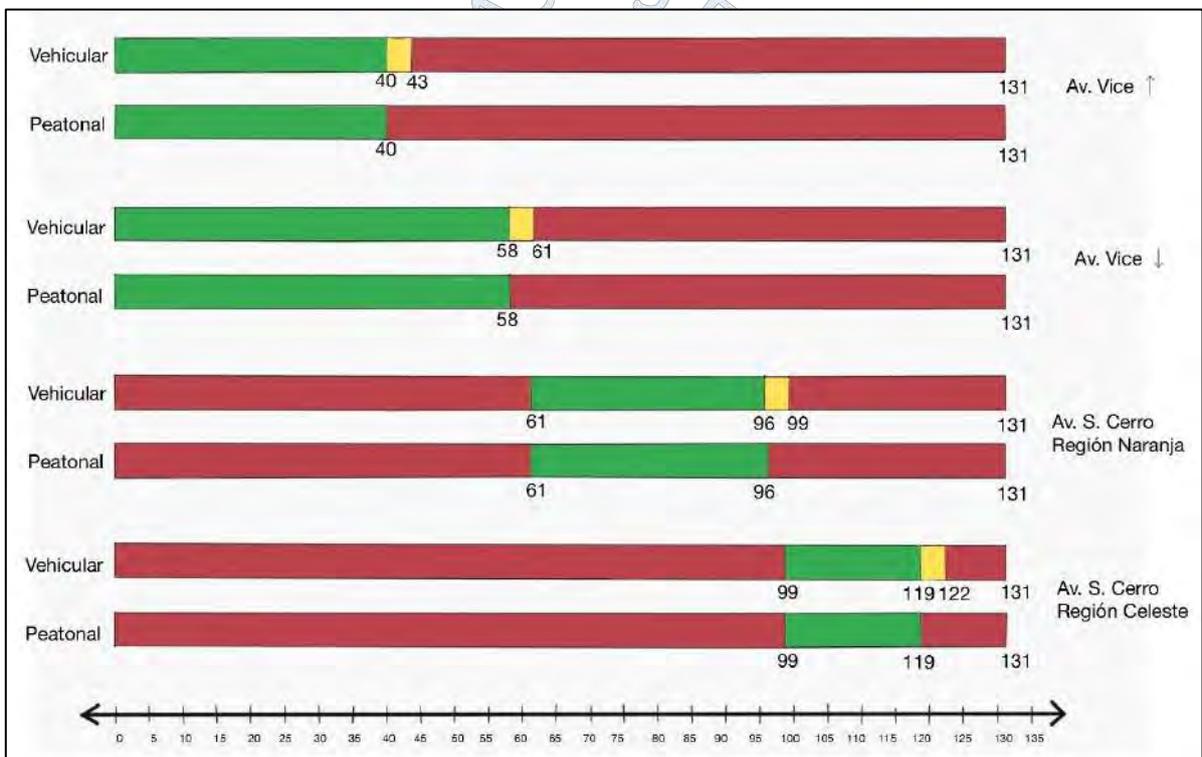


Figura 94. Diagrama de fases de la intersección

En la Figura 94, se presenta el diagrama de fases de la intersección, en el caso de la región morada, ambos semáforos (ida y vuelta) funcionan al mismo tiempo, pero el semáforo de ida tiene luz verde por 58seg, y el semáforo de vuelta tiene luz verde por 40seg. Como ya se indicó, los semáforos ciclistas mantendrán las mismas fases de los semáforos peatonales según corresponda; así que, la ciclo vía derecha tendrá luz verde por 20seg y la ciclo vía izquierda tendrá luz verde por 35seg.

Finalmente, los cruces transversales que se han proyectado son bidireccionales y se han ubicado detrás de los cruces peatonales, con la finalidad de conectar ambas ciclovías de forma práctica cuya circulación sea al compás de los semáforos peatonales, a los cuales se les va a adosar componentes de semáforos ciclistas. Para los cruces longitudinales unidireccionales, se ha considerado adosar componentes de semáforos ciclistas a los semáforos vehiculares existentes de las calzadas principales, ya que de esta manera los ciclistas podrán tener mejor visibilidad.

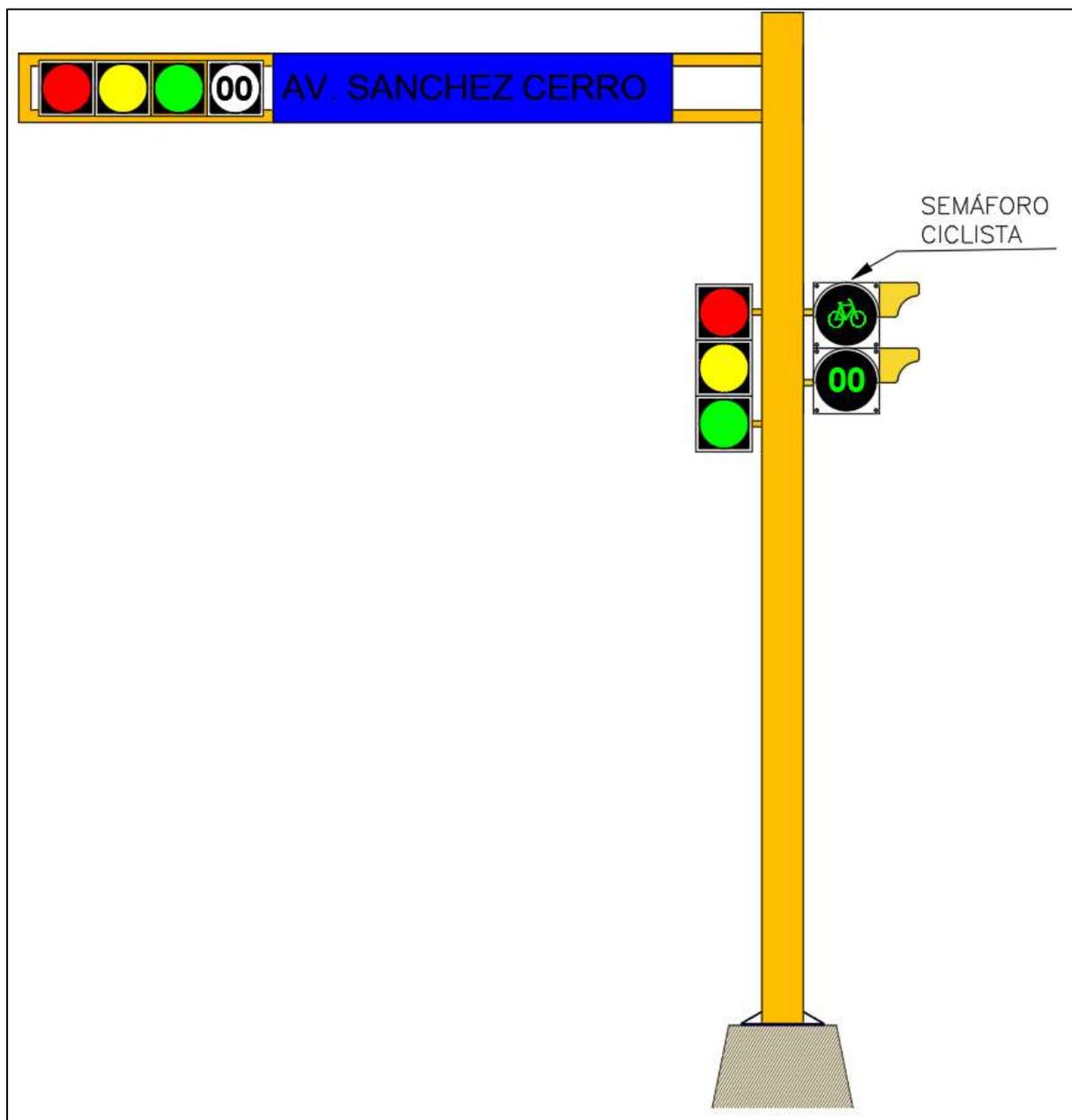


Figura 95. Semáforo mixto de vehículos y ciclistas para cruce longitudinal

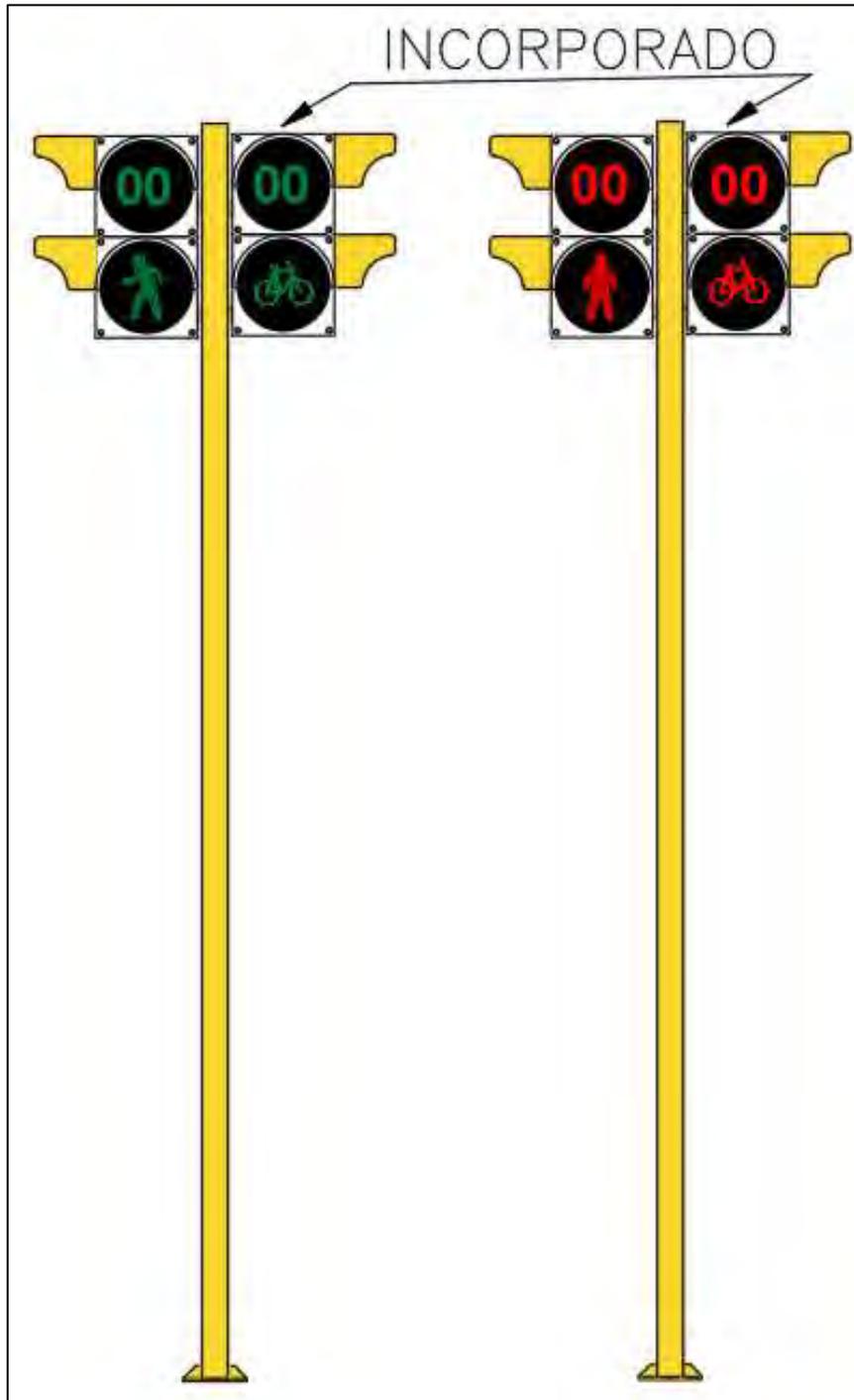


Figura 96. Semáforo mixto de peatones y ciclistas para cruce transversal

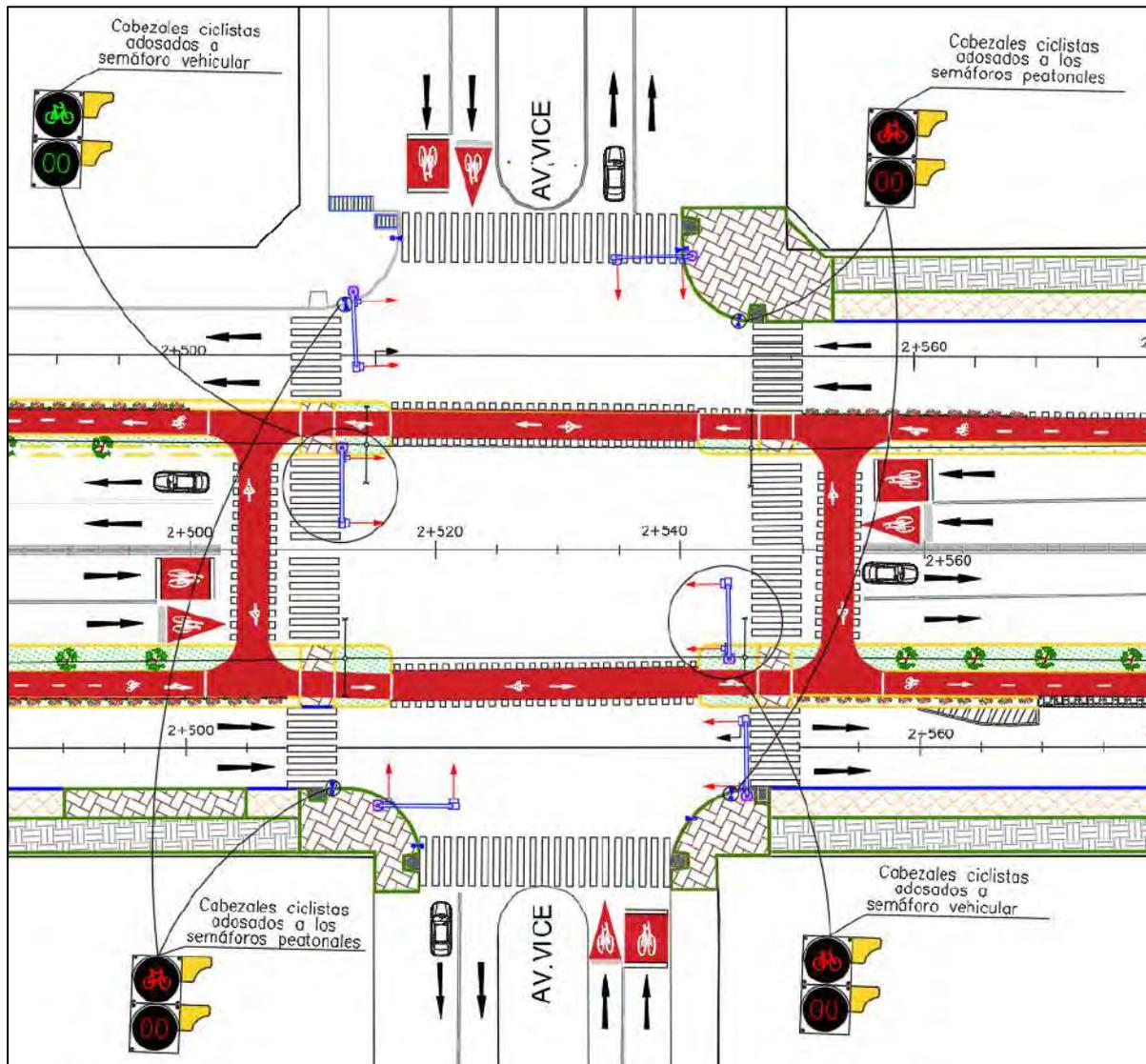


Figura 97. Ubicación de los semáforos peatonales y vehiculares existentes complementados

- **Simulación en el Software Synchro 8**

En la intersección de la Av. Sánchez Cerro y la Av. Vice, no es necesario realizar una simulación en el software Synchro 8, debido a que este tiene como finalidad optimizar la duración del ciclo y la secuencia de fases para el diseño de un semáforo, y en este caso no se realizará un diseño de semaforización, ya que los ciclistas seguirán la misma secuencia de fases del semáforo peatonal existente.

3.4 Cicloparqueaderos

Los cicloparqueaderos han sido ubicados próximos a los cruces de las ciclovías a las vías secundarias, ya que su locación correcta brinda confianza y garantía, para que el usuario haga uso de estos. Tienen capacidad para 6 bicicletas con una estructura tipo U metálica y una cubierta de Policarbonato estructural.

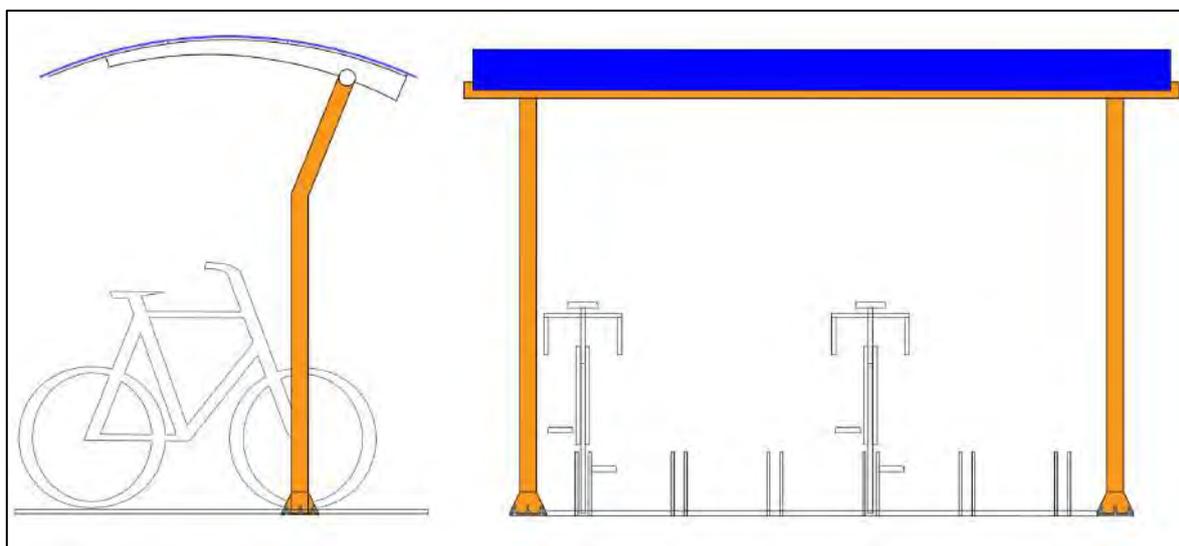


Figura 98. Cicloparqueaderos

3.5 Plan de acción para obstáculos

- Árboles y postes

Como ya se mencionó anteriormente, el diseño de la ciclovía está proyectado en los separadores laterales, dentro de los cuales se encuentran ubicados árboles y postes. Debido a esto, se tendrá que evaluar un plan de acción para estos obstáculos. Dicha ciclovía será unidireccional en cada separador lateral, y con la capacidad de 2 ciclistas por sentido (del Óvalo Cáceres hacia la Av. Vice y viceversa).



Figura 99. Mediciones en campo



Figura 100. Ubicación actual de los árboles en los separadores laterales de la Av. Sánchez Cerro



Figura 101. Ubicación actual de los postes de diámetro de 30cm ($\varnothing=30\text{cm}$) en los separadores laterales de la Av. Sánchez Cerro

Después realizar mediciones y tomar datos en la zona de estudio, se ha constatado que los árboles y postes se encuentran exactamente en medio los separadores laterales, los cuales tienen un ancho variable que oscila entre los 3.12m y 4.36m. Así que como el diseño de la ciclovía contempla un ancho de 2m y un sardinel de 0.10m de ancho como elemento segregador, el área mínima y máxima que quedará libre para ubicar los árboles y los postes de luz será de 1.02m y 2.26m respectivamente.

Para el caso de los postes, estos tendrán que ser reubicados dentro del espacio que queda libre. Sin embargo, para el caso de los árboles estos tendrían que ser podados y no replantados por un tema de costos, ya que resulta más económico sembrar nuevos árboles que trasplantarlos. A continuación, se muestra una tabla donde se indica el total de árboles y postes afectados.

Tabla 20. Total de árboles y postes afectados

Obstáculos	Cantidad	Afectados
Árboles de la Av. Vice al Óvalo Cáceres	184	Todos
Árboles del Óvalo Cáceres a la Av. Vice	124	Todos
Postes de la Av. Vice al Óvalo Cáceres	32	Todos
Postes del Óvalo Cáceres a la Av. Vice	26	Todos

Las especies de árboles que se encuentran actualmente sembrados son: algarrobos (cada 10m), neem (cada 3.5m) y molle (cada 5m), sin embargo, debido a que el espacio máximo sobrante es de 2.26m, se recomienda que al momento de construir la ciclo vía y por ende se tenga que reponer la cantidad de árboles afectados, no se vuelvan a sembrar algarrobos, ya que tiene troncos de gran diámetro, en su lugar se puede optar por sembrar neem y molle, que son especies de árboles que dan mucha sombra y tienen troncos de diámetros considerables. En los espacios mínimos sobrantes de 1.02m se recomienda sembrar flores como: geranios, dalias, girasoles, rosas, etc. De esta manera se estaría cumpliendo con lo establecido en el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclo vías, donde se indica que la distancia mínima desde el eje del árbol hasta la terminación de la ciclo vía debe ser de 0.75m como mínimo.

