



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño geométrico para la implementación de una ciclo-
infraestructura en la Av. Tumbes, Tumbes**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Pedro Jorge Rosales Ruiz

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

Piura, octubre de 2022

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS PEDRO ROSALES RUIZ .pdf

RECUENTO DE PALABRAS

18346 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

141 Pages

FECHA DE ENTREGA

Oct 11, 2022 5:23 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

101402 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.3MB

FECHA DEL INFORME

Oct 11, 2022 5:29 PM GMT-5**● 17% de similitud general**

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

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

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



El presente trabajo está dedicado a mis padres, hermanos y a mis abuelos que en todo momento estuvieron presentes con su apoyo incondicional y sus palabras de aliento.



Agradecimiento especial a mi asesor Jorge Araujo Ñopo quien me acompañó a lo largo del proceso con su apoyo y valioso aporte para la elaboración de la investigación.





Resumen

La avenida Tumbes es una de las principales calles de la ciudad que conecta las principales avenidas y en consecuencia se produce un mayor flujo vehicular que en algunos casos provoca congestión, un claro ejemplo se presenta entre el tramo de la av. Tumbes con las intersecciones de la av. Piura y la av. Abad Puell, donde se evidencia la presencia de usuarios que utilizan la bicicleta como vehículo de transporte y que está en incremento con las medidas sanitarias y la nueva normalidad que se presenta a causa de la COVID-19. Para la elaboración de la investigación se desarrolló una propuesta integral de diseño geométrico, que empezó con recopilación bibliográfica tomando como referencia diversas investigaciones anteriores que aporten al análisis, estudio e investigación del tema que se está tratando; posteriormente se realizó la descripción de la zona de estudio y el trabajo en campo que consiste en realizar los diferentes estudios de manera presencial en la zona como; localizar la infraestructura existente, analizar la situación del tráfico en la avenida, teniendo en cuenta los siguientes aspectos; nivel de servicio y de flujo vehicular. Con los datos obtenidos en campo se procede a realizar el análisis de resultados para la elaboración de propuestas de diseño que consiste en plantear dos alternativas para la implementación de una ciclo-infraestructura. La propuesta elegida responde al cumplimiento de características mínimas para la implementación de la ciclo-infraestructura y de la normativa para la sección transversal de la calzada que existe en la avenida. Para finalizar se realizó la simulación de la ciclo-infraestructura utilizando PTV Vissim, software de simulación de tráfico más avanzado y completo a nivel mundial, que permitió probar diferentes diseños de los cruces y optimización de señalamientos.