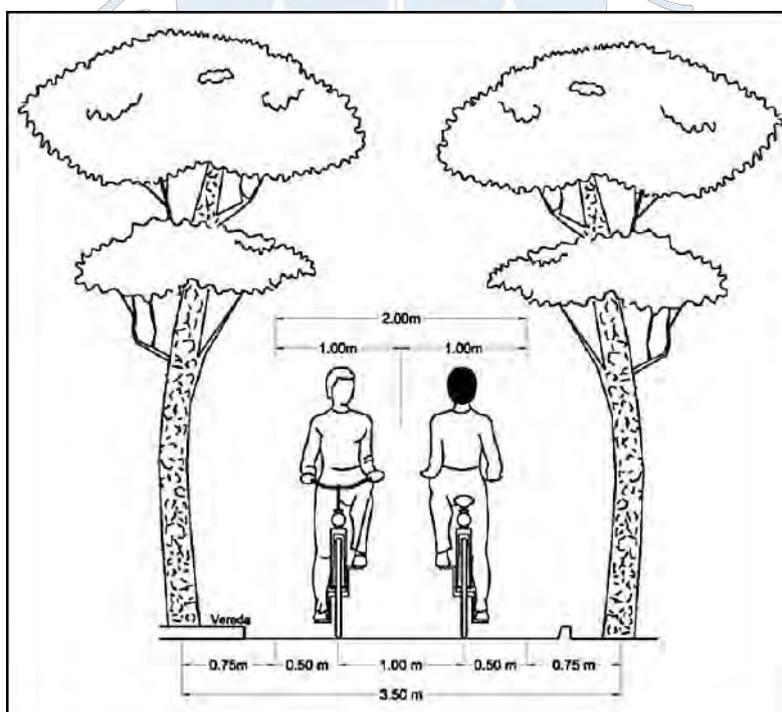


Figura 102. Ancho de Ciclo vía Bidireccional Obstáculos Laterales (árboles)

Fuente: Plan maestro de ciclo vías para el área metropolitana de Lima y Callao (2004)

En la siguiente imagen se muestra la ubicación final de los árboles y postes acorde al diseño propuesto.

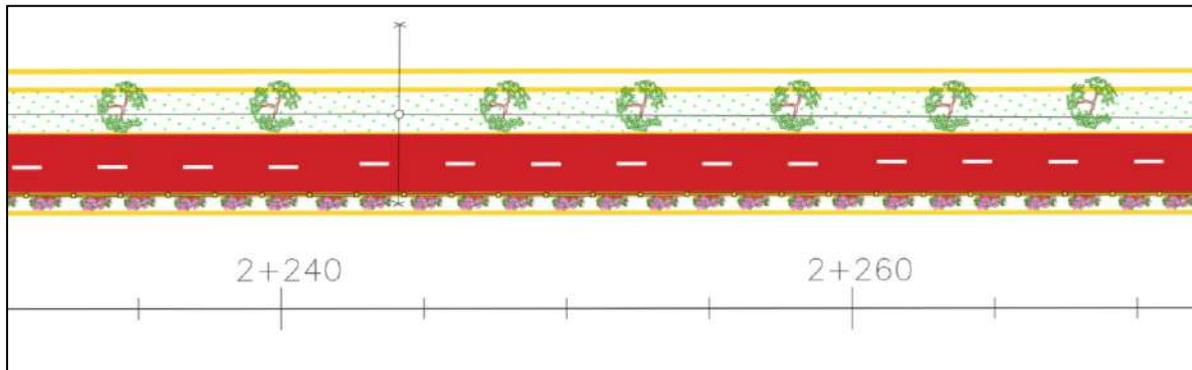


Figura 103. Ubicación propuesta para los árboles y postes en los separadores laterales de la Av. Sánchez Cerro

- **Cunetas paralelas a la Av. Sánchez Cerro.**

Estas cunetas forman parte del sistema de drenaje de la vía auxiliar, cuya función no será afectada. Presentan un ancho de 0.8m y una sección triangular; vienen a ser consideradas un obstáculo en las zonas de inicio, salidas y fin de la ciclovía, debido a esto se propone colocar tapas de concreto como en los desvíos actuales existentes. De esta manera se facilitaría el acceso de los ciclistas de la calzada secundaria a la ciclovía o viceversa.



Figura 104. Medición en campo del ancho de las cunetas



Figura 105. Tapas de concreto para facilitar acceso a los ciclistas



Figura 106. Cunetas

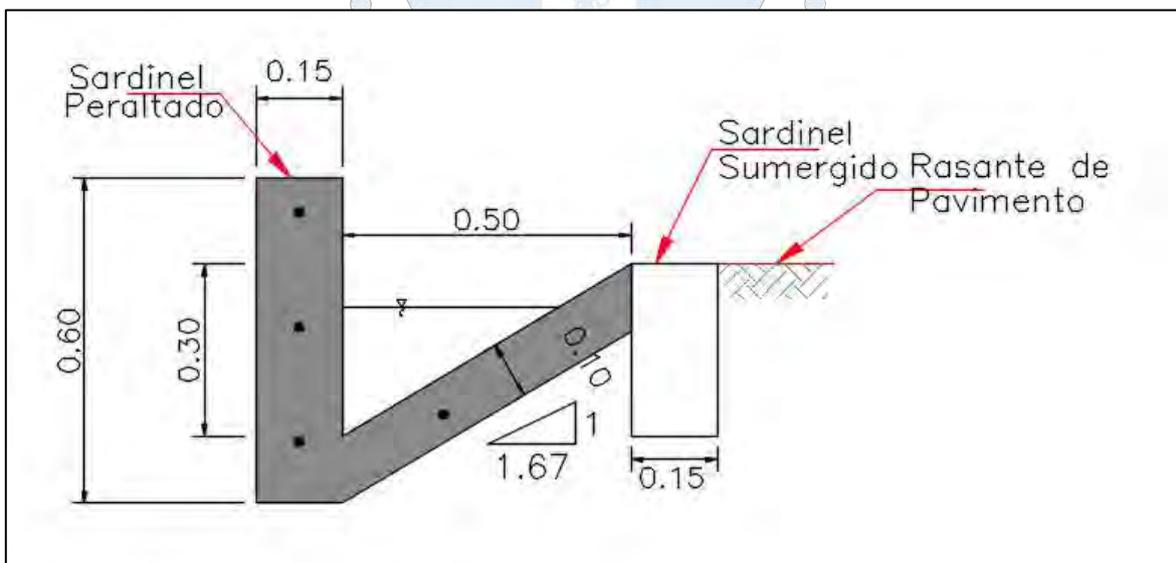


Figura 107. Estructura de las cunetas

A continuación, se muestra el detalle de la tapa a usar y la sección transversal final de la nueva cuneta.

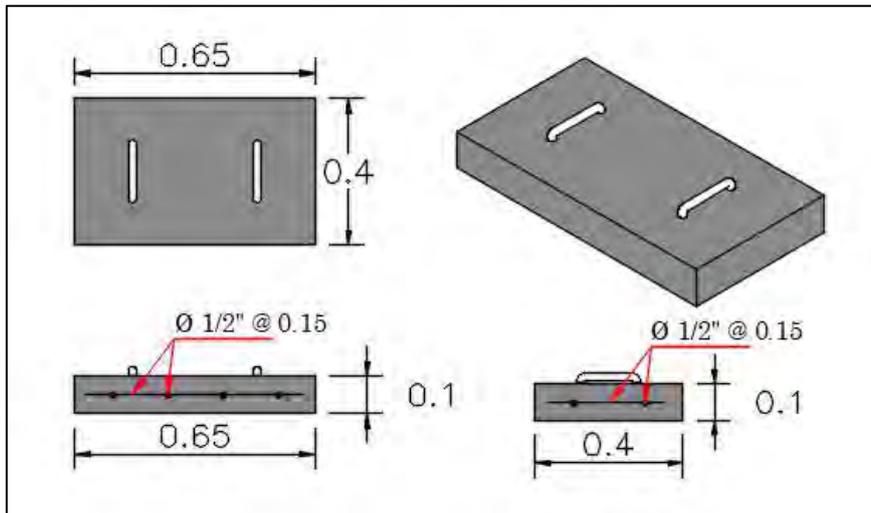


Figura 108. Detalle de las tapas de concreto a usar en el proyecto

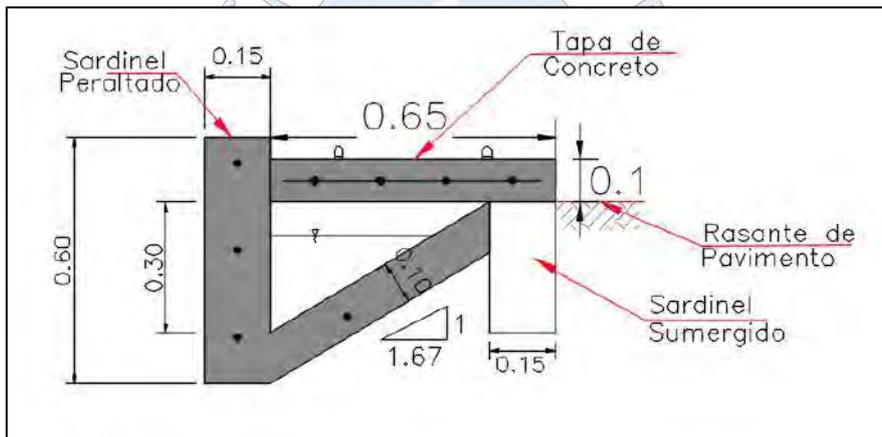


Figura 109. Sección transversal de la situación posterior al proyecto

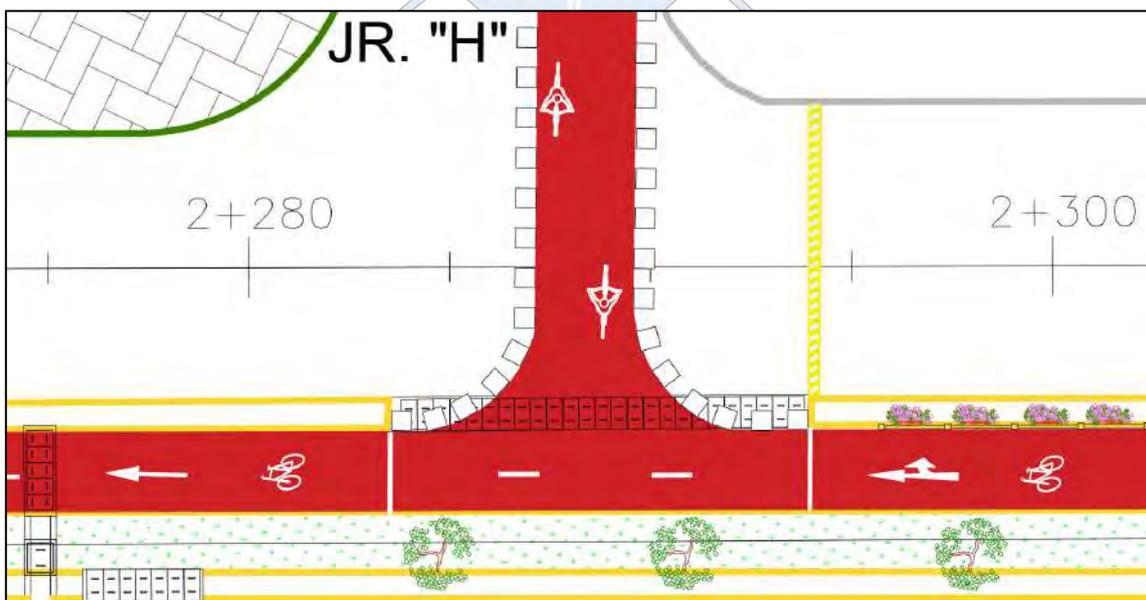


Figura 110. Ejemplo de tapas de concreto en los cruces de la ciclo vía a las calles secundarias

- **Buzones**

Como se puede observar en las siguientes imágenes, se encontró un buzón, en el área donde está proyectada la cicloavía; debido a esto se optó por elevar 10 cm nivel la superficie de rodadura de la cicloavía, con el fin de quedar al nivel del buzón y así facilitar el tránsito de los ciclistas.



Figura 111. Ubicación del buzón en el área de la cicloavía proyectada

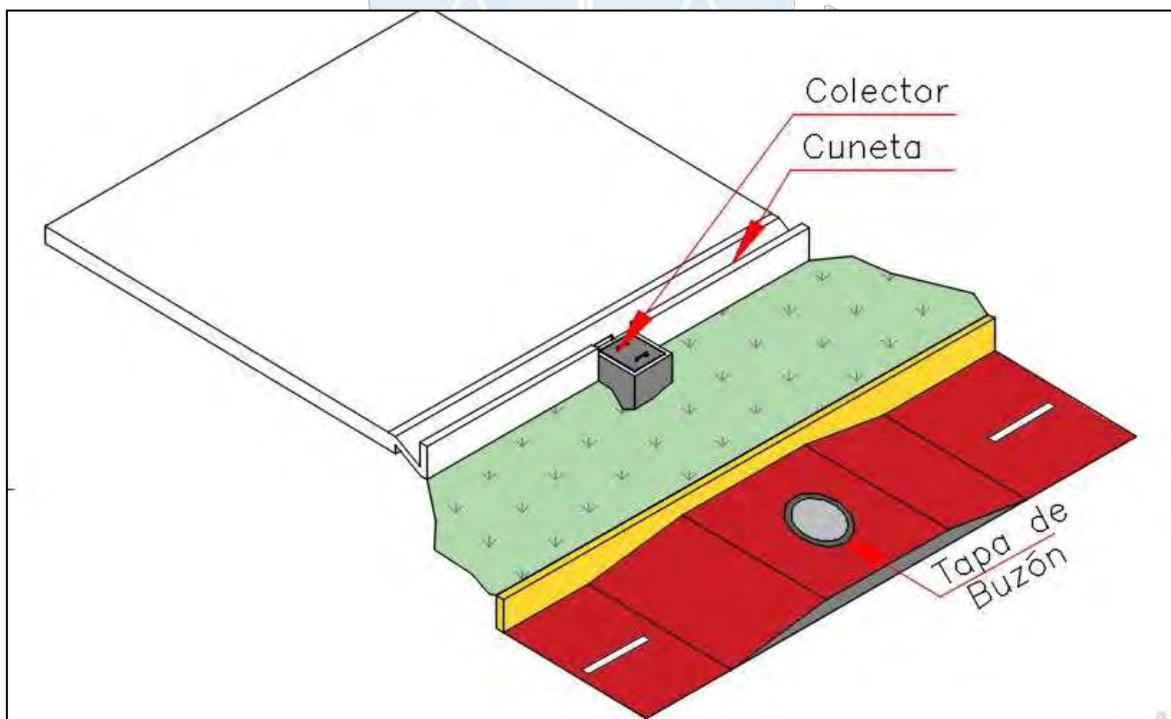


Figura 112. Solución al obstáculo que presentaba el buzón

- **Cunetas perpendiculares a la Av. Sánchez Cerro**

En cuanto a los sistemas de drenaje pluvial, se han encontrado 4 cunetas de alcantarillado en toda la zona de estudio (ver Figura 113), las cuales vienen a ser un obstáculo para la continuidad de la ciclovía. Por lo que, la solución será profundizar 10cm el nivel de la cuneta del alcantarillado, con esta modificación esta quedará debajo de la ciclovía y será cubierta con unas tapas de concreto que se muestran a continuación.

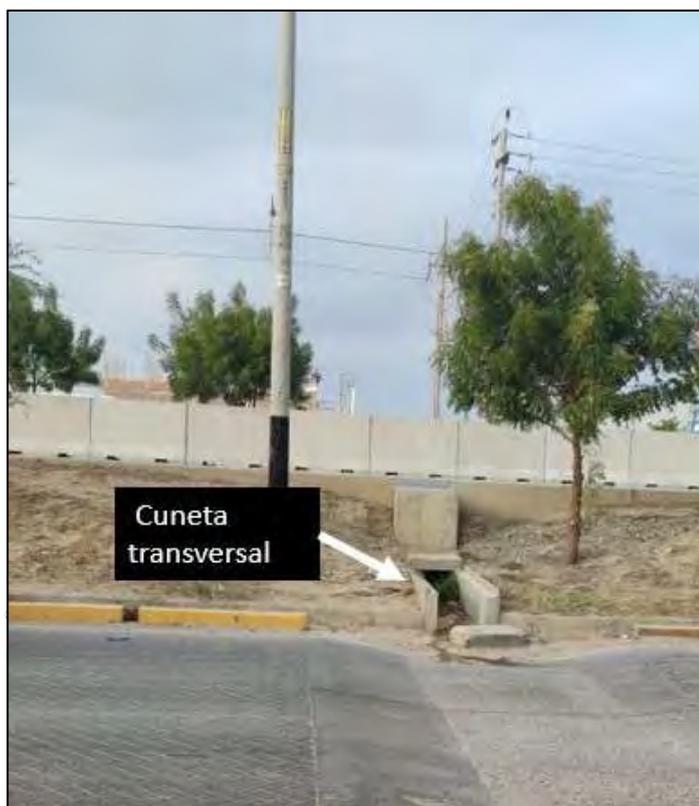


Figura 113. Situación actual cuneta de drenaje pluvial

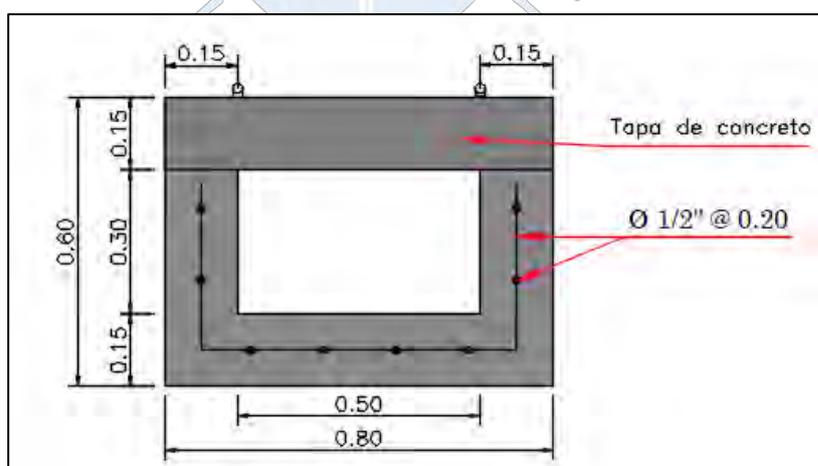


Figura 114. Sección transversal de la situación posterior al proyecto

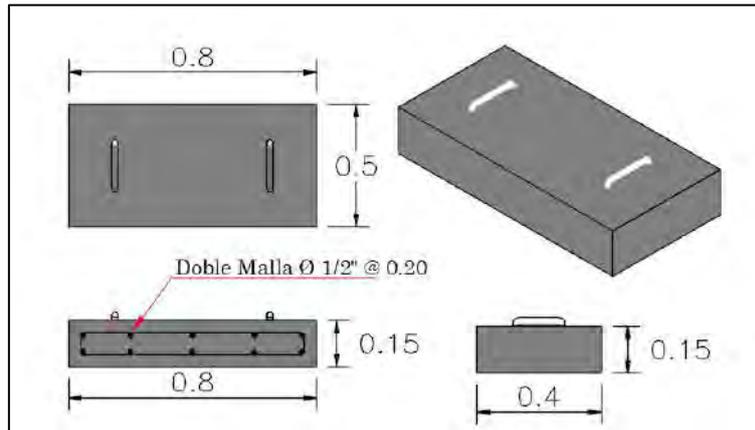


Figura 115. Detalle de las tapas de concreto a usar en el proyecto

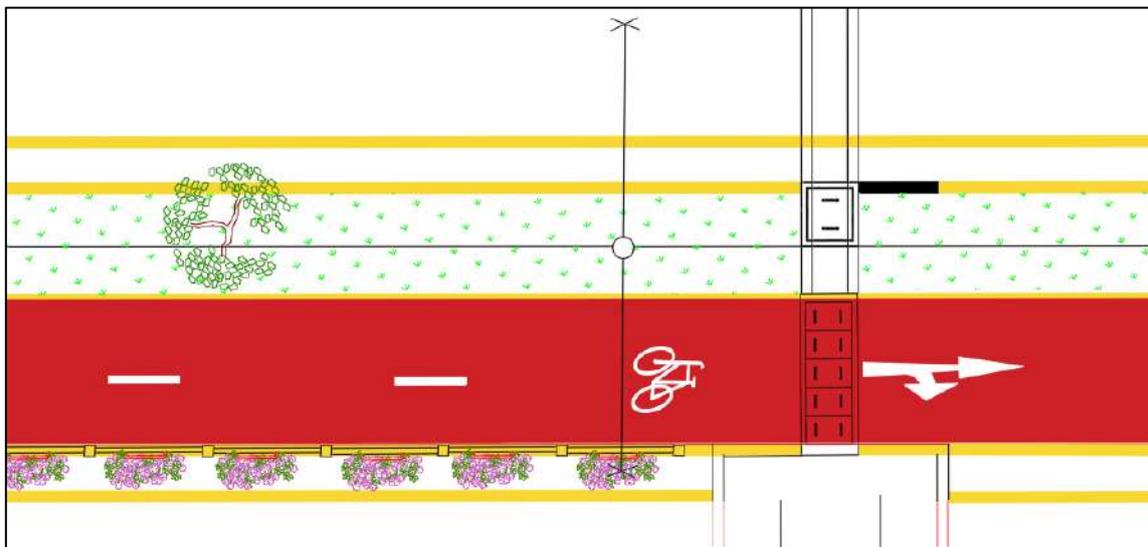


Figura 116. Vista en planta de la solución al obstáculo que presentaban las cunetas perpendiculares a la calzada secundaria

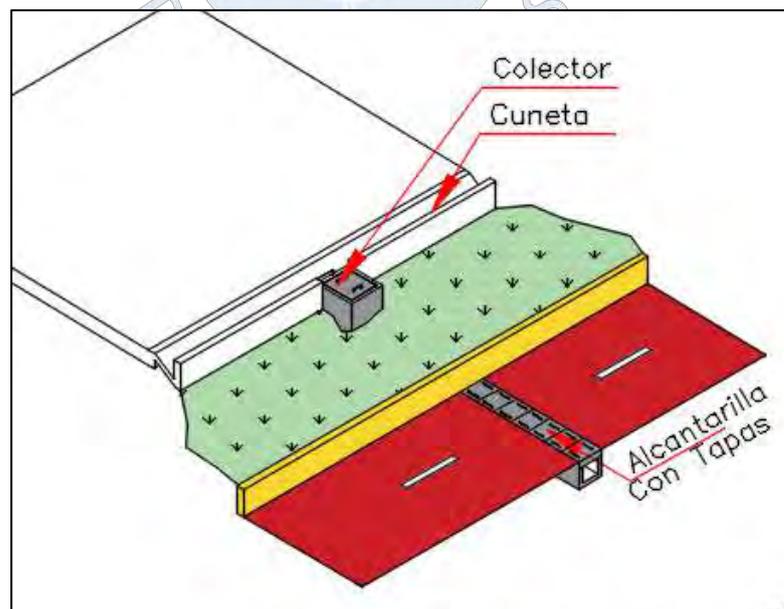


Figura 117. Vista en perfil de la solución al obstáculo que presentaban las cunetas perpendiculares a la calzada secundaria.

3.6 Estimación de Costos

Se ha estimado el valor que costaría implementar la ciclovia en la Av. Sánchez Cerro en el tramo que abarca la Av. Vice y el Óvalo Cáceres, el cual es de **S/ 1,717,775.49**, en el siguiente cuadro se puede observar a detalle las partidas consideradas con sus respectivos precios.

Tabla 21. Presupuesto estimado de la ciclovia

Presupuesto	Tesis: Diseño de una ciclovia para la avenida Sánchez Cerro en el tramo que abarca la avenida Vice y el Óvalo Cáceres en la ciudad de Piura				
Lugar:	Piura				
Ítem:	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud				
01.01	Obras provisionales y trabajos preliminares				
01.01.01	Construcciones provisionales				
01.01.01.01	Caseta de guardianía y almacén	mes	5.00	1800.00	9,000.00
01.01.01.02	Cerco de obra	m	1610.00	12.00	19,320.00
01.01.01.03	Cartel de obra	und.	1.00	1062.36	1,062.36
01.01.02	Trabajos preliminares				
01.01.02.01	Trazo y replanteo	m2	3589.58	1.42	5,097.22
01.01.02.02	Limpieza de terreno manual	m2	3589.58	1.30	4,666.47
01.01.02.03	Demolición de sardineles	m3	5.90	150.29	886.71
01.01.02.04	Tala de arboles	und.	340	25.00	8,500.00
01.01.02.05	Eliminación de material de demoliciones	m3	5.90	31.10	183.49
01.01.01	Tránsito y seguridad vial				
01.01.01.01	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	und.	1.00	1554.08	1,554.08
02	Pistas y veredas				
02.01	Movimiento de tierras				
02.01.01	Excavaciones				
02.01.01.01	Zanja p/sardinel peraltado (0.15 m x (0.15 m x 0.60 m)	m3	425.36	33.72	14,343.14
02.01.01.02	Eliminación de material excedente	m3	473.15	21.70	
02.02	Pavimento rígido				
02.02.01	Corte a nivel de subrasante	m3	2213.49	3.20	7,083.17
02.02.02	Eliminación de material excedente	m3	2462.51	21.70	53,436.31
02.02.03	Conformación y compactación de la subrasante e = 15cm	m2	3589.58	13.94	50,038.90
02.02.04	Base granular e = 15cm para pavimentos	m2	3589.58	4.12	14,789.11
02.02.05	Concreto F'C=210 kg/cm2 para superficie de concreto e = 5cm	m3	179.48	490.00	87,944.98
02.02.06	Encofrado y desencofrado de losa de concreto	m2	586.26	36.70	21,515.74

02.02.07	Acabado de losa de concreto	m2	3589.58	12.50	44,869.89
02.02.08	Curado de concreto	m2	3589.58	2.10	7,538.14
02.02.09	Corte de juntas e = 4 mm	m	1340.00	21.50	28,810.00
02.02.10	Sello de juntas	m	1340.00	19.50	26,130.00
02.03	Sardineles				
02.03.01	Concreto F'C=210 kg/cm2 en sardineles peraltados	m3	168.59	490.00	82,609.10
02.03.02	Encofrado y desencofrado de sardineles	m2	3355.47	36.70	123,145.75
02.04	Bolardos				
02.04.01	Suministro e instalación de bolardos incluye cita reflectiva	und.	920.00	350.00	322,00.00
02.05	Maceteros				
02.05.01	Suministro e instalación de maceteros y flores	und.	930.00	69.90	65,007.00
02.06	Cicloparqueaderos				
02.06.01	Suministro e instalación de cicloparqueaderos	und.	7.00	7000.00	49,000.00
02.07	Reductores de velocidad				
02.07.01	Suministro e instalación de rompemuélles de caucho	und.	10.00	791.53	7,915.30
02.08	Semáforo ciclista				
02.08.01	Suministro e instalación de componentes de semáforo ciclista	und.	6.00	3800.00	22,800.00
02.09	Señalizaciones del tránsito ciclista, vehicular y seguridad				
02.09.01	Señales verticales reglamentarias	und.	14.00	452.01	6,328.14
02.09.02	Señales verticales preventivas	und.	17.00	481.00	8,177.00
02.09.03	Señales verticales informativas	und.	11.00	502.00	5,522.00
02.09.04	Pintado de línea blanca discontinua	m	3859.56	4.68	18,062.74
02.09.05	Pintado de símbolos y letras	m2	146.71	23.32	3,421.23
02.09.06	Limpieza final de obra	m2	4900.00	1.07	5,243.00
02.10	Postes y árboles				
02.09.01	Traslado de postes de alumbrado público	und.	65.00	1000.00	65,00.00
02.09.02	Siembra de árbol	und.	325.00	28.60	9,295.00
Costo directo				S/ 1,213,118.28	
Gastos generales (12%)				S/ 145,574.19	
Utilidad (8%)				S/ 97,049.46	
Subtotal				S/ 1,455,741.94	
IGV (18%)				S/ 262,033.55	
Total del presupuesto				S/ 1,717,775.49	

3.7 Estudio de tráfico

Se ha realizado un estudio de tráfico con el objetivo de analizar el tráfico motorizado y ciclista. Se han registrado 4 estaciones de conteo a lo largo de la zona de estudio, específicamente al nivel de las calzadas auxiliares, esto debido a que la ciclovía proyectada a lo largo de su recorrido tiene inicio, salidas y fin al nivel de esta. El conteo ha sido realizado en los días y los horarios que se presentan en la siguiente tabla. Las horas en las que se realizó el aforo vehicular son consideradas como horas pico.

Tabla 22. Días y horarios del conteo vehicular y ciclista

Días	Miércoles 23/03/2022	Viernes 25/03/2022	Sábado 26/03/2022
Horarios	1:00 - 2:00 (P.M)	1:00 - 2:00 (P.M)	1:00 - 2:00 (P.M)

Tabla 23. Estaciones de conteo vehicular y ciclista

Estaciones de Conteo			
En dirección de la Av. Vice al Óvalo Cáceres		En dirección del Óvalo Cáceres a la Av. Vice	
EP - 01	Ubicada en la intersección de la Av. Vice, en la entrada a la calzada secundaria de la Av. Sánchez Cerro.	EP - 03	Ubicada en el Óvalo Cáceres, en la entrada a la calzada secundaria de la Av. Sánchez Cerro.
EP - 02	Ubicada en el corredor de la Av. Sánchez Cerro y el Jirón "J"	EP - 04	Ubicada en el corredor de la Av. Sánchez Cerro y el Jirón Tangarara.

Para un mayor entendimiento, se presenta las estaciones de conteo con las respectivas direcciones del flujo, para ellos se toma en consideración lo que indica la siguiente figura.

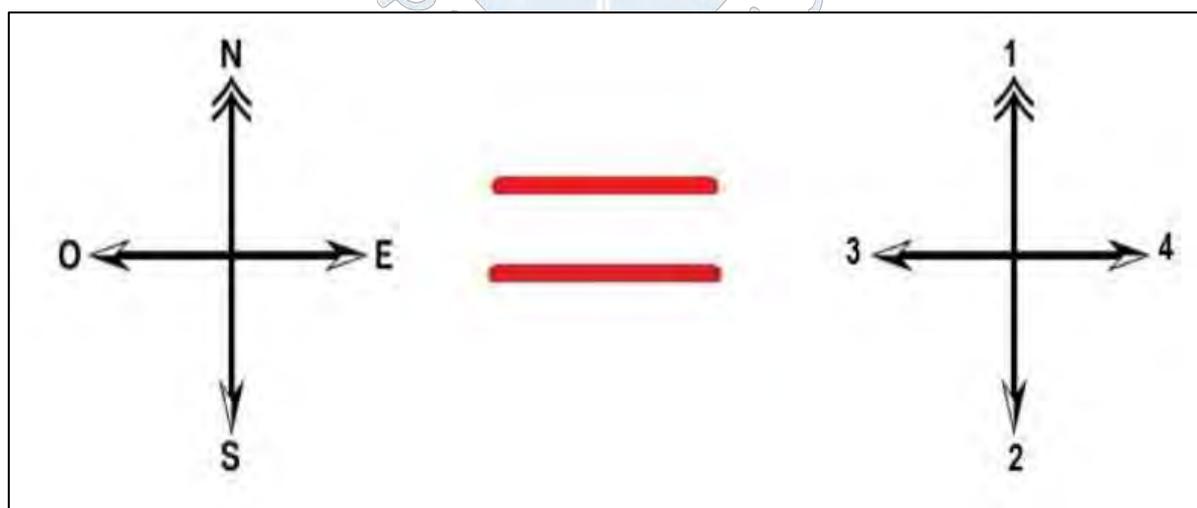


Figura 118. Equivalencia de distribución geométrica y distribución de flujo vehicular
Fuente: Araujo, J. Burneo, P. (2020)

- **Estación de conteo EP - 01**

Se han contabilizado los vehículos motorizados y las bicicletas que llegaban a la calzada auxiliar, provenientes de los giros permitidos de la intersección de la Av. Vice. Esto debido a que la ciclovía proyectada tiene inicio en esta zona.

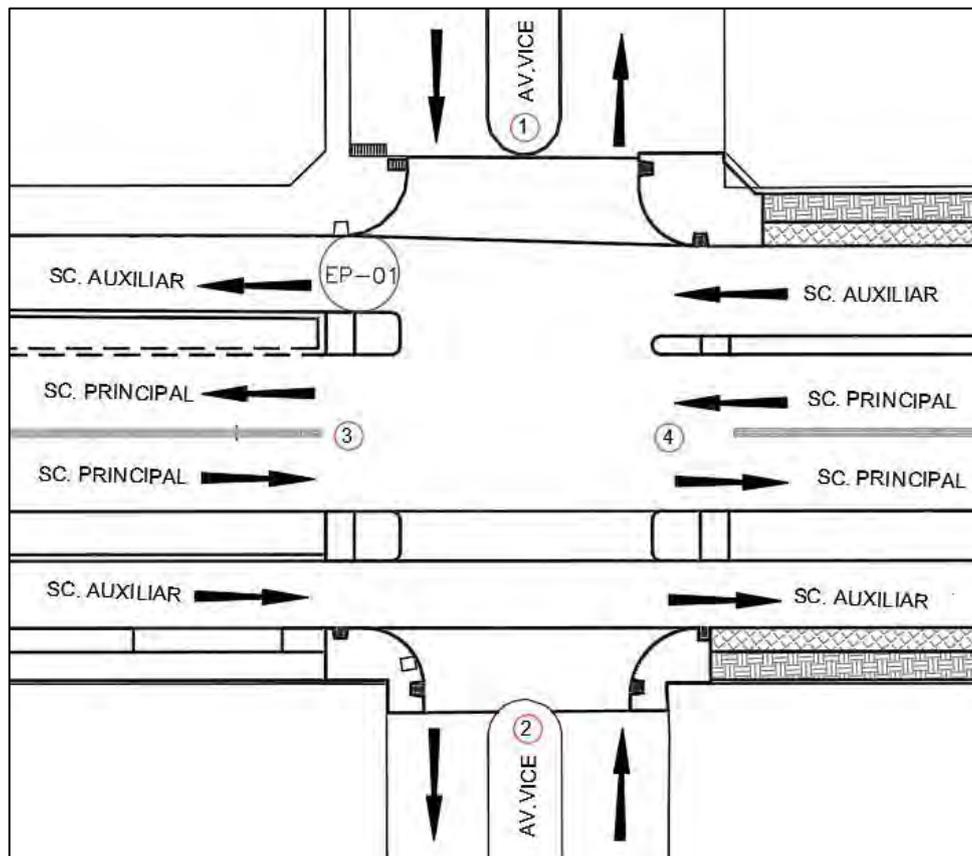


Figura 119. Estación de conteo 1 (EP - 01)

En el día 1, se han aforado 957 vehículos motorizados y 9 bicicletas; siendo el mototaxi el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 37.6%, seguido de la moto lineal que tiene un porcentaje de 28.1%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 0.9%.

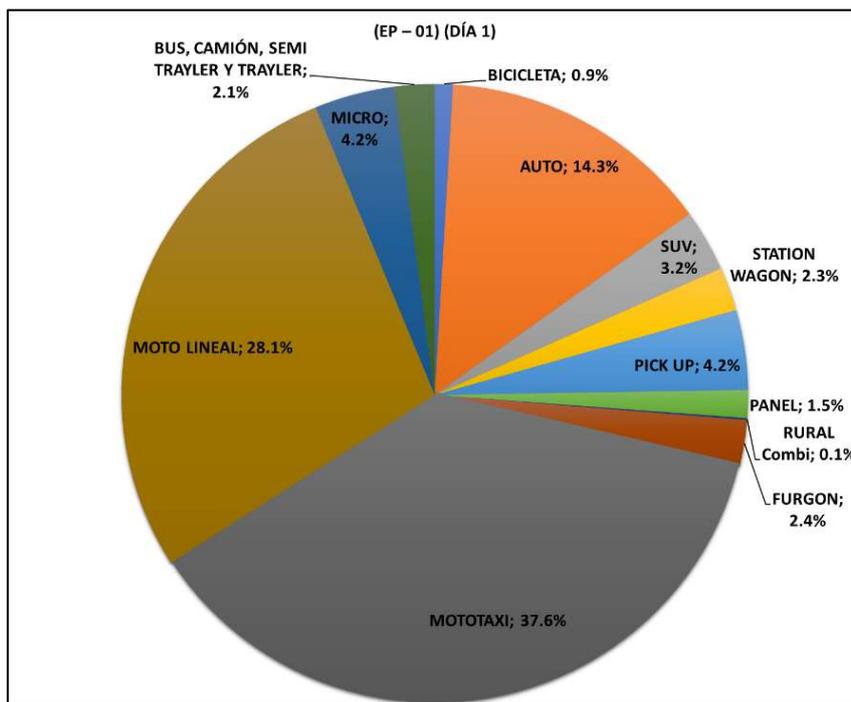


Figura 120. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 01 (Día 1)

En el día 2, se han aforado 1207 vehículos motorizados y 13 bicicletas; siendo el mototaxi el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 34.9%, seguido de la moto lineal que tiene un porcentaje de 28.3%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.1%.

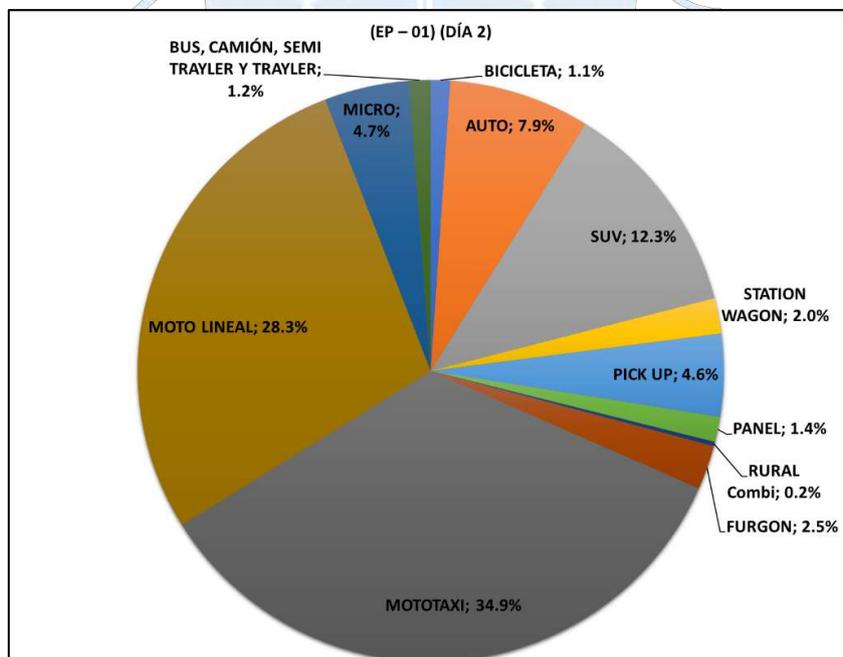


Figura 121. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 01 (Día 2)

En el día 3, se han aforado 1320 vehículos motorizados y 17 bicicletas; siendo el mototaxi el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 37.2%, seguido

de la moto lineal que tiene un porcentaje de 27.8%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.3%.

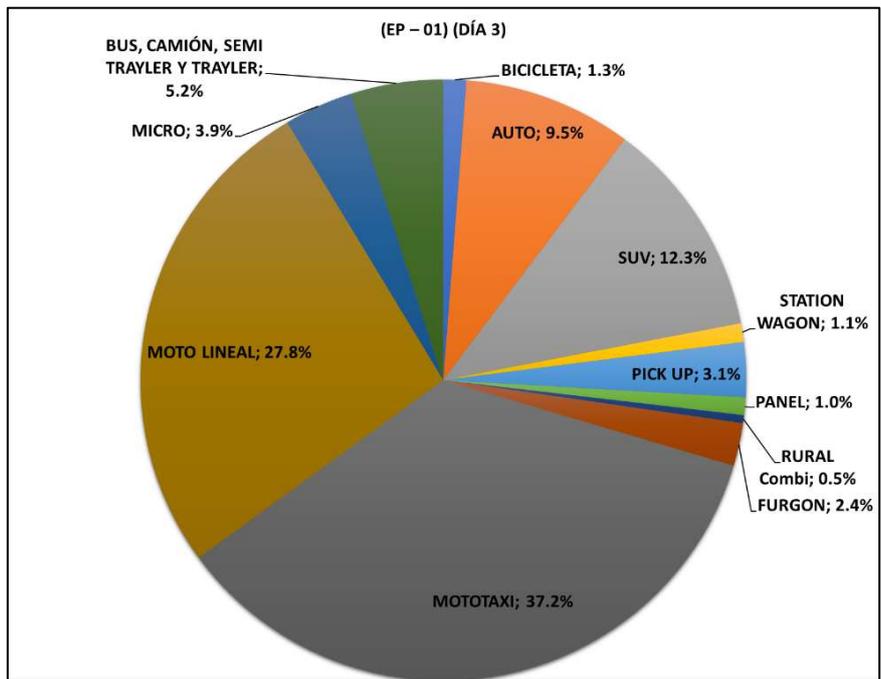


Figura 122. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 01 (Día 3)

• Estación de conteo EP - 02

Se han contabilizado los vehículos motorizados y las bicicletas que llegaban de la calzada auxiliar al Jirón "J" y viceversa (de 4 a 1 y 1 a 3) y los que pasaban a lo largo de la Av. Sánchez Cerro (de 4 a 3). Esto debido a que la ciclo vía proyectada a lo largo de su recorrido tiene un desvío en esta zona.

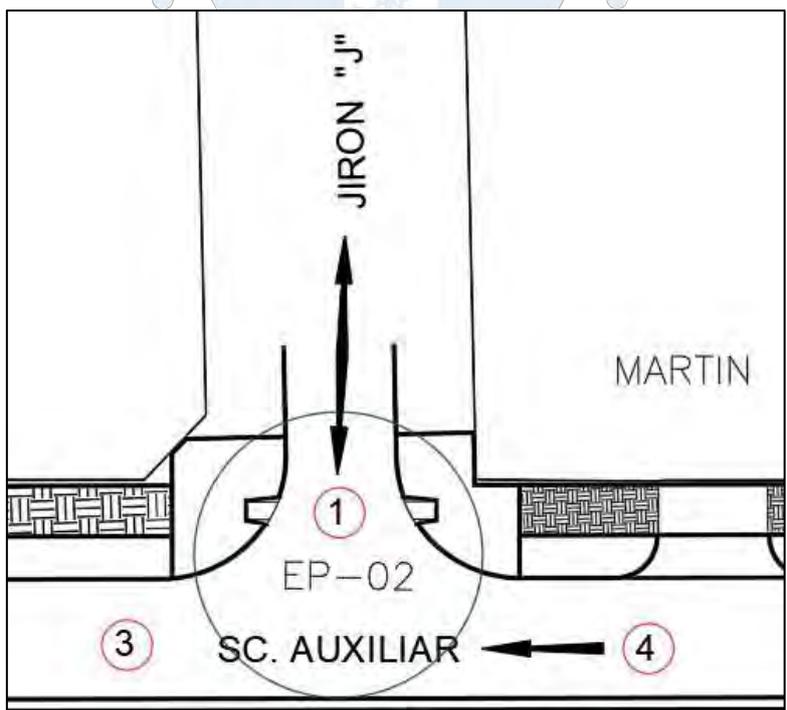


Figura 123. Estación de conteo 2 (EP - 02)

En el día 1, se han aforado 1089 vehículos motorizados y 13 bicicletas; siendo el mototaxi el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 35.4%, seguido de la moto lineal que tiene un porcentaje de 28.3%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.2%.

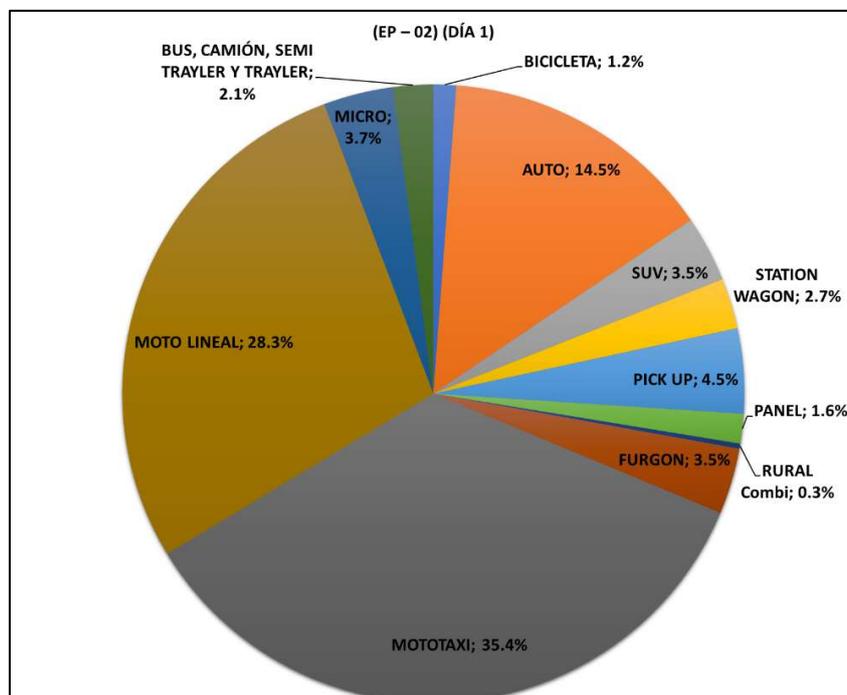


Figura 124. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 02 (Día 1)

En el día 2, se han aforado 1360 vehículos motorizados y 15 bicicletas; siendo el mototaxi el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 33.4%, seguido de la moto lineal que tiene un porcentaje de 28.2%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.1%.