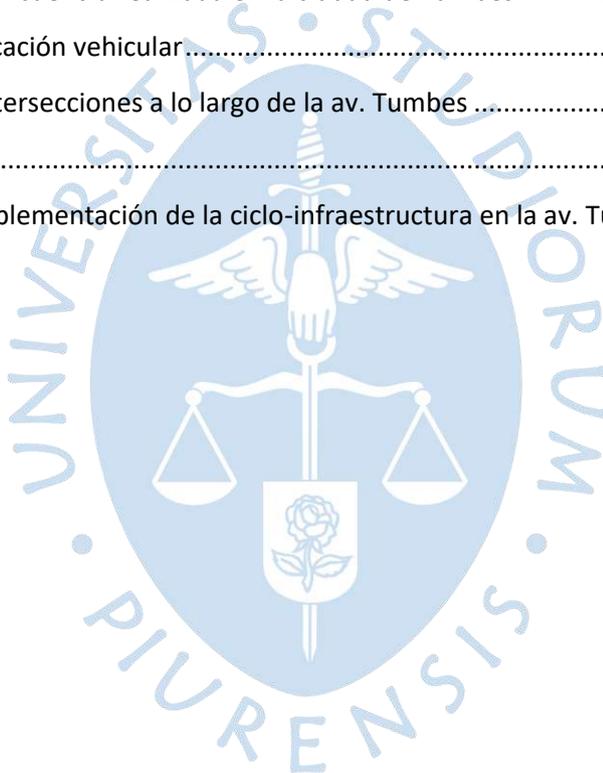


Tabla de contenido

Introducción	19
Capítulo 1	21
Antecedentes de las ciclo-infraestructura	21
1.1 Aumento del uso de la bicicleta por la COVID 19	21
1.2. Ventajas y desventajas del uso de la bicicleta.	22
1.2.1 Ventajas.....	22
1.2.2 Desventajas.....	23
1.3 Antecedentes de ciclo-infraestructuras en el Perú.....	24
1.3.1 Av. Salaverry.....	25
1.3.2. Av. Arequipa.....	27
1.3.3. Malecón de Miraflores.....	28
1.3.4. Av. Colonial	30
1.3.5. Av. Los Jardines	31
1.4 Ciclo-infraestructuras en Latinoamérica.....	31
1.4.1. Bogotá, Colombia.....	31
1.4.2. Santiago, Chile.....	33
1.4.3. Buenos Aires, Argentina.....	34
1.4.4. Curitiba, Brasil	35
Capítulo 2	37
Criterios de diseño ciclo-inclusivo	37
2.1 Parámetros generales de diseño.....	37
2.1.1 El usuario (ciclista)	37
2.1.2 El vehículo, la bicicleta	37
2.1.3 El entorno urbano	39

2.2 Infraestructura ciclo-vial	40
2.2.1 La red ciclo vial	40
2.2.2 Consideraciones de diseño sobre las tipologías	41
2.3 Tipologías de ciclo-infraestructura.....	42
2.3.1 Ciclo-infraestructura no segregada o compartida	42
2.3.2 Ciclo-infraestructura segregada.....	44
Capítulo 3	49
Aspectos técnicos de una ciclovía en la av. Tumbes	49
3.1 Descripción geográfica de la zona.....	49
3.2 Topografía, geografía, clima y acceso	59
3.2.1 Topografía	59
3.2.2 Georreferencia	60
3.2.3 Zonificación y clasificación del uso del suelo	62
3.2.4 Condiciones actuales de la pavimentación de la Av. Tumbes.....	63
3.2.5 Clima.....	65
3.3 Inventario Vial	65
3.4 Estudio de tráfico	67
3.4.1 Estaciones de conteo	67
3.4.2 Factor de corrección estacional	71
3.4.3 Resultados del conteo vehicular	71
3.4.4 Clasificación de la vía	73
Capítulo 4	75
Análisis y presentación de los resultados.....	75
4.1 Elaboración de las propuestas para la implementación de la ciclo-infraestructura.....	75
4.1.1. Propuesta N°1: ciclo-infraestructura segregada en el lado derecho de la vía.....	75
4.1.2 Propuesta N°2: ciclo-infraestructura segregada en berma central	79
4.2 Evaluación, comparación y elección de la mejor propuesta.....	84
4.2.1. Ciclo-infraestructura parcialmente segregada- Propuesta N°1	84
4.2.2. Ciclo-infraestructura segregada- Propuesta N°2	85
Capítulo 5	89
Diseño geométrico	89
5.1 Intersecciones	89

5.1.1 Tratamiento de intersecciones	89
5.2 Señalización	95
5.2.1 Señalización horizontal	95
5.2.2 Señalización vertical	100
5.3 Semaforización	103
5.4 Diseño de ciclo parqueadores	106
Conclusiones	115
Recomendaciones	117
Referencias bibliográficas	119
Apéndices	121
Apéndice 1: Ficha técnica de encuesta realizada en la ciudad de Tumbes	123
Apéndice 2: Estudio de clasificación vehicular	124
Apéndice 3: Gráficos de las intersecciones a lo largo de la av. Tumbes	127
Planos	133
Planos 1: Plano general de implementación de la ciclo-infraestructura en la av. Tumbes	135