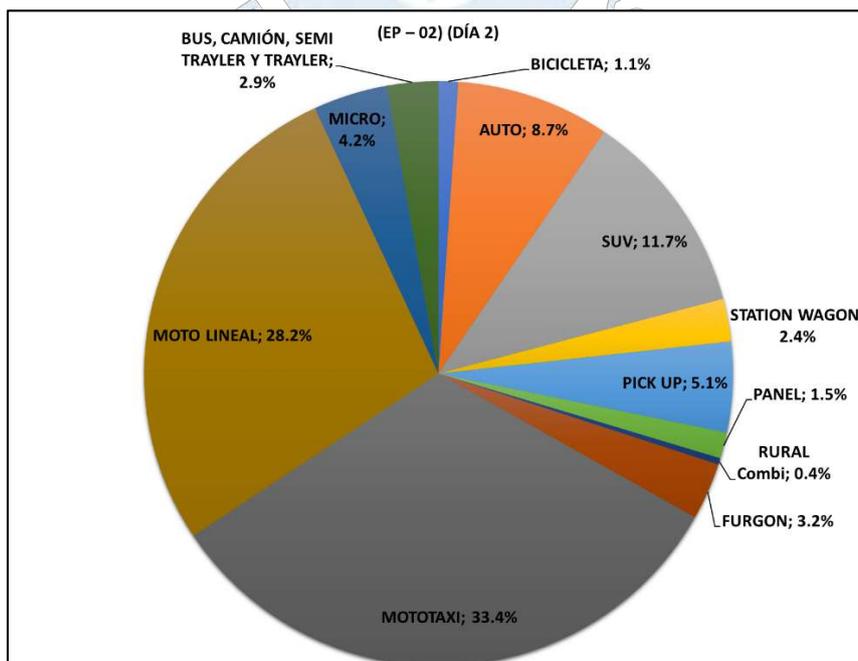


Figura 125. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 02 (Día 2)

En el día 3, se han aforado 1530 vehículos motorizados y 22 bicicletas; siendo el mototaxi el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 35.4%, seguido de la moto lineal que tiene un porcentaje de 28 %. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.4%.

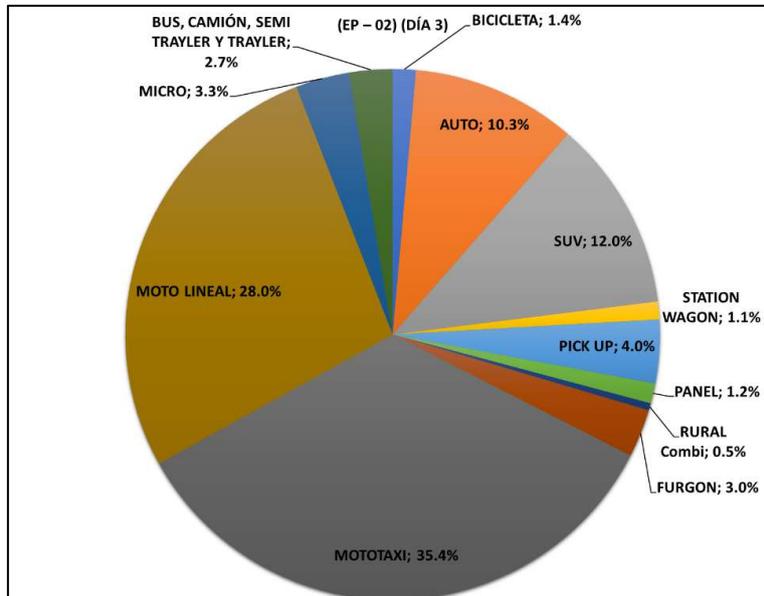


Figura 126. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 02 (Día 3)

• Estación de conteo EP - 03

Se han contabilizado los vehículos motorizados y las bicicletas que llegaban a la calzada auxiliar, provenientes de los giros permitidos del Óvalo Cáceres. Esto debido a que la ciclovía proyectada tiene inicio próximo a esta zona.

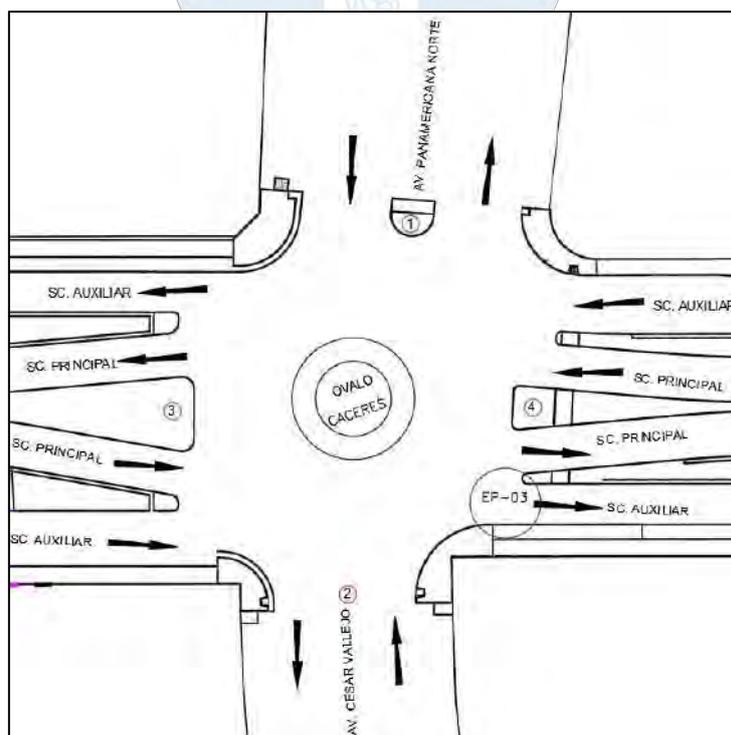


Figura 127. Estación de conteo 3 (EP - 03)

En el día 1, se han aforado 516 vehículos motorizados y 8 bicicletas; siendo la moto lineal el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 35.9%, seguido del mototaxi que tiene un porcentaje de 29.7%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.6%.

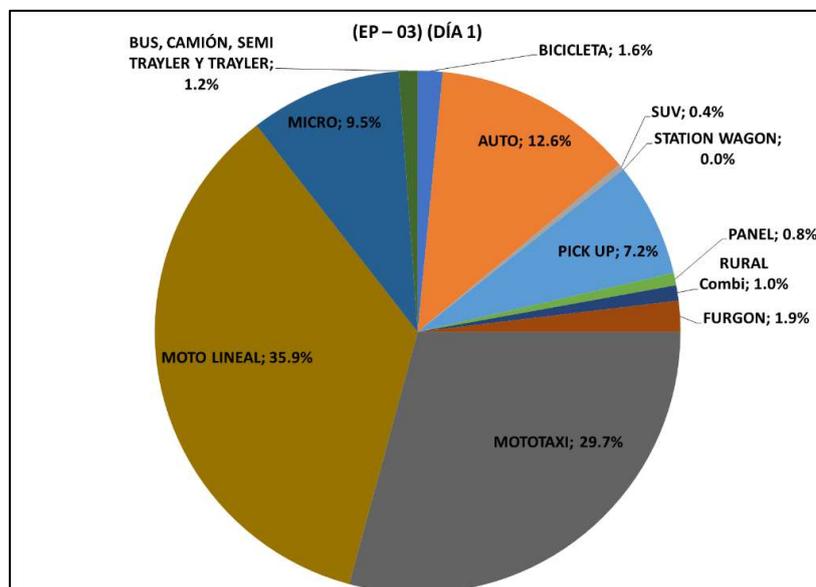


Figura 128. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 03 (Día 1)

En el día 2, se han aforado 599 vehículos motorizados y 7 bicicletas; siendo la moto lineal el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 30.1%, seguido del mototaxi que tiene un porcentaje de 26.7%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.2%.

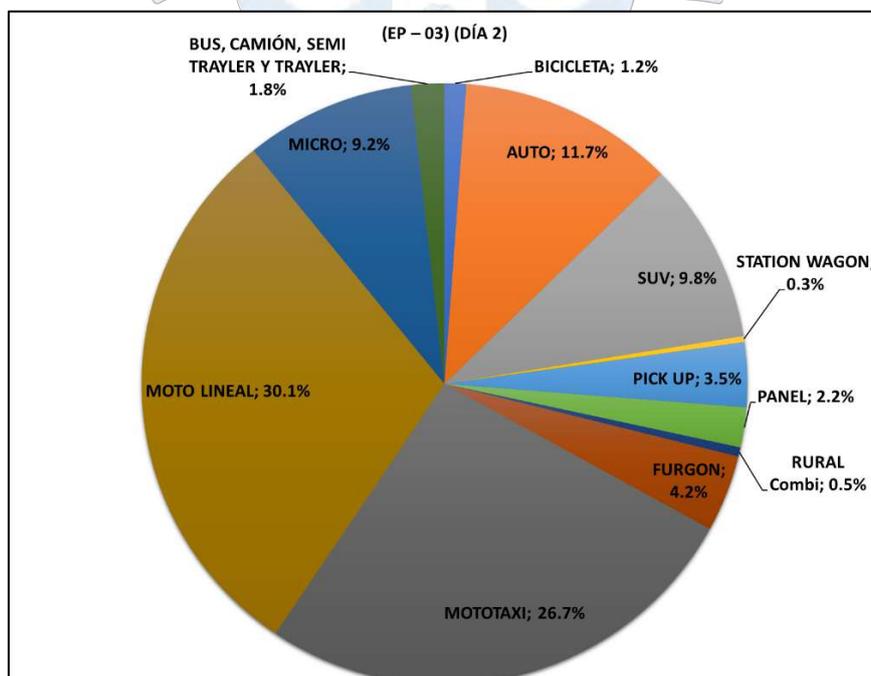


Figura 129. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 03 (Día 2)

En el día 3, se han aforado 646 vehículos motorizados y 11 bicicletas; siendo el mototaxi el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 37.2%, seguido de la moto lineal que tiene un porcentaje de 27.8 %. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.3%.

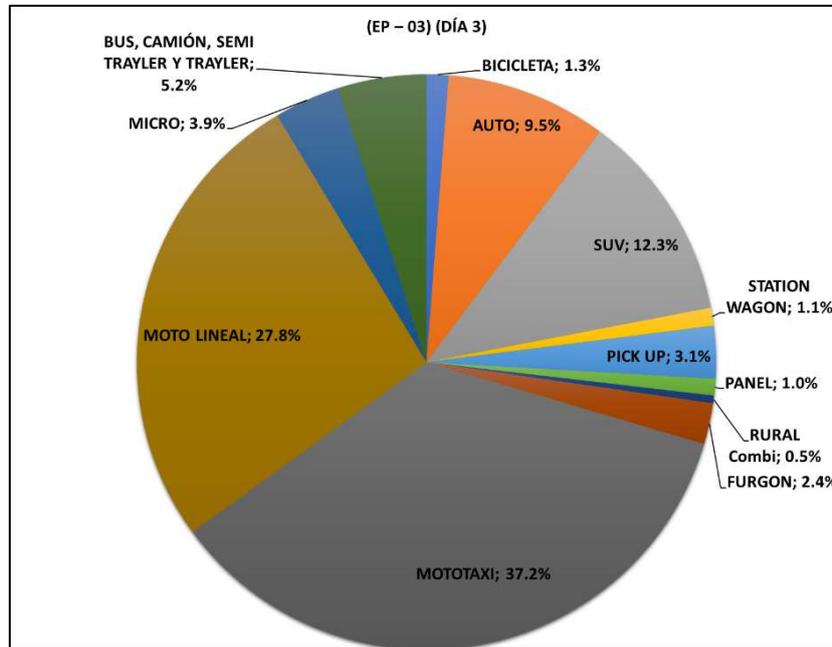


Figura 130. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 03 (Día 3)

- **Estación de conteo EP - 04**

Se han contabilizado los vehículos motorizados y las bicicletas que llegaban de la calzada auxiliar al Jirón Tangarara y viceversa (de 3 a 2 y 2 a 4) y los que pasaban a lo largo de la Av. Sánchez Cerro (de 3 a 4). Esto debido a que la ciclovía proyectada a lo largo de su recorrido tiene un desvío en esta zona.

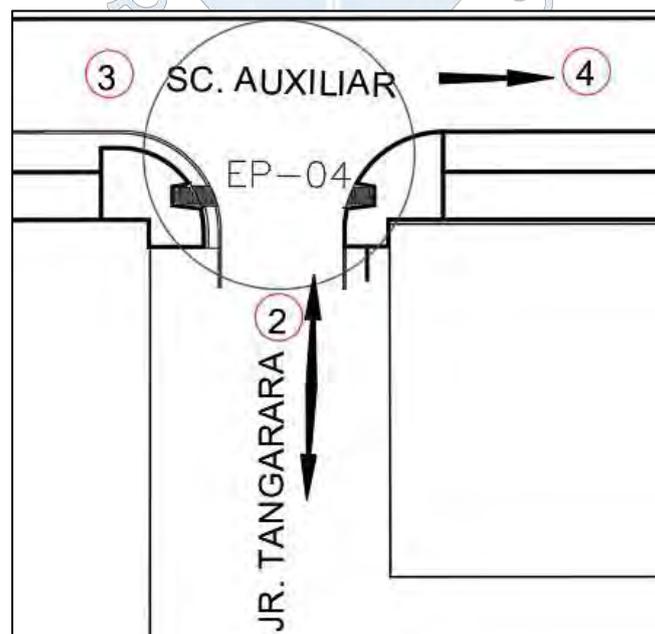


Figura 131. Estación de conteo 1 (EP - 04)

En el día 1, se han aforado 582 vehículos motorizados y 12 bicicletas; siendo la moto lineal el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 33.7 %, seguido del mototaxi que tiene un porcentaje de 29.6%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 2.1%.

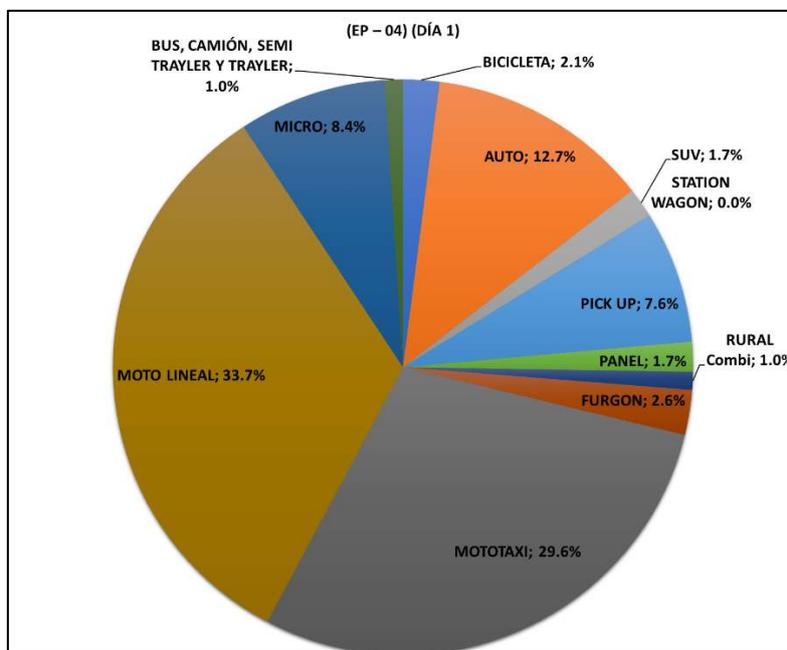


Figura 132. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 04 (Día 1)

En el día 2, se han aforado 699 vehículos motorizados y 11 bicicletas; siendo la moto lineal el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 28.6%, seguido del mototaxi que tiene un porcentaje de 26.2%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.6%.

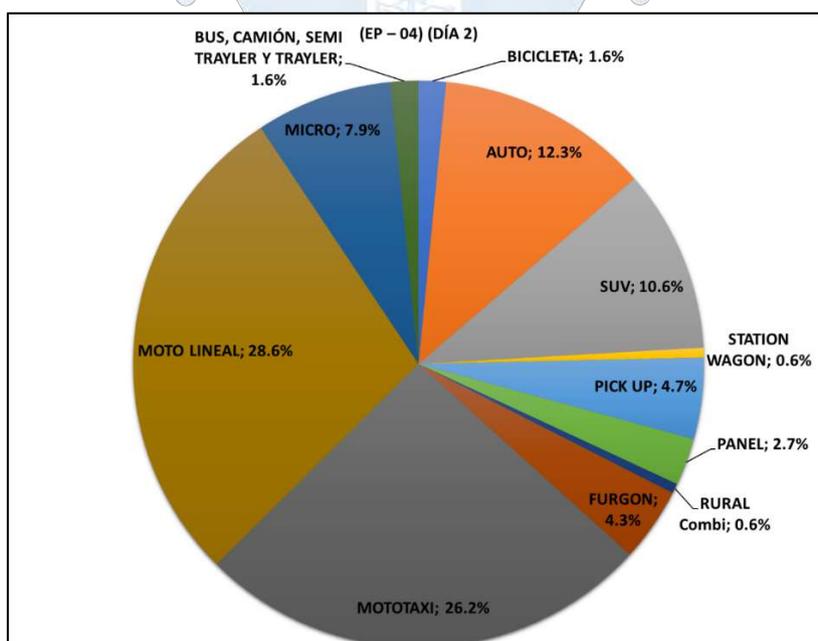


Figura 133. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 04 (Día 2)

En el día 3, se han aforado 777 vehículos motorizados y 15 bicicletas; siendo la moto lineal el vehículo con mayor presencia, ya que tiene un porcentaje de 28.7%, seguido del mototaxi que tiene un porcentaje de 28.3%. Así mismo, el porcentaje de bicicletas corresponde al 1.9%.

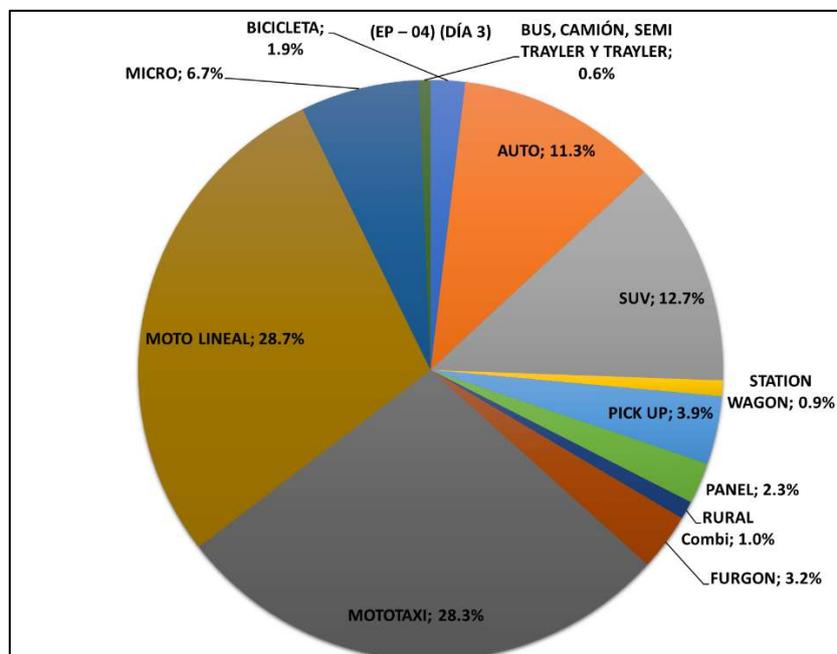


Figura 134. Composición del tráfico en la estación de conteo EP - 04 (Día 3)

En general, se presentó un mayor flujo de vehículos motorizados y bicicletas el sábado. Los motorizados con mayor presencia son el mototaxi y la moto lineal.

Así mismo, durante la realización del Estudio de Tráfico ha quedado registrado el peligro que corren los ciclistas al transportarse por las vías auxiliares, así como la incomodidad que generan al peatón, ya que en algunos casos estos han transitado por la vereda.



Figura 135. Ciclista trasladándose por la vereda, interrumpiendo el tránsito de los peatones



Figura 136. Ciclista trasladándose entre el tráfico vehicular de la calzada auxiliar



Figura 137. Ciclista estacionando su bicicleta en la vereda

Cabe rescatar que como en el recorrido de la zona en estudio hay centros comerciales, se evidenció que hay trabajadores y clientes que se trasladan a estos en bicicleta.



Figura 138. Estacionamiento de bicicletas en tiendas Martin

Finalmente, el Estudio de Tráfico muestra que las bicicletas tienen en promedio el 1.4% de presencia del total de vehículos. Sin embargo, este estudio por sí solo no define si la implementación de una ciclovía es viable o no, debido a que existen otras razones que han sido explicadas en el desarrollo de esta tesis. Además, Riccardi (2010), en un trabajo de investigación explica que cuando se pregunta a la gente por qué no usan bicicletas, la respuesta común es que no la utilizan por falta de un espacio adecuado para circular; razón que lo llevó a concluir que la viabilidad de una ciclovía no depende de la necesidad de conocer la demanda actual y futura de los ciclistas; ya que la gente hará uso de esta infraestructura una vez que esté construida.

En los Apéndices “B”, “C” y “D” se muestran las tablas del conteo vehicular del Estudio de Tráfico.