Lista de tablas

Tabla 1. Causas principales del no uso de la bicicleta en la ciudad de Tumbes.	24
Tabla 2. Dimensiones básicas por tipo de bicicletas.	38
Tabla 3. Calles y/o avenidas que interceptan a la Av. Tumbes en el distrito de Tumbes.	52
Tabla 4. Puntos de control geodésico.	61
Tabla 5. Usos compatibles en zona vivienda-taller (I1R).	63
Tabla 6. Pendientes a lo largo de la av. Tumbes.	66
Tabla 7. Características de los tramos de la av. Tumbes.	66
Tabla 8. Ubicación de estaciones de conteo.	67
Tabla 9. Ubicación de estaciones de conteo.	69
Tabla 10. Factor de corrección de noviembre.	71
Tabla 11. Conteo vehicular EP-01.	71
Tabla 12. Porcentajes de los tipos de vehículos que transitan por la av. Tumbes.	72
Tabla 13. Conteo vehicular EP-02.	72
Tabla 14. Porcentajes de los tipos de vehículos que transitan por la av. Tumbes.	72
Tabla 15. Conteo vehicular EP-03.	73
Tabla 16. Porcentajes de los tipos de vehículos que transitan por la av. Tumbes.	73
Tabla 17. Características de una carretera de primera clase.	74
Tabla 18. Datos de la Propuesta N°1.	77
Tabla 19. Velocidad promedio alcanzada por vehículos ligeros y pesados según la distancia recorrida.	80
Tabla 20. Datos de la Propuesta N°2.	81
Tabla 21. Descripción de elementos y clasificación.	86

Tabla 22. Cuadro comparativo de propuestas.	88
Tabla 23. Criterios mínimos de diseño.....	90
Tabla 24. Viraje en intersecciones semaforizadas.	91
Tabla 25. Señales Reglamentarias.	100
Tabla 26 Señales Informativas.....	100



Lista de figuras

Figura 1 Red de ciclo-infraestructura de Lima Metropolitana	25
Figura 2. Ciclo-infraestructura en av. Salaverry	26
Figura 3. Ciclo-infraestructura en av. Salaverry.	26
Figura 4. Ciclo-infraestructura en av. Arequipa.	27
Figura 5. Rehabilitación de la ciclo-infraestructura en la av. Arequipa.	28
Figura 6. Ciclo-Infraestructura en Malecón de Miraflores.	29
Figura 7. Ciclo parqueador modelo U invertido.	29
Figura 8. Ciclo parqueador modelo círculo.	30
Figura 9. Ciclo-infraestructura en av. Colonial.	30
Figura 10. Ciclo-Infraestructura en av. Los Jardines.	31
Figura 11. Ciclo-infraestructura en Bogotá, Colombia.	32
Figura 12. Ciclo parqueador modelo onda en Bogotá, Colombia.	33
Figura 13. Ciclo parqueador modelo tostador en Bogotá, Colombia.	33
Figura 14. Ciclo-infraestructura en Santiago de Chile.	34
Figura 15. Ciclo-infraestructura en Buenos Aires, Argentina.	34
Figura 16. Ciclo-infraestructura en Curitiba, Brasil.	35
Figura 17. Usuario y modelo de bicicleta de uso urbano.	38
Figura 18. Bicicleta de carga tipo Bullit.	38
Figura 19. Segregación e integración según velocidad e intensidad de tráfico.	41
Figura 20. Vía compartida de un carril.	43
Figura 21. Vía de más de un carril y uno de ellos de carril compartido.	43
Figura 22. Esquema de ciclo carril.	44
Figura 23. Esquema de ciclovía unidireccional.	45