3.8 Análisis y comparación de la propuesta de ciclovía

En el desarrollo de este trabajo de investigación, se han abordado diversas razones por las que es importante implementar una ciclovía en la avenida en estudio, de acuerdo con sus características. Siendo una de las razones más importantes alivianar el tránsito vehicular, ya que convierte parte del tránsito vehicular en tránsito ciclista, debido a que, es una manera de combatir los problemas viales existentes en la actualidad. Pues bien, la construcción de una ciclovía trae consigo diversas ventajas, por ejemplo, las personas tendrán la oportunidad de realizar ciertas actividades como: ir al trabajo, ejercitarse, salir a comprar, dar un paseo, etc. mediante viajes en bicicleta.

En la actualidad, hay presencia de ciclistas transitando en medio del tráfico vehicular o por las veredas, entonces es de suma importancia proteger al ciclista del

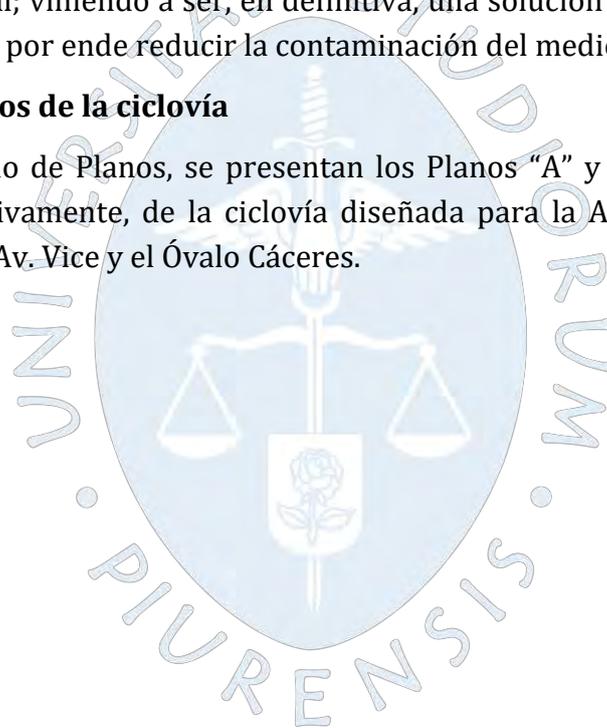
tráfico motorizado y proteger a los peatones de los ciclistas. Entonces para la zona en estudio es idóneo que, así como los motorizados y peatones tienen un espacio disponible para ellos, los ciclistas también lo tengan.

En medio del crecimiento del parque automotor, las bicicletas vienen a ser un medio de transporte sostenible, por lo que, financiar la construcción e implementación de una ciclovía en la zona en estudio es rentable, ya que se estaría invirtiendo en infraestructuras amigables con el medio ambiente. Además, pese a que se prevé un impacto ambiental por la tala de los árboles existentes, hay un compromiso de reponer cada árbol, ya que las áreas verdes también forman parte del diseño de la ciclovía, porque embellecen el paisaje.

EL diseño de la ciclovía en la estructura actual de Av. Sánchez Cerro está proyectado sobre los separadores laterales existentes, por lo que no perjudica la infraestructura actual; viniendo a ser, en definitiva, una solución rentable para alivianar el tráfico vehicular, y por ende reducir la contaminación del medio ambiente.

3.9 Planos definitivos de la ciclovía

En la Apartado de Planos, se presentan los Planos “A” y “B” de la trayectoria y señalización respectivamente, de la ciclovía diseñada para la Av. Sánchez Cerro en el tramo que abarca la Av. Vice y el Óvalo Cáceres.



Conclusiones

Se diseñó una cicloavía unidireccional (ida y vuelta) de dos metros de ancho, segregada con bolardos y sardineles. Con la intención de brindar a la población un aspecto ambientalista, se colocarán maceteros con flores ornamentales entre los bolardos, para embellecer el entorno. El diseño está basado en los manuales de diseño de infraestructuras ciclistas nacionales e internacionales mencionados en la presente tesis.

El Estudio de Tráfico arrojó que en la zona de estudio los vehículos que tienen una mayor presencia son el mototaxi y la moto lineal con 32.63% y 29.46% respectivamente y que la presencia de los ciclistas es en promedio 1.4 % del total de vehículos. Además, durante el desarrollo se identificó que los ciclistas se trasladan por los carriles de la calzada auxiliar en medio del tráfico vehicular y también por las veredas, ya sea en el sentido del flujo del carril o en contra; la razón de este comportamiento es que necesitan velar por su seguridad. Por lo que, es necesario que los ciclistas tengan un espacio exclusivo para su circulación, así como lo tienen los peatones y motorizados.

La implementación de una cicloavía en la avenida en estudio contribuye con la disminución de los problemas viales que se presentan actualmente, ya que convierte parte del tránsito vehicular en tránsito ciclista, pues la bicicleta es una alternativa de transporte. Una vez construida la cicloavía las personas tendrán la oportunidad de realizar ciertas actividades como: ir al trabajo, ejercitarse, salir a comprar, dar un paseo, etc. mediante viajes en bicicleta.

Al realizar el mapeo de la zona en estudio, se identificaron diversos centros de atracción que han sido mencionados en el Capítulo 1, entre ellos están las tiendas Martín y el centro comercial Real plaza; en los cuales se evidenció que existen cicloparqueaderos, debido a que tanto sus trabajadores como clientes se trasladan en bicicletas. Por ende, el diseño de la cicloavía contempla accesos a estas zonas.

El monto estimado para la construcción de la cicloavía es S/ 1,717,775.49 monto que sin duda viene a ser rentable, ya que se trata de una inversión que contribuye a reducir los daños causados por la contaminación ambiental en medio del crecimiento del parque automotor.

Como la avenida Sánchez Cerro es una vía arterial que presenta volúmenes importantes de todo tipo de vehículos, se diseñó una ciclovia segregada, con el propósito de proteger al ciclista del volumen y velocidad de los motorizados.

Las señales horizontales y verticales forman parte del diseño óptimo de la ciclovia, ya que contribuyen con la seguridad de los ciclistas; están ubicadas en zonas estratégicas para facilitar su visibilidad y han sido elaboradas considerando el pictograma de una bicicleta urbana, recomendado por el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructuras Cicloinclusivas y la Guía de Circulación del Ciclista.

Se han colocado reductores de velocidad en los ingresos al Óvalo Cáceres y en las zonas donde la ciclovia tiene acceso a las vías secundarias, para mantener la seguridad de los ciclistas y evitar siniestros.

La estructura del pavimento de una ciclovia no soporta grandes cargas, por lo que, el diseño de este paquete estructural no arroja espesores de gran tamaño, obteniendo así un costo económico y menor al paquete estructural de una autopista. El tipo de pavimento para esta ciclovia es rígido, debido a que produce un mayor confort a los ciclistas, por las excelentes condiciones de cohesión, antideslizamiento, uniformidad en el acabado, y resistencia que ofrece el concreto al ser un material de alta durabilidad y con baja probabilidad de aparición de baches o daños.

En la intersección de la Av. Sánchez Cerro y la Av. Vice, los cruces peatonales se ubican paralelos a la ciclovia, así que, los ciclistas seguirán las mismas fases que los semáforos peatonales, es decir, no fue necesario el cálculo de las fases de un semáforo exclusivo para ciclistas. Sin embargo, se ha considerado adosar componentes de semáforos ciclistas a las estructuras de los semáforos vehiculares y peatonales existentes, según corresponda.

El diseño de la ciclovia contempla un impacto ambiental por los árboles afectados, sin embargo, existe el compromiso de reponer cada árbol, pues las áreas verdes también forman parte del diseño, porque adornan el paisaje.

Se han colocado cicloparqueaderos, debido a que, los ciclistas tienen derecho a estacionar sus bicicletas en una estructura segura, sin correr el riesgo de ser robadas. Los cicloparqueaderos fueron ubicados en las zonas próximas a los accesos de la ciclovia a las vías secundarias, donde se encuentran diferentes puntos de atracción.

Como el software Synchro 8 tiene como finalidad optimizar la duración del ciclo y la secuencia de fases para el diseño de un semáforo; en la intersección de la Av. Sánchez Cerro y la Av. Vice, no fue necesario realizar una simulación en este software, pues los ciclistas seguirán la misma secuencia de fases de los semáforos peatonales existentes.

Recomendaciones

Para el diseño de infraestructuras ciclistas, se recomienda seguir las normas de los Manuales de Diseño de infraestructuras de ciclovías tanto nacionales como internacionales, de esta manera se estaría englobando cada parámetro que conlleva a tener un diseño óptimo y seguro.

Las Instituciones como la Municipalidad y el Gobierno Regional de Piura, deberían realizar campañas de sensibilización acerca del transporte sostenible, para fomentar el uso de bicicletas. Las campañas deben estar respaldadas con la creación e implementación de infraestructuras ciclistas; porque no se puede pedir a la población que se traslade en bicicletas, cuando no se ha destinado un espacio exclusivo para la circulación de estas.

Las Instituciones Educativas, Municipalidad y el Gobierno Regional de Piura, deberían promover campañas de concientización acerca de la Pirámide de Modos, presentada en el Capítulo 1, donde se explica la prioridad de cada usuario según su vulnerabilidad y sostenibilidad. Como los peatones y los ciclistas son los más vulnerables, es indispensable que los usuarios de los vehículos motorizados les cedan el paso, respetándolos en todo momento.



Referencias bibliográficas

- [1]. Araujo, J. Burneo, P. (2020). Modelación del Tránsito y Diseño Geométrico de la Av. Andrés Avelino Cáceres – Sector Castilla, Piura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura. Piura, Perú.
- [2]. Ayuntamiento de Zaragoza. (2010). Plan Director de la Bicicleta de Zaragoza. Zaragoza, España.
- [3]. AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). (1999). Guide for the development of bicycle facilities. Washington, DC
- [4]. Alcántara, S. [@SantiagoAlcántara]. (26 de junio de 2020). La salvaje y bruta Piura está preparada para echar a andar sus bicis, con su reciente pero prometedora red de ciclovías que atraviesa las nuevas áreas de expansión de la ciudad [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/reformoagrario/status/1268298383686590469/photo/1>
- [5]. BBC Mundo. (2016). Cuáles son las mejores ciudades de América Latina para andar en bicicleta. Recuperado el 19 de enero de 2022 de: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160419_bicicleta_america_latina_paises_ciudades#:~:text=ciclov%c3%adas,bicicletas%20p%c3%ablicas%20disponibles%20\(4.000\)](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160419_bicicleta_america_latina_paises_ciudades#:~:text=ciclov%c3%adas,bicicletas%20p%c3%ablicas%20disponibles%20(4.000)).
- [6]. Bibliocad. (2009). Clasificación de suelos en la ciudad de Piura según SUCS. Recuperado el 15 de febrero de 2022 de: https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/planos-de-clasificacion-de-suelos-piura_90810/
- [7]. Buitrago, J. (2019). “Bogotá, una de las 20 ciudades más bici amigables”. Recuperado el 19 de enero de 2022 de: <https://www.eltiempo.com/bogota/bogota-es-una-de-las-20-ciudades-mas-bici-amigables-381650>
- [8]. Choque, E. (2021). Pavimentos. Recuperado el 21 de marzo de 2022 de: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/viaspucp/2021/04/07/pavimentos-rigidos-y-flexibles/>
- [9]. Cicloesfera. (2013) “Hovenring, la rotonda ciclista... Flotante”. Recuperado el 19 de enero de 2022 de: <https://ciclosfera.com/a/hovenring-la-rotonda-ciclista-flotante>
- [10]. CNN Chile. (2019). “Holanda en dos ruedas: Cómo es el país con la mayor cultura ciclista del mundo”. Recuperado el 19 de enero de 2022 de: https://www.cnnchile.com/mundo/holanda-cultura-ciclista-bicicletas_20190616/

- [11]. Federación de Periodista del Perú. (2021). “San Juan de Lurigancho: Distrito con mayor índice de viajes en bicicleta cuenta con su primera ciclovía”. Recuperado el 18 de enero de 2022 de: <https://fpp.org.pe/san-juan-de-lurigancho-distrito-con-mayor-indice-de-viajes-en-bicicleta-cuenta-con-su-primera-ciclovía/>
- [12]. Gamarra, A. (2018). Aspectos técnicos para la implementación de una ciclovía como parte de la remodelación de la Av. Chulucanas (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.
- [13]. García, T. (2018). “La cultura de la bici”. Recuperado el 19 de enero de 2022, de: https://elpais.com/elpais/2018/01/03/seres_urbanos/1514980615_417006.html
- [14]. Gerencia de Movilidad Urbana. (2021). “Municipalidad de Lima inicia rehabilitación de los 14.6 km de la ciclovía de la Av. Universitaria”. Recuperado el 18 de enero de 2022 de: <http://www.gmu.munlima.gob.pe/index.php/es-es/noticias-gtu/item/371-municipalidad-de-lima-inicia-rehabilitacion-de-los-14-6-km-de-la-ciclovía-de-la-av-universitaria>
- [15]. Gobierno Regional de Piura. (2017). “Mejoramiento de la Av. Sánchez Cerro, tramo Av. Gullman – Av. Chulucanas - Distrito de Piura – Provincia de Piura”. Perú. Recuperado el 14 de octubre del 2021 de: https://www.regionpiura.gob.pe/documentos/resoluciones/php99q_gv2.pdf
- [16]. Ipanaguirre, L. (2021). “Serán 374 kilómetros de ciclovías interconectadas en la ciudad de Lima para el 2022”. Recuperado el 18 de enero de 2022 de: <https://andina.pe/agencia/noticia-seran-374-kilometros-ciclovías-interconectadas-la-ciudad-lima-para-2022-802660.aspx>
- [17]. Martínez, E., Gómez Macho, M., Marín Fernández, A., Álvarez, M., Moncholí, D., Romera, M., Canseco, P. (2019, April 3). Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura. Caracas: CAF. Recuperado el 18 de enero de 2022 de: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1414>
- [18]. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Recuperado el 18 de enero de 2022 de: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- [19]. Ministerio de Transporte de Colombia. (2015). Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclорrutas de Colombia. Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia.
- [20]. Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. (C. Pardo & A. Sanz, Eds.). Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia.

- [21]. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Resolución Directoral N° 16-2016-MTC/14. Perú.
- [22]. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). “MTC implementará carriles exclusivos para fomentar el uso de bicicletas” Recuperado el 14 de octubre del 2021 de: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/128025-mtc-implementara-carriles-exclusivos-para-fomentar-el-uso-de-bicicletas>
- [23]. Municipalidad de Lima. (2017). Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas, 2017. (P. Calderón, C. Pardo, & J. J. Arrué, Eds.). Municipalidad de Lima.
- [24]. Municipalidad de Lima. (2020). Municipalidad de Lima presentó resultados de estudio sobre el uso de la bicicleta en la ciudad. Recuperado el 18 de enero de 2022 de: <https://www.munlima.gob.pe/2020/06/19/municipalidad-de-lima-presento-resultados-de-estudio-sobre-el-uso-de-la-bicicleta-en-la-ciudad/>
- [25]. NACTO (National Association of City Transportation Officials). (2015). “Designing Cities Conference: Global Street Design Guide”. Austin, Texas.
- [26]. Gerencia Regional de Infraestructura de Piura. (2019). “la primera ciclovía de Piura ya está lista. Recuperado el 14 de octubre del 2021 de: <https://www.rcrperu.com/la-primera-ciclovia-de-piura-ya-esta-lista/>
- [27]. Plan maestro de ciclovías para el área metropolitana de Lima y Callao. (2004). Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías. Recuperado el 25 de febrero de 2022 de: https://www.academia.edu/9295164/manual_de_dise%c3%91o_para_infraestructura_de_ciclovias
- [28]. Radio Fantástica. (2019). Gobierno Regional programa recepción de mejoramiento en avenida José Aguilar Santisteban. Recuperado el 30 de enero de 2022 de: <https://radiofantastico.pe/gobierno-regional-programa-recepcion-de-mejoramiento-en-avenida-jose-aguilar-santisteban/>
- [29]. Agencia Peruana de Noticias Andina. (2015). Más de 600 personas recorren ciclovías de Miraflores a diario. Recuperado el 30 de enero de 2022 de: <https://andina.pe/agencia/noticia-mas-600-personas-recorren-ciclovias-miraflores-a-diario-552386.aspx>
- [30]. Rodríguez. (2021). Shimanami Kaido, una ruta en bicicleta entre Shikoku y Honshu. Recuperado el 30 de enero de 2022 de: <https://www.flickr.com/photos/puenteaereo/45748670681/>
- [31]. Red de comunicación regional. (2018). “Presidente Vizcarra llega a Piura para inaugurar la av. Sánchez cerro”. Recuperado el 18 de enero de 2022 de: <https://www.rcrperu.com/presidente-vizcarra-llega-a-piura-para-inaugurar-la-av-sanchez-cerro/>

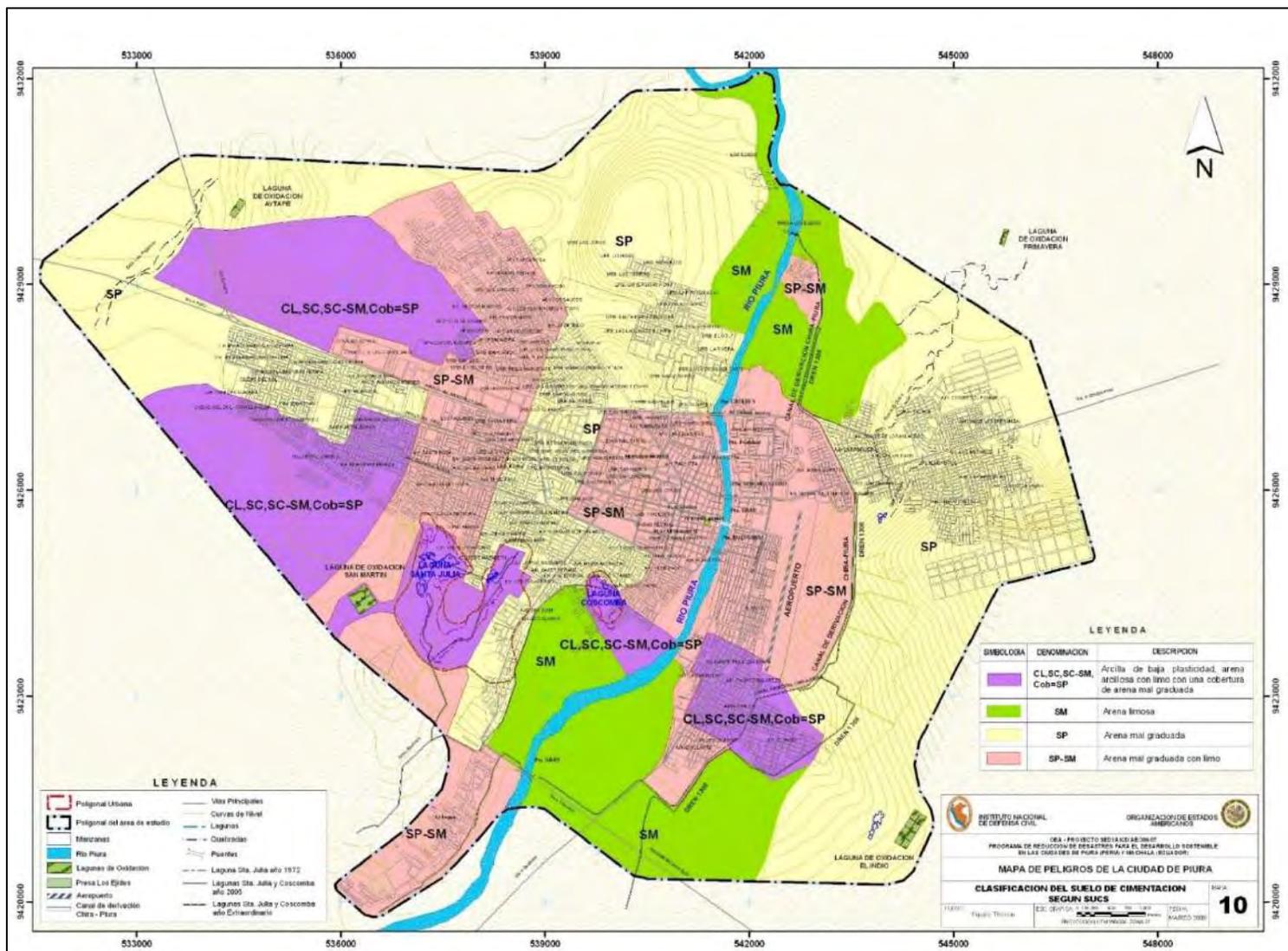
- [32]. Riccardi, J. C. R. (2010). Ciclovias e Ciclofaixas: critérios para localização e implantação. (Tesis de pregrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [33]. Rodríguez, A. (2015). “La Ciclovía en Bogotá un espacio público de recreación y ocio: ambiente, salud y ciudadanía”. Universidad de los Llanos”. Bogotá, Colombia.
- [34]. Tomás, A. (2021). “Shimanami Kaido, una ruta en bicicleta entre Shikoku y Honshu”. Recuperado el 19 de enero de 2022 de: <https://japonismo.com/blog/viajar-a-shikoku-shimanami-kaido-bicicleta>
- [35]. Torres, S. (2020). Se está implementando la Ciclo-Infraestructura de emergencia en Perú. Recuperado el 18 de enero de 2022 de: <https://www.despacio.org/2020/10/22/ciclo-infraestructura-de-emergencia-en-peru/>



Apéndices



Apéndice A Clasificación de suelos en la ciudad de Piura



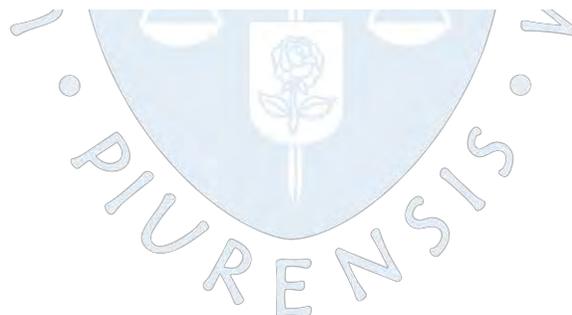
Fuente: Bibliocad (2009)

Apéndice B Conteo de Estudio de Tráfico (Día 1)

				DÍA 1 - 23/03/2021																													
VÍA	DE	HACIA	INTERVALOS	BICICLETA	AUTO	SUV	STATION WAGON	CAMIONETAS			FURGON	MOTOTAXI	MOTO LINEAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL POR ESTACION					
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3														
INTERSECCIÓN (EP - 01)	1-2-3	4	12:30 - 1:30 P.M	9	137	31	22	40	14	1	23	360	269	40	6	3	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	957
CORREDOR (AV. VICE - ÓVALO CÁCERES) (EP - 02)	4	1	12:30 - 1:30 P.M	2	7	1	1	2	2	0	7	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	
	1	3	12:30 - 1:30 P.M	1	6	2	1	2	0	2	2	6	22	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	
	4	3	12:30 - 1:30 P.M	10	145	35	27	45	15	1	29	370	273	40	6	3	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000		
ÓVALO CÁCERES (EP - 03)	1-2-4	4	12:30 - 1:30 P.M	8	65	2	0	37	4	5	10	153	185	49	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	516		
CORREDOR (ÓVALO CÁCERES - AV. VICE) (EP - 04)	3	2	12:30 - 1:30 P.M	1	5	4	0	3	1	1	2	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26		
	2	4	12:30 - 1:30 P.M	2	3	2	0	0	2	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
	3	4	12:30 - 1:30 P.M	9	66	4	0	41	7	5	13	161	189	49	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	541			
TOTAL POR TIPO DE VEHÍCULO				42	434	81	51	170	45	15	86	1071	958	178	24	9	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3144		

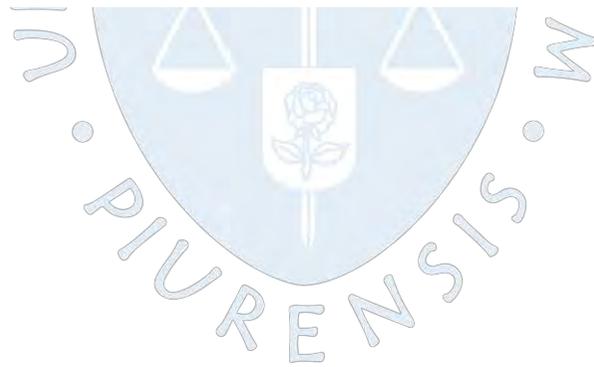
Apéndice C Conteo de Estudio de Tráfico (Día 2)

				DÍA 2 - 25/03/2021																												
VÍA	DE	HACIA	INTERVALOS	BICICLETA	AUTO	SUV	STATION WAGON	CAMIONETAS			FURGON	MOTOTAXI	MOTO LINEAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL POR ESTACION					
							PICK UP	PANEL	RURAL Combi					2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
INTERSECCIÓN (EP - 01)	1-2-3	4	12:30 - 1:30 P.M	13	95	148	24	56	17	3	30	421	342	57	5	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1207
CORREDOR (AV. VICE - ÓVALO CÁCERES) (EP - 02)	4	1	12:30 - 1:30 P.M	2	6	1	1	7	0	0	6	17	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	
	1	3	12:30 - 1:30 P.M	2	9	3	1	4	1	0	1	9	16	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	
	4	3	12:30 - 1:30 P.M	11	103	155	31	59	19	5	37	428	355	57	5	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1263		
ÓVALO CÁCERES (EP - 03)	1-2-4	4	12:30 - 1:30 P.M	7	70	59	2	21	13	3	25	160	180	55	3	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	599		
CORREDOR (ÓVALO CÁCERES - AV. VICE) (EP - 04)	3	2	12:30 - 1:30 P.M	3	8	7	1	6	2	1	3	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47		
	2	4	12:30 - 1:30 P.M	2	6	4	0	2	3	0	2	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32		
	3	4	12:30 - 1:30 P.M	6	72	63	3	25	14	3	25	164	185	55	3	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	620			
TOTAL POR TIPO DE VEHÍCULO				46	369	440	63	180	69	15	129	1218	1106	224	16	0	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3865		

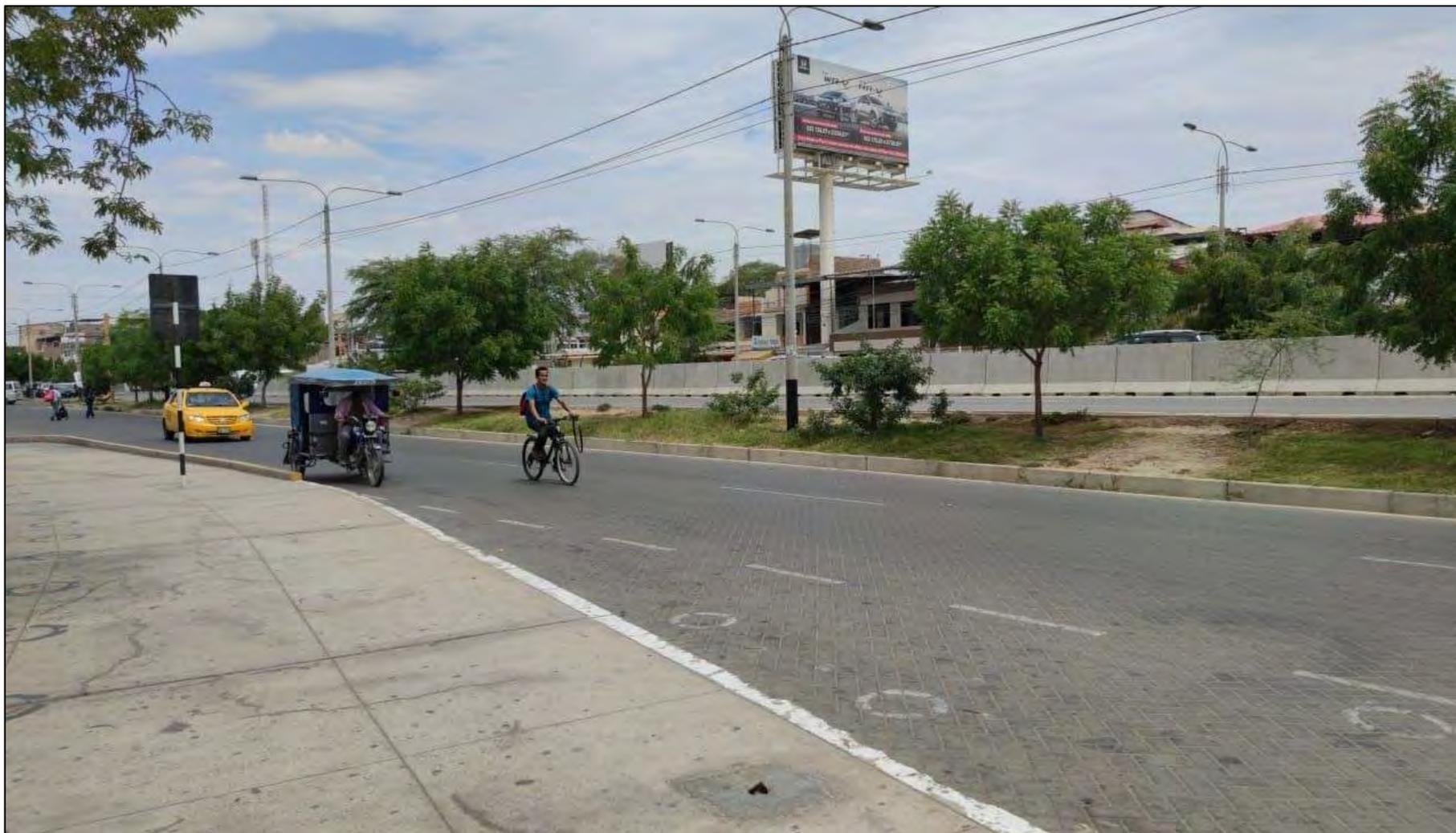


Apéndice D Conteo de Estudio de Tráfico (Día 3)

				DÍA 3 - 26/03/2021																													
VÍA	DE	HACIA	INTERVALOS	BICICLETA	AUTO	SUV	STATION WAGON	CAMIONETAS			FURGON	MOTOTAXI	MOTO LINEAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL POR ESTACIÓN					
							PICK UP	PANEL	RURAL Combi					2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>=353	2T2	2T3	3T2	>=3T3							
INTERSECCIÓN (EP - 01)	1-2-3	4	12:30 - 1:30 P.M	17	125	163	14	41	13	6	32	491	367	51	10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1320
CORREDOR (AV. VICE - ÓVALO CÁCERES) (EP - 02)	4	1	12:30 - 1:30 P.M	1	9	4	0	8	2	1	4	22	38	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	
	1	3	12:30 - 1:30 P.M	3	13	7	1	8	2	0	1	16	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	
	4	3	12:30 - 1:30 P.M	18	135	172	16	45	15	6	41	503	381	51	10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1382		
ÓVALO CÁCERES (EP - 03)	1-2-4	4	12:30 - 1:30 P.M	11	69	81	3	19	10	5	13	190	197	52	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	646	
CORREDOR (ÓVALO CÁCERES - AV. VICE) (EP - 04)	3	2	12:30 - 1:30 P.M	3	10	8	2	7	3	2	5	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	
	2	4	12:30 - 1:30 P.M	2	7	6	0	4	2	1	3	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	
	3	4	12:30 - 1:30 P.M	10	71	85	5	19	13	5	17	196	203	52	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	673		
TOTAL POR TIPO DE VEHÍCULO				65	439	526	41	151	60	26	116	1442	1215	206	31	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4273		



Apéndice E Ciclista transportándose en medio del tráfico vehicular



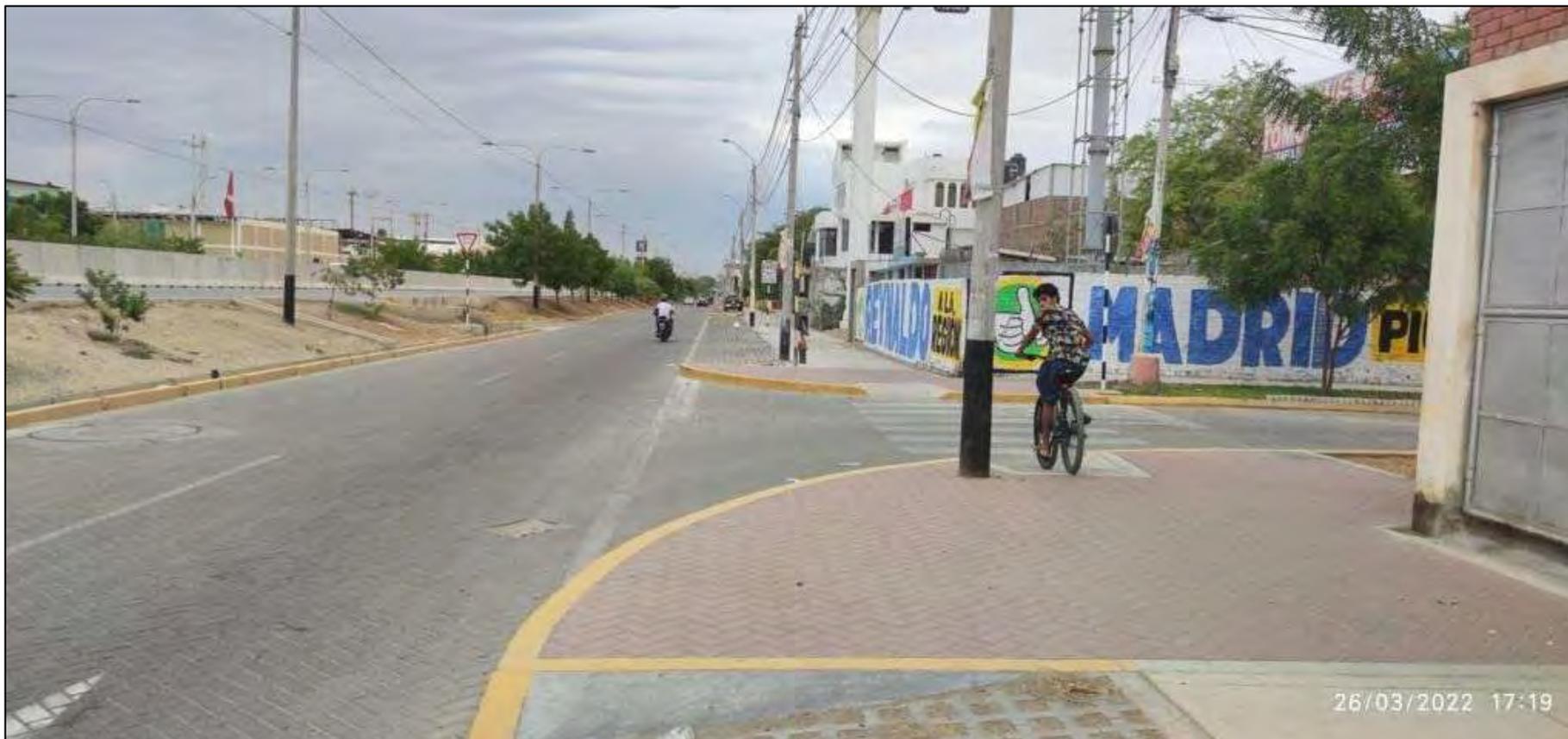
Apéndice F Repartidor de Rappi haciendo delivery en bicicleta



Apéndice G Ciclista transportándose por la vereda destinada para peatones



Apéndice H Ciclista transportándose por la vereda destinada para peatones



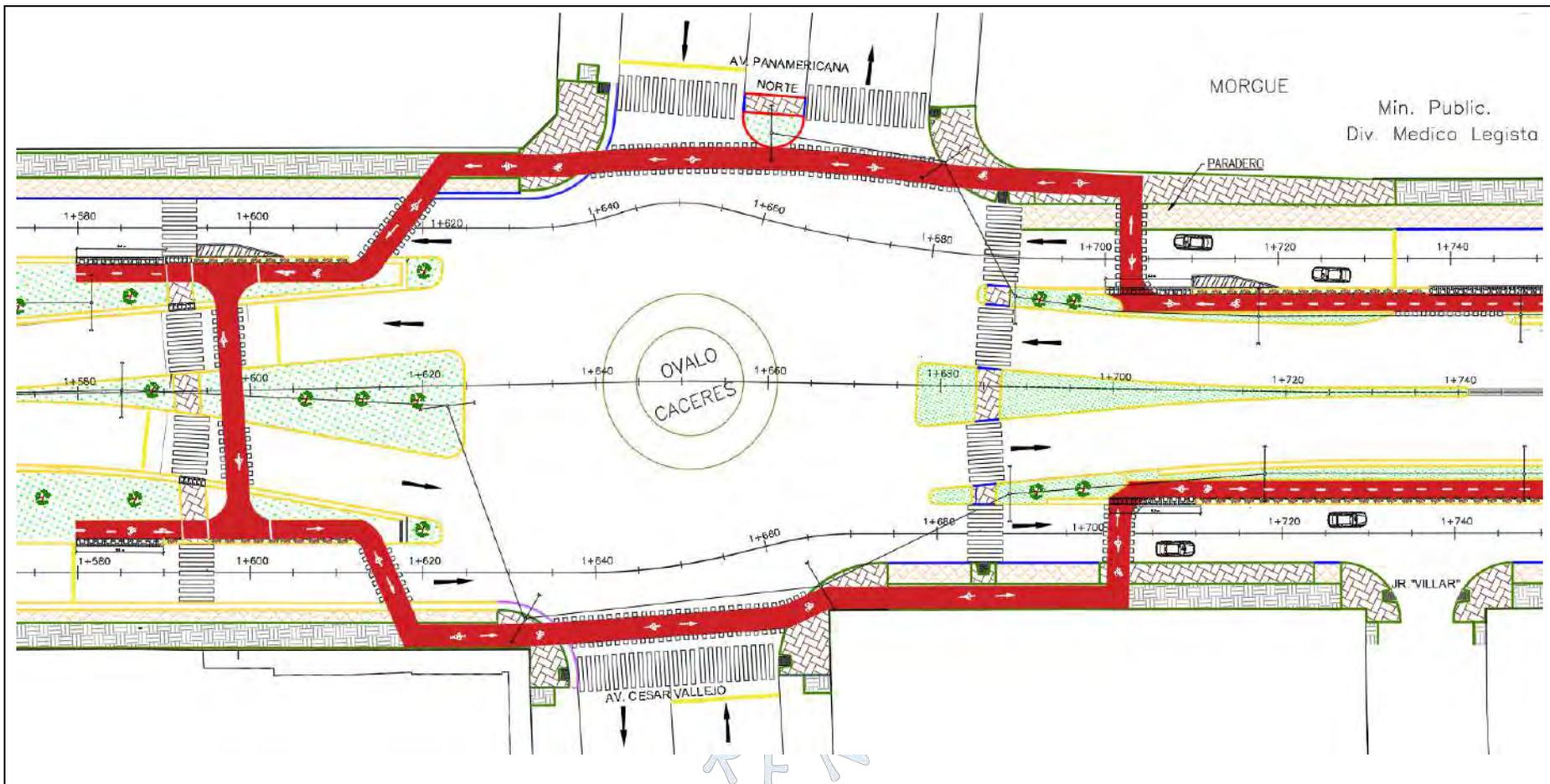
Apéndice I Ciclistas transportándose por la vereda destinada para peatones en el sentido opuesto al carril de la vía

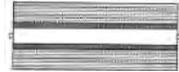
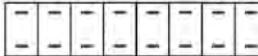


Planos

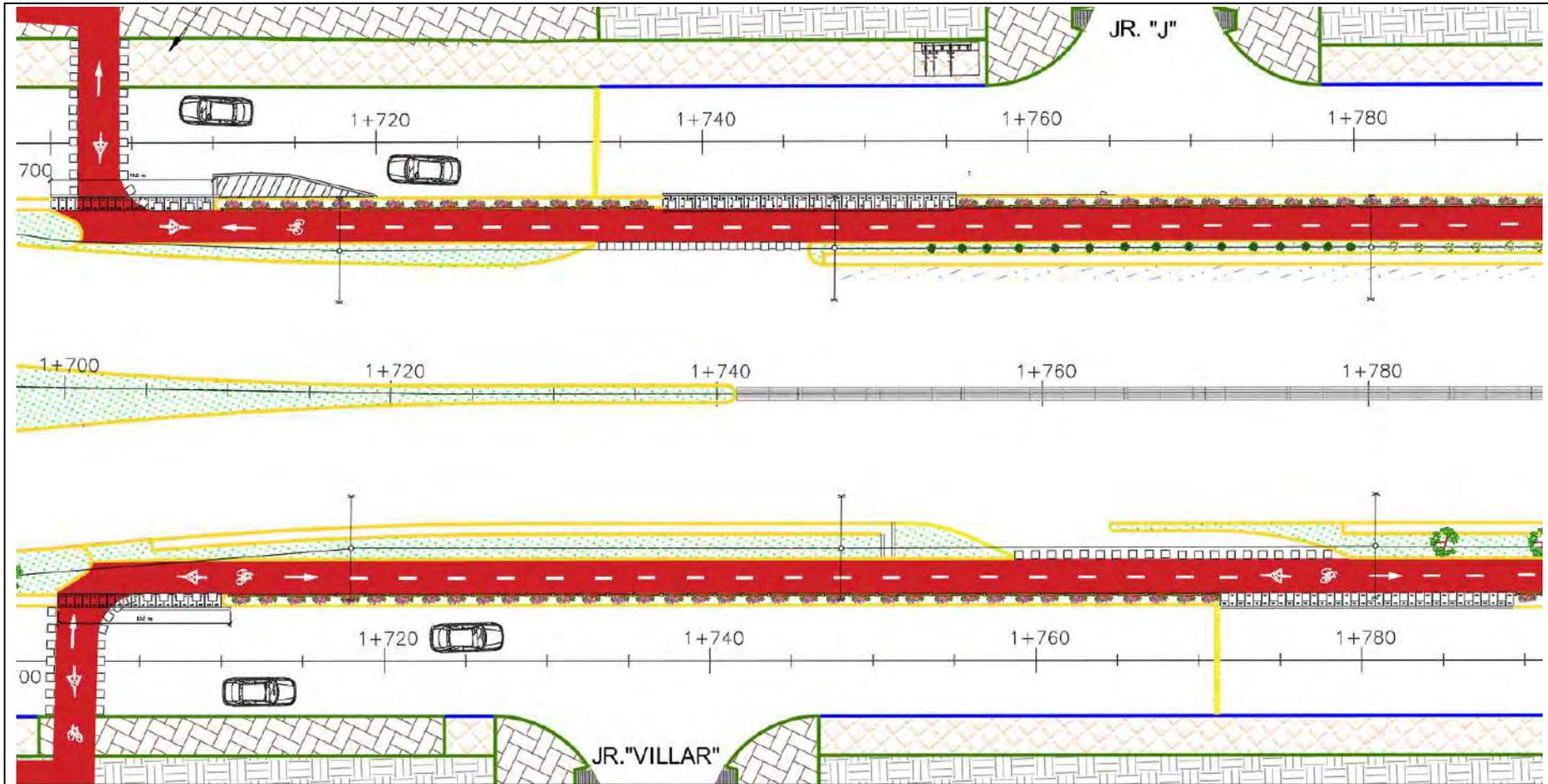


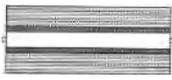
Planos A Trayectoria de la ciclovía diseñada