Figura 24. Esquema de ciclo vía bidireccional.	46
Figura 25. Ciclo acera unidireccional (Copenhague).	46
Figura 26. Ciclo senda bidireccional en corredor verde (Lima).	47
Figura 27. Mapa político del Perú.	49
Figura 28. Mapa del departamento de Tumbes.	50
Figura 29. Mapa de los distritos de Tumbes.	50
Figura 30. Av. Tumbes en la ciudad de Tumbes.	51
Figura 31. Zona de estudio para implementación de la infraestructura.	51
Figura 32. Información de la av. Tumbes.	52
Figura 33. Calles y/o avenidas que interceptan a la av. Tumbes.	53
Figura 34. Intersección calle Miguel Grau.	54
Figura 35. Intersección av. Piura.	54
Figura 36. Intersección calle Abad Puell.	55
Figura 37. Intersección av. Mayor Novoa.	56
Figura 38. Intersección av. 24 de Julio.	56
Figura 39. Intersección calle José Olaya.	57
Figura 40. Intersección calle José Olaya.	58
Figura 41. Intersección av. La Marina.	58
Figura 42. Topografía calle Miguel Grau.	59
Figura 43. Topografía av. Piura.	59
Figura 44. Topografía av. La Marina.	60
Figura 45. Ubicación de los puntos GPS01 y GPS02.	60
Figura 46. Información del punto GPS01.	61
Figura 47. Información del punto GPS02.	61
Figura 48. Clasificación del uso del suelo.	62
Figura 49. Deterioro de la av. Tumbes en la intersección con la calle Abad Puell.	64
Figura 50. Berma central y presencia de árboles en la av. Tumbes.	64
Figura 51. Presencia de árboles y áreas verdes.	65
Figura 52. Ubicación de las estaciones de conteo.	68

Figura 53. Leyenda tipo de vehículos.	70
Figura 54. Clasificación por demanda.	76
Figura 55. Espacio de seguridad.	76
Figura 56. Tipos de bolardos.	77
Figura 57. Av. Tumbes-sección actual.	78
Figura 58. Propuesta N°1.	78
Figura 59. Av. Tumbes-Propuesta N°1.	79
Figura 60. Ancho de ciclo-infraestructura bidireccional con sardinel mayor a 0.10 m.	81
Figura 61. Propuesta N°2.	82
Figura 62. Av. Tumbes-sección actual.	82
Figura 63. Av. Tumbes-Propuesta N°2.	83
Figura 64. Modelo Propuesta N°2 en la ciudad de Lima.	83
Figura 65. Paradero ubicado en la intersección con calle Abad Puell.	84
Figura 66. Estacionamiento de autos en la parte central de la vía.	85
Figura 67. Pirámide de la movilidad.	89
Figura 68. Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones.	90
Figura 69. Línea de deseo vs ruta obligada.	91
Figura 70. Ejemplo de cajón bici.	92
Figura 71. Ciclovía en cruce con avenida en una dirección.	93
Figura 72. Movimiento del ciclista al girar a la izquierda.	93
Figura 73. Modelación en Vissim PTV de ciclovía en cruce con avenida en una dirección.	94
Figura 74. Modelación en Vissim PTV del movimiento del ciclista al girar a la izquierda.	94
Figura 75. Flechas que indican sentido de circulación.	96
Figura 76. Modelación en Vissim de flechas que indican sentido de circulación.	96
Figura 77. Demarcación de línea discontinua en ciclovía bidireccional.	97
Figura 78. Modelación en Vissim de la demarcación de línea discontinua en ciclovía bidireccional.	97
Figura 79. Señal de PARE en las intersecciones.	98
Figura 80. Modelación en Vissim de la Señal de PARE en las intersecciones.	98
Figura 81. Demarcación cajón bici.	99