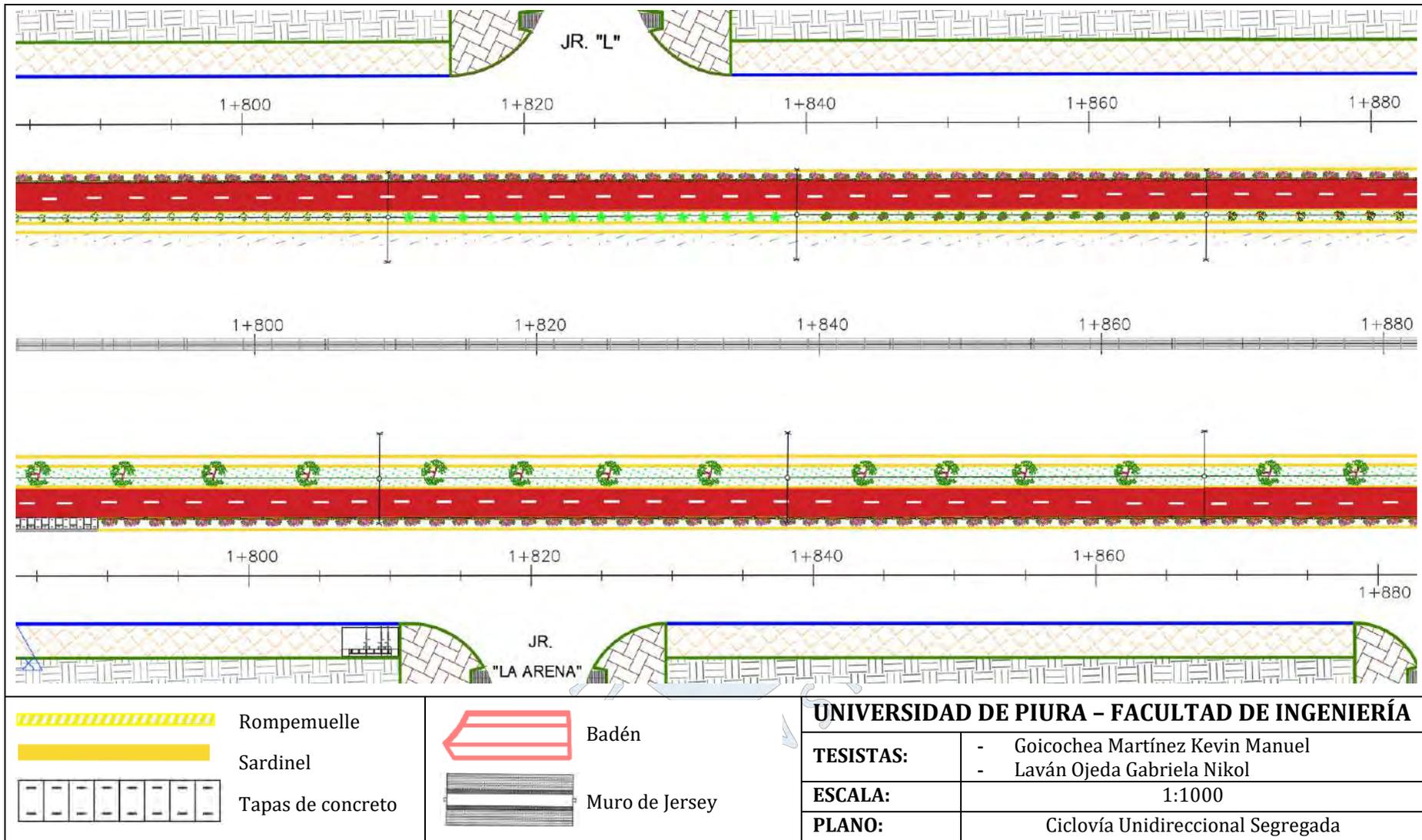
	Rompemuelle		Badén
	Sardinell		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

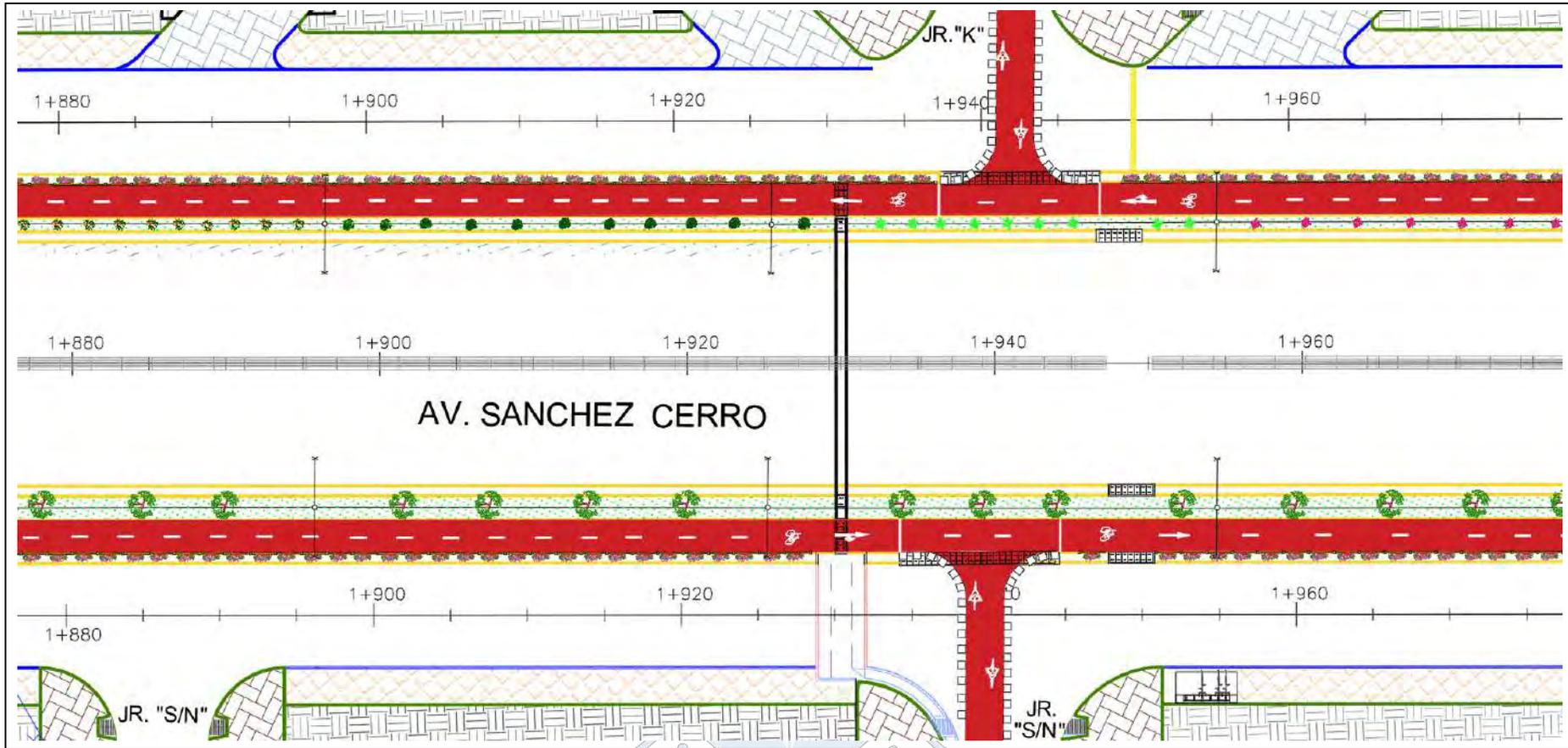
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada



	Rompemuelle		Badén
	Sardinel		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada



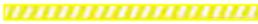


AV. SANCHEZ CERRO

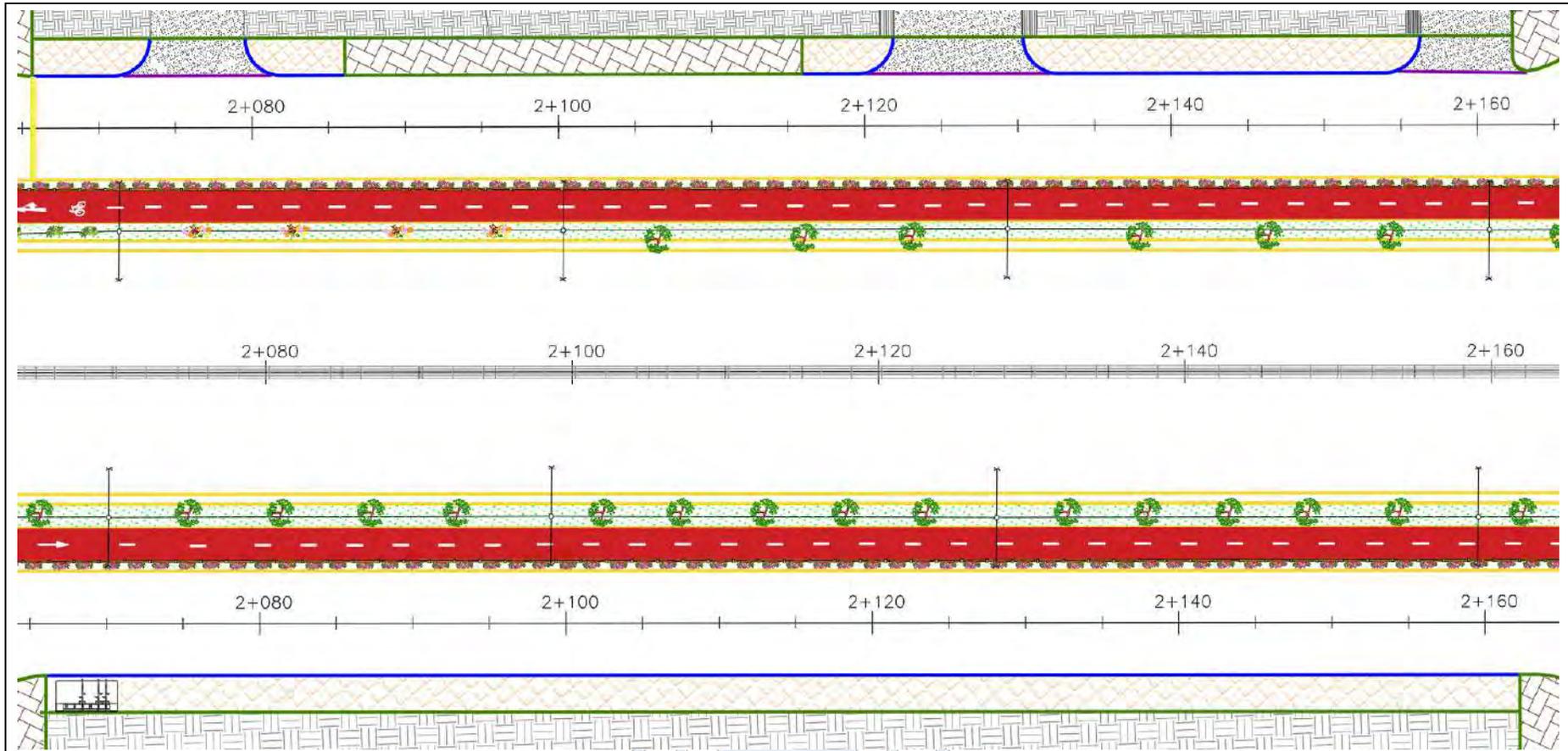
	Rompemuelle		Badén
	Sardinell		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovia Unidireccional Segregada

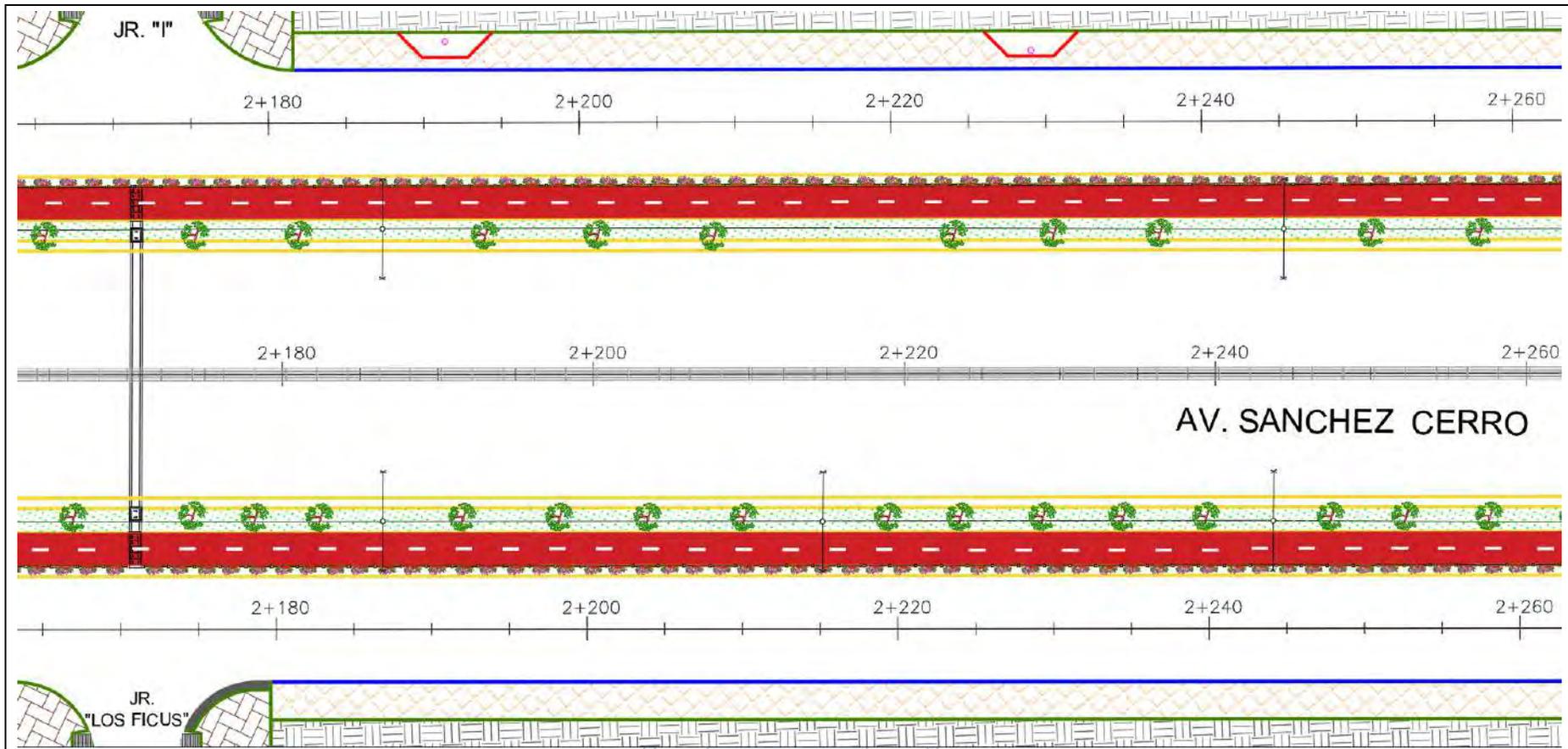


	Rompemuelle		Badén
	Sardinel		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

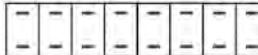
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada

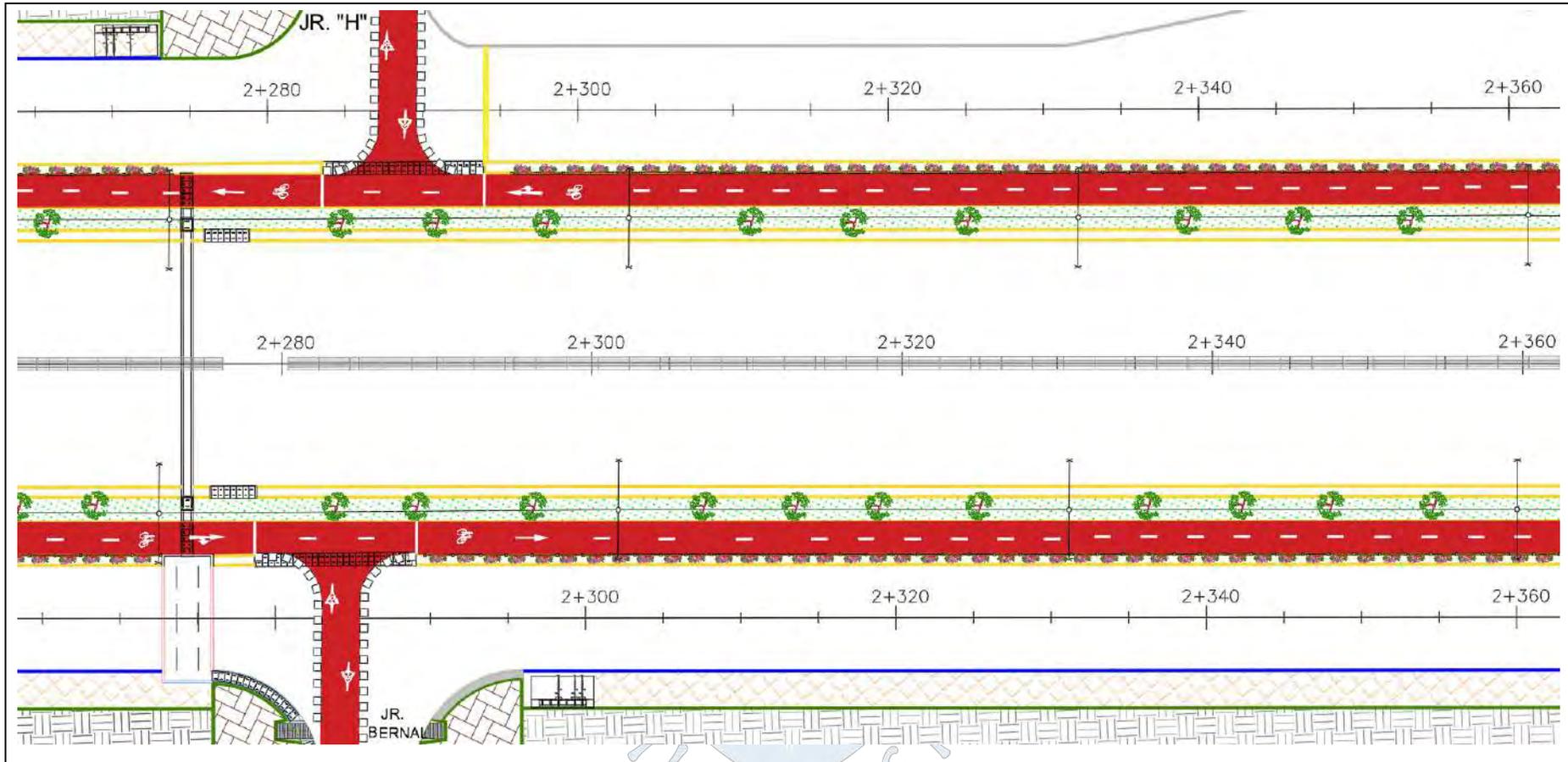


	Rompemuelle		Badén	UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
	Sardinel		Muro de Jersey	TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
	Tapas de concreto			ESCALA:	1:1000
				PLANO:	Ciclovia Unidireccional Segregada



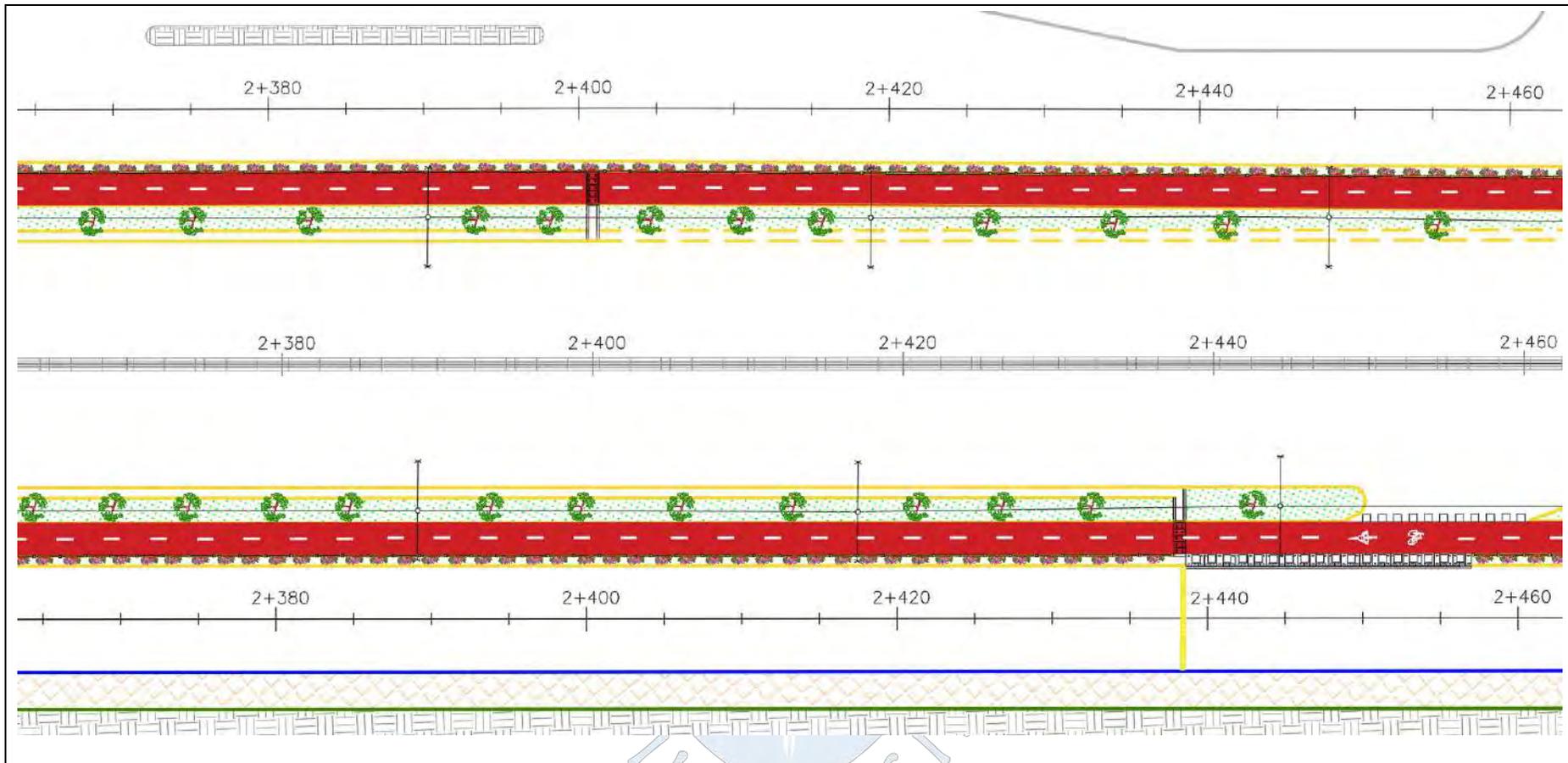
AV. SANCHEZ CERRO

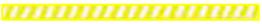
	Rompemuelle		Badén	UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA TESISTAS: - Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol ESCALA: 1:1000 PLANO: Ciclovía Unidireccional Segregada	
	Sardinell		Muro de Jersey		
	Tapas de concreto				