Figura 82. Modelación en Vissim de la demarcación cajón bici.	99
Figura 83. Modelación en Vissim de la señal R-1: PARE.	101
Figura 84. Modelación en Vissim de la señal R-6: Prohibido voltear a la izquierda.	102
Figura 85. Modelación en Vissim de la señal R-10: Prohibido voltear U.	102
Figura 86. Modelación en Vissim de la señal I-18: Ciclovía.	103
Figura 87. Ejemplo de ubicación de semáforo para bicicleta.	104
Figura 88. Modelación en Vissim de la ubicación de semáforos para bicicleta.	104
Figura 89. Semáforo para bicicleta independiente.	105
Figura 90. Semáforos para bicicletas.	105
Figura 91. Modelación en Vissim de semáforo para bicicletas.	106
Figura 92. Ciclo parqueador de diseño U invertida.	107
Figura 93. Modelación en Vissim de ciclo parqueador de diseño U invertida.	108
Figura 94. Ubicación de ciclo parqueador en la calle Tacna.	109
Figura 95. Zona para estacionamiento de bicicleta en la calle Tacna.	109
Figura 96. Modelación en Vissim de la zona para estacionamiento de bicicleta en la calle Tacna.	110
Figura 97. Ubicación de ciclo parqueador en la av. 24 de Julio.	110
Figura 98. Zona para estacionamiento de bicicleta en la av. 24 de Julio.	111
Figura 99. Modelación en Vissim de la zona para estacionamiento de bicicleta en la av.24 de Julio.	111
Figura 100. Ubicación de ciclo parqueador en la av. Tumbes.	112
Figura 101. Zona para estacionamiento de bicicleta en la av. Tumbes.	112
Figura 102. Modelación en Vissim de la zona para estacionamiento de bicicleta en la av. Tumbes.	113
Figura 103. Ubicación de ciclo parqueador en la av. La Marina.	113
Figura 104. Zona para estacionamiento de bicicleta en la av. La Marina.	114
Figura 105. Modelación en Vissim de la zona para estacionamiento de bicicleta en la av. La Marina.	114

Introducción

La gran cantidad de vehículos en las ciudades causan problemas de tráfico, medio ambiente y salud en las personas. De esta manera, las bicicletas se han convertido en un estilo de transporte económico, saludable y eficaz; por lo tanto, desarrollar una propuesta técnica que permita una adecuada implementación de una ciclo-infraestructura es fundamental, ya que ofrece resultados positivos para el ecosistema, disminución de los tiempos de viaje y en los siniestros de tránsito, además de la mejora en el bienestar de los habitantes.

Con el Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19, gran parte de los derechos de tránsito de la población fueron restringidos para evitar la propagación del virus. Las medidas impuestas han impactado en la movilidad y en el transporte de las personas, muestra de ello es la operación de las unidades del transporte público al 50% de su capacidad.

No obstante, persiste la necesidad de movilizarse, por esta razón resulta necesario generar estrategias de corto y largo plazo que permitan a la población realizar sus desplazamientos de manera segura y manteniendo el distanciamiento social.



Capítulo 1

Antecedentes de las ciclo-infraestructura

1.1 Aumento del uso de la bicicleta por la COVID 19

Cuando el país comenzó a retomar actividades, se incentivó el uso de bicicletas para reemplazar el uso de autobuses, vehículos colectivos o cualquier tipo de transporte que pueda promover la propagación del COVID-19.

Desde Alemania hasta Perú, los ciclistas intentan aprovechar esta oportunidad para ganar más ciclovías o ampliar las ya existentes.

Morton Kabell, copresidente de la Federación Ciclista Europea, dijo que crear espacio para bicicletas "es un paso esencial si queremos que nuestra ciudad funcione bien".

Los países se mueven en esta dirección a diferentes velocidades; en Berlín, pintaron franjas amarillas en algunas calles para abrir carriles para bicicletas, los departamentos pertinentes declararon que utilizan el concepto de medidas de "planificación táctica", que implican sencillez y bajo costo reversibles, pero que pueden tener un impacto inmediato.

Otras ciudades como Lima, Barcelona y Milán tienen iniciativas similares, prevén ampliar los carriles bici y quitar espacio a los autos en calles y aparcamientos.

En los Estados Unidos, ciudades como Oakland, San Francisco y Nueva York han cerrado algunas calles para prohibir el tráfico de automóviles y solo permiten el ingreso de corredores y bicicletas.

Además de otras medidas para prevenir la propagación del virus, el gobierno peruano prohibió los vehículos motorizados los domingos excepto emergencias, lo que provocó que los ciclistas se asentaran en las calles y avenidas, que antes no optaban por entrar en bicicleta a la ciudad. Este aumento también se ve reflejado en diferentes departamentos del Perú, incluido la ciudad de Tumbes.

1.2. Ventajas y desventajas del uso de la bicicleta.

1.2.1 Ventajas

Se tomará las circunstancias actuales en la que el Perú y el mundo atraviesa en estos momentos para definir las nuevas ventajas tomando como inicio la siguiente pregunta; ¿Por qué la bicicleta es tan importante en medio de la pandemia?.

Distanciamiento social y COVID-19

En las actuales circunstancias, el distanciamiento social es la nueva normalidad y si le adicionamos la movilidad sostenible, la bicicleta permite cumplir ambos requisitos.

Un estudio de la Universidad de Harvard predijo que el contagio de la infección de la COVID-19 hasta 2025. El estudio fue publicado en la revista Science y advirtió que esta forma de autocuidado podría tardar hasta el año 2022; en este escenario la bicicleta juega un papel importante que es contemplado por la misma Organización Mundial de la Salud (OMS).

Además, el uso de la bicicleta cuenta con otras ventajas.

Beneficio al impacto ambiental

La bicicleta no necesita de combustible, por esta razón no emite gases de efecto invernadero, siendo amigable al medio ambiente porque no contamina, solo consume energía humana y no genera ruido, mejorando la calidad de vida ambiental.

Disminuir el tráfico vehicular

En la ciudad es común observar una cantidad elevada de tráfico vehicular, ya sea por diferentes motivos (mal diseño de pavimento, mal estudio de tráfico, la forma de manejo del conductor), la bicicleta evita debido a su composición liviana, la aglomeración en zonas donde es muy común que automóviles no puedan circular con facilidad.

Fomenta la salud

La práctica de deporte y mantenerse activos tiene como consecuencia que las personas se mantengan saludables. El uso de la bicicleta sirve como medio para lograr un bienestar corporal.

- Reduce el riesgo de sufrir un infarto.
- Ayuda a quemar calorías.
- Protege las articulaciones.
- Fortalece el sistema inmunológico.
- Ayuda a dormir mejor.

1.2.2 Desventajas

El uso de la bicicleta también tiene algunas desventajas:

Tiempo de traslado

No hay duda de que la velocidad de los vehículos motorizados hacia el destino es mucho más rápida, las personas no usan bicicleta debido a que les toma más tiempo llegar a su destino y prefieren ahorrar el tiempo usando uno de mayor velocidad.

Clima de la ciudad

Cuando se trata de la ciudad de Tumbes, es sin duda la principal desventaja que la población puede reconocer: el calor.

Como todos sabemos, Tumbes está ubicada en la parte norte del país y también es conocida como la "Ciudad del Eterno Verano", debido a la presencia del sol la mayor parte del año con gran intensidad.

Muchas personas están totalmente en desacuerdo con el uso de la bicicleta porque no quieren sudar y llegar desarreglados a donde tengan que ir, generando incomodidad.

Siniestros en las vías vehiculares

El caos vehicular en la ciudad siempre va acompañado de diferentes tipos de siniestro, ya sea leve o grave, donde la bicicleta posee menos seguridad ante choques.

Inseguridad ciudadana

Es inevitable no sentirse seguro ante el crecimiento de los robos y asaltos, sin contar que no existen estacionamientos para bicicletas para que los ciclistas puedan realizar otras actividades luego de llegar a su destino.

Estas desventajas se pueden observar en la siguiente tabla que es resultado de una encuesta que se realizó de forma aleatoria a hombres y mujeres de 18-50 años residentes en la ciudad de Tumbes que transitaban por la avenida y de manera virtual mediante las redes sociales (Facebook, Instagram) entre los días 11-15 de enero del presente año (2021) con un margen de error del 4% (Anexo 1). La encuesta tiene como principal objetivo medir las diferentes desventajas que se pueden encontrar al usar la bicicleta como medio de transporte en la ciudad (Tabla 1).