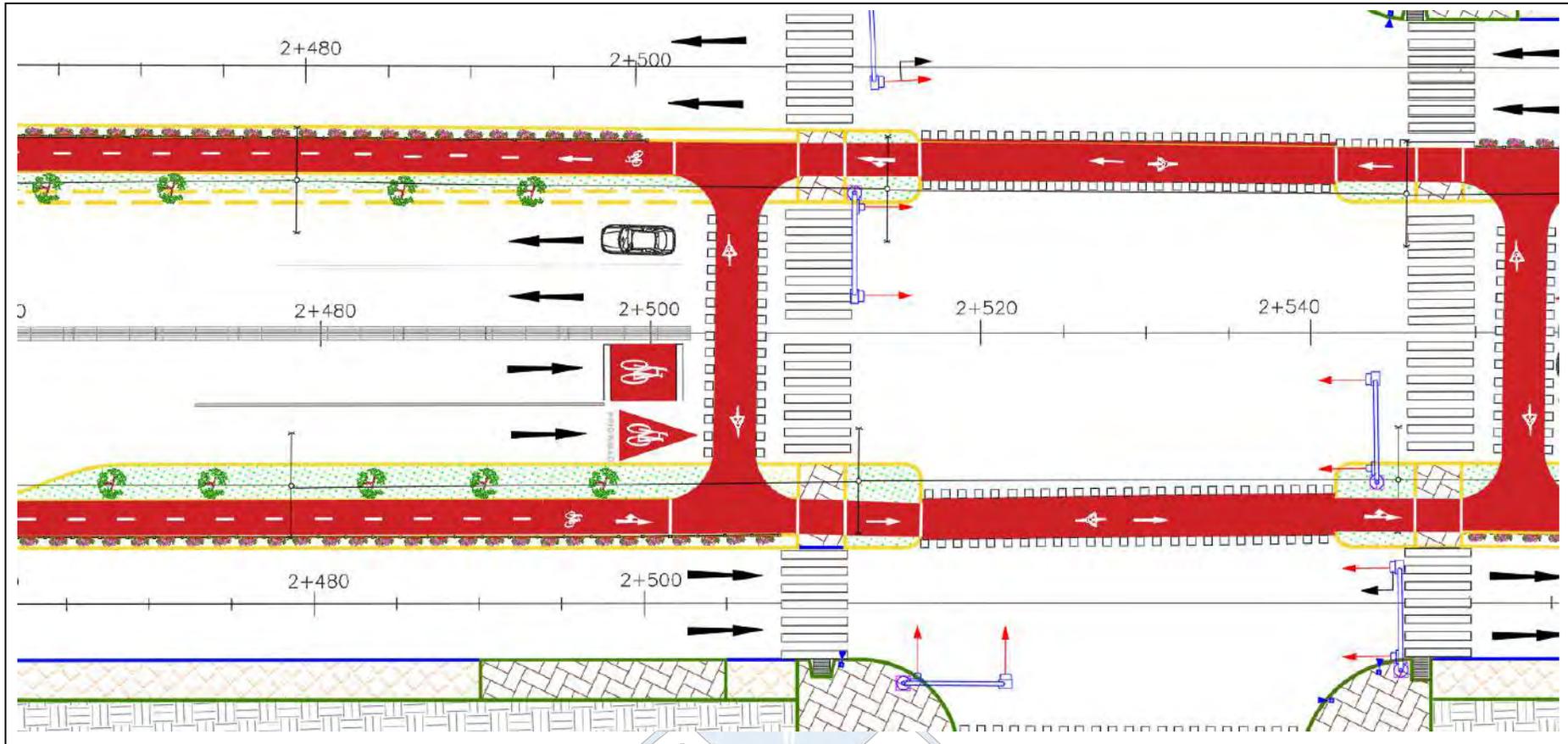


	Rompemuelle		Badén
	Sardinel		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada

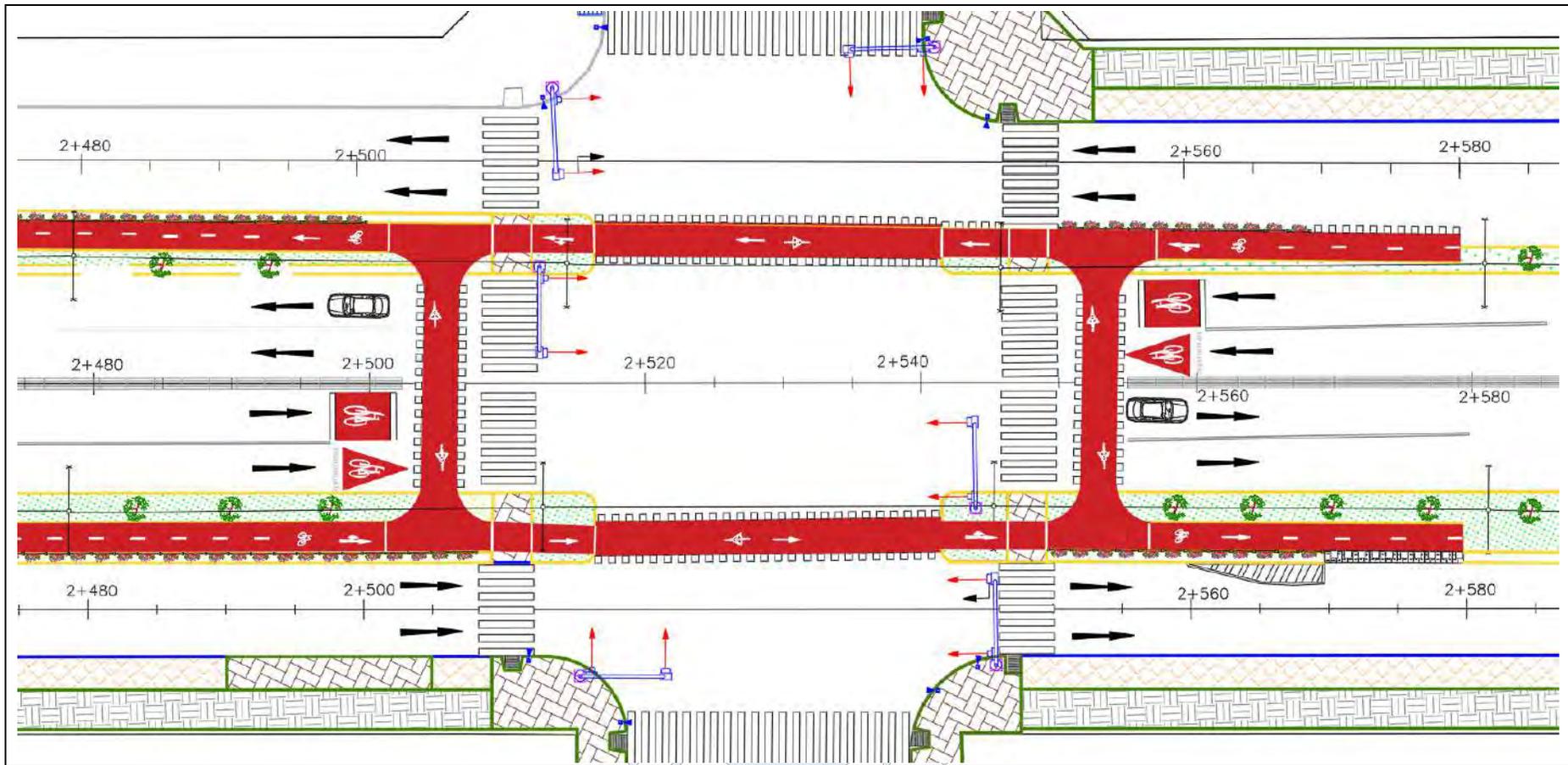


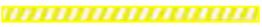
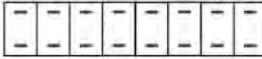
 Rompemuelle  Sardinell  Tapas de concreto	 Badén  Muro de Jersey	UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
		TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
		ESCALA:	1:1000
		PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada



	Rompemuelle		Badén
	Sardinel		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

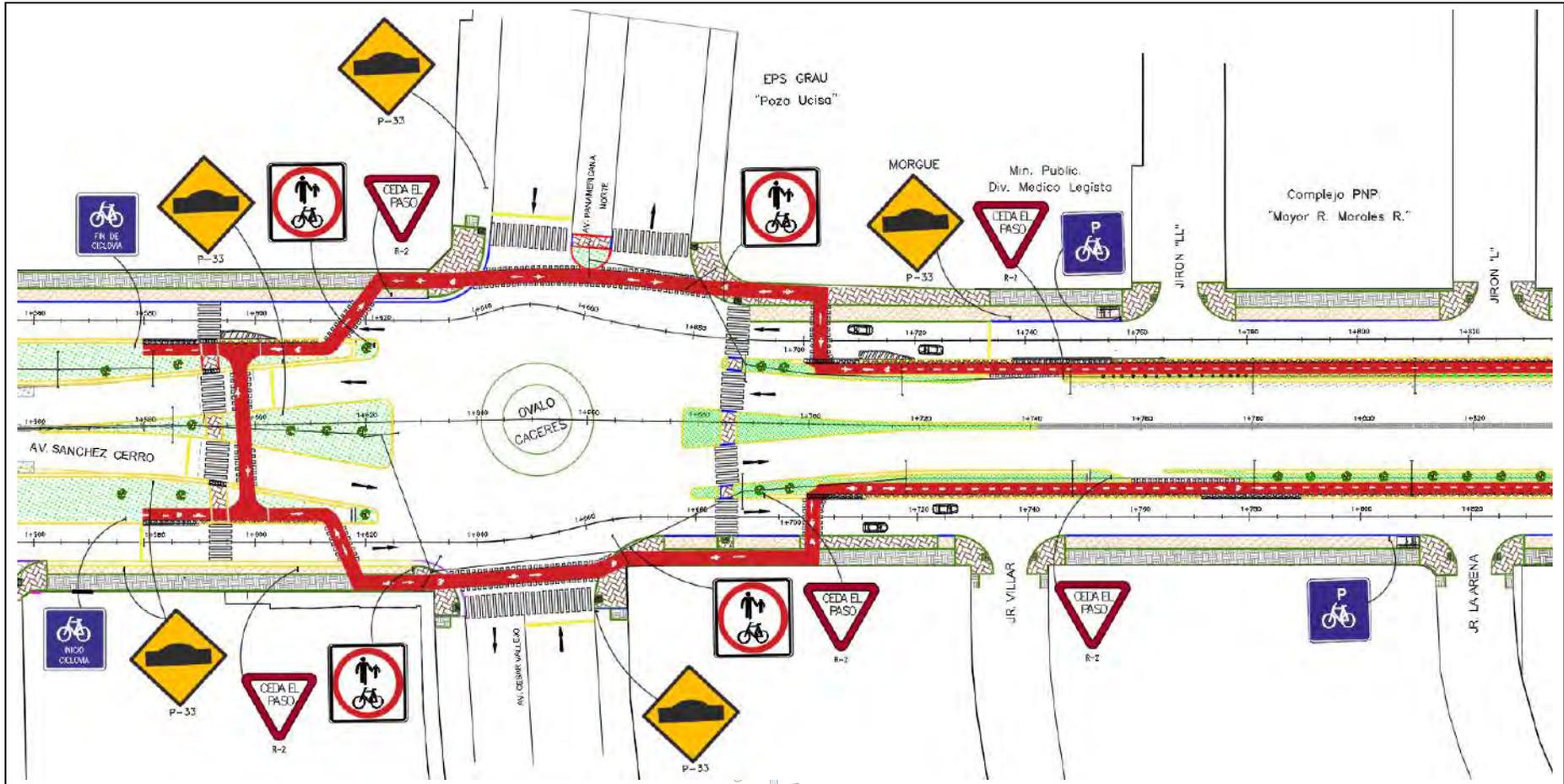
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada



	Rompemuelle		Badén
	Sardinell		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

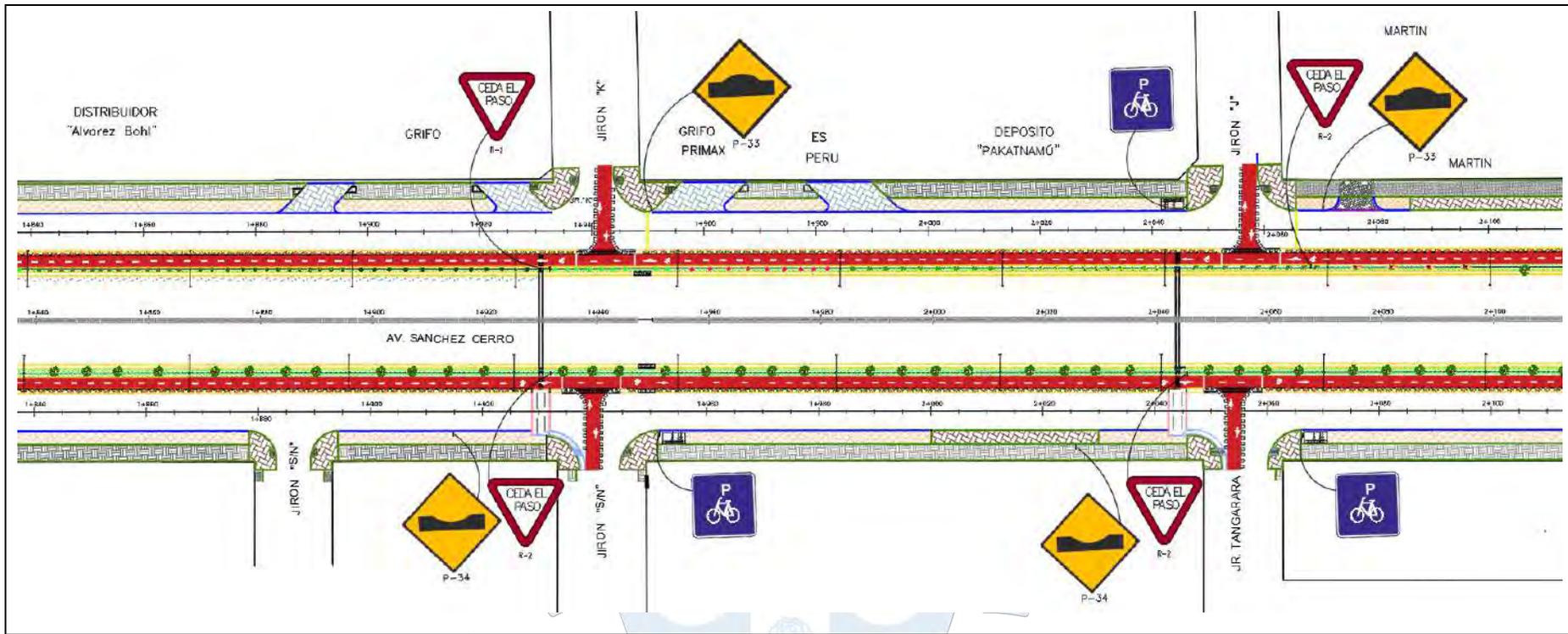
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada

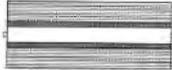
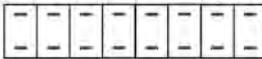
Planos B Señalización de la ciclovía diseñada

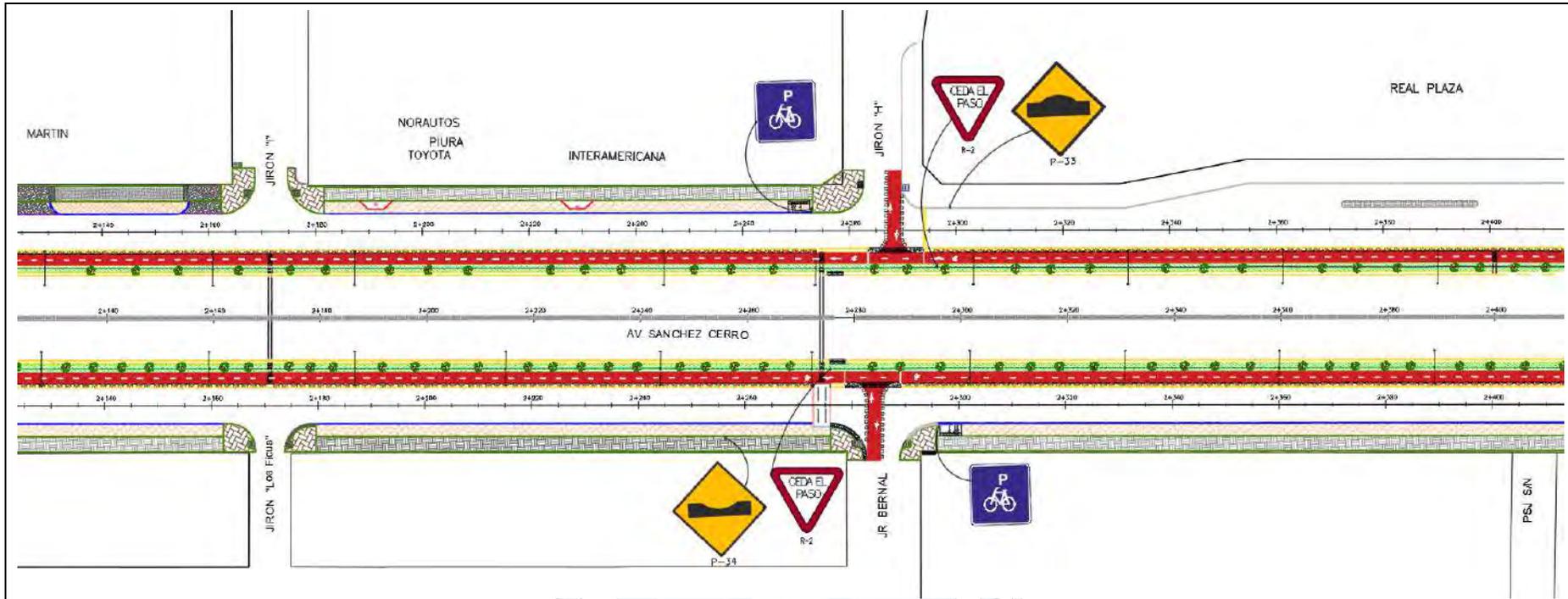


	Rompemuelle		Badén
	Sardinell		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada

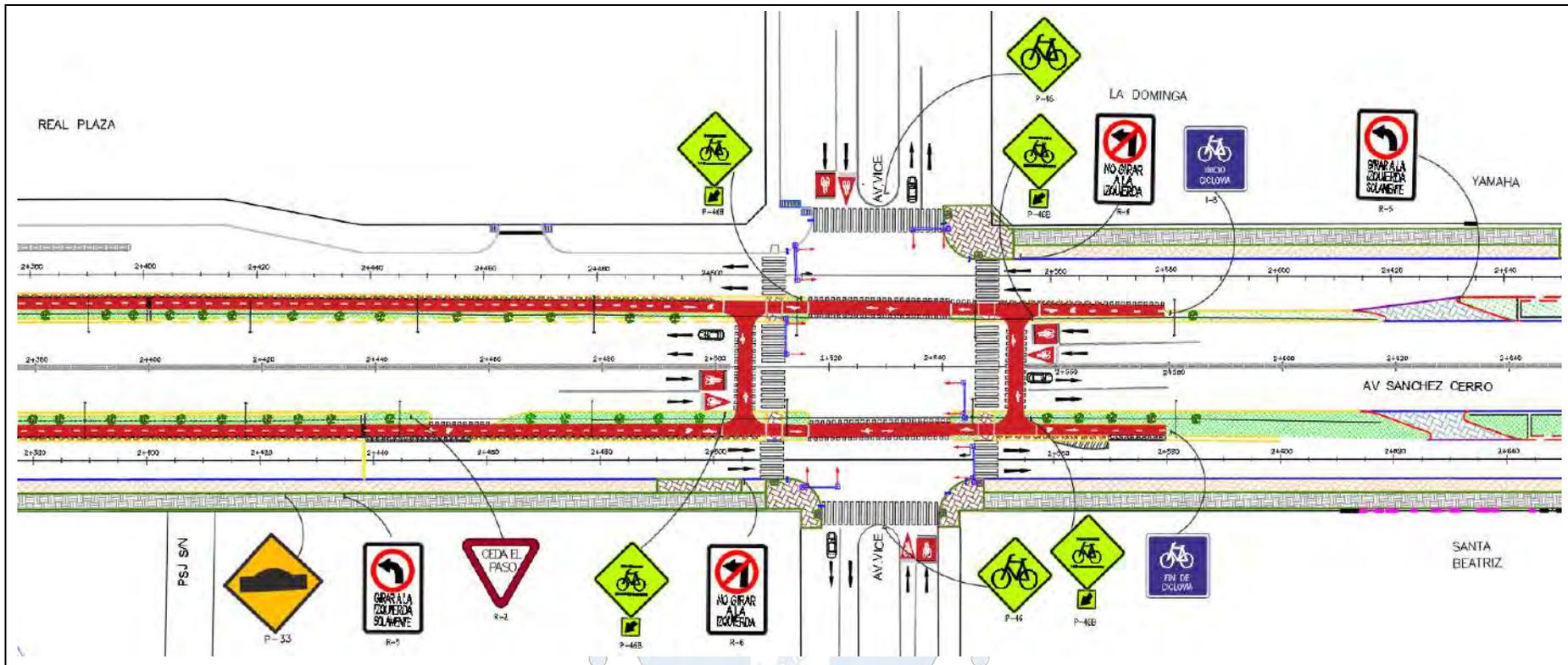


	Rompemuelle		Badén	UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
	Sardinel		Muro de Jersey	TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
	Tapas de concreto			ESCALA:	1:1000
				PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada



	Rompemuelle		Badén
	Sardinell		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada



	Rompemuelle		Badén
	Sardinell		Muro de Jersey
	Tapas de concreto		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Goicochea Martínez Kevin Manuel - Laván Ojeda Gabriela Nikol
ESCALA:	1:1000
PLANO:	Ciclovía Unidireccional Segregada