Tabla 1. Causas principales del no uso de la bicicleta en la ciudad de Tumbes.

Cantidad de personas que no usan bicicleta como vehículo de transporte en la ciudad de Tumbes entre 18-50 años.	Siniestros	Calor	Inseguridad	Baja velocidad	Mal Diseño de vías	No cuentan con un Bicicleta
	30%	30%	20%	10%	10%	5%

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Antecedentes de ciclo-infraestructuras en el Perú

La mayor cantidad de ciclovías en el país se encuentran en la capital, por lo que se hace un recuento de las ciclo-infraestructuras principales que recorre la ciudad dependiendo el estado de la ciclovía, además de las nuevas ciclo-infraestructura que se inauguraron.

Lima proyecta en el año 2020 construir 147.00 km. (Figura 1) de ciclovías con una inversión de S/ 102 millones que se sumaran a los 214 de kilómetros de infraestructura que actualmente existen en Lima Metropolitana.

Con esto se busca ampliar la red de ciclo-infraestructura de la ciudad y aproximarse a los 1.110 kilómetros que recomienda un estudio del Banco Mundial.

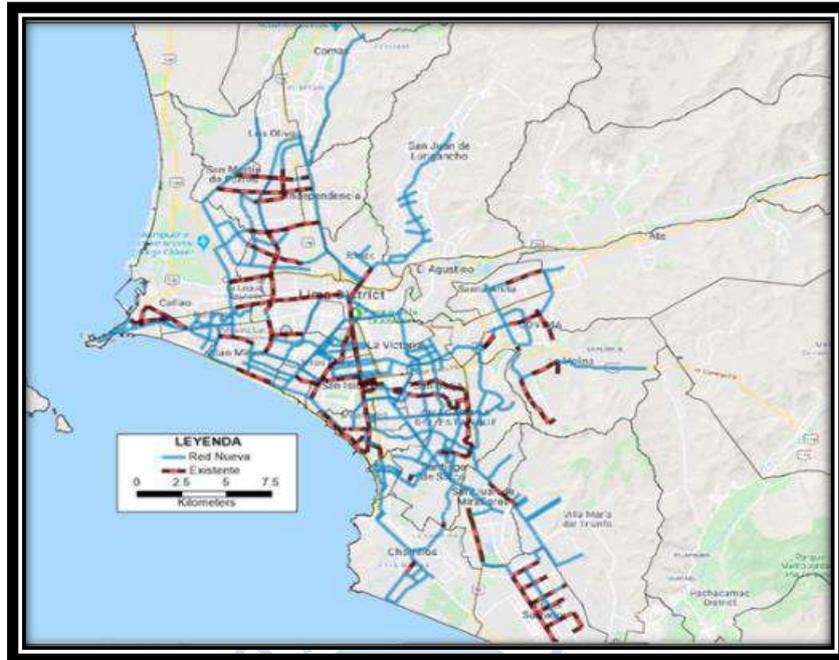


Figura 1 Red de ciclo-infraestructura de Lima Metropolitana.

Fuente: Google Maps.

1.3.1 Av. Salaverry

La ciclo-infraestructura de la av. Salaverry posee una extensión de 4.80 km y un ancho de 4.00 m, teniendo acceso en ambas direcciones que corresponde a la av. 28 de Julio hasta la av. Ejército conectando los distritos de Jesús María, Lince y San Isidro.

La ciclo-infraestructura se encuentra segregada en la berma central con la presencia de sardineles peraltados y además posee zonas de descanso (Figura 2).

La Municipalidad de Lima realizará la rehabilitación del pavimento y sardineles, además de implementar estacionamientos para bicicletas, bancas, tachos y semáforos para ciclistas (Figura 3).



Figura 2. Ciclo-infraestructura en av. Salaverry

Fuente: Google Maps.

REHABILITACIÓN DE CICLOVÍA

Av. Salaverry

La Municipalidad de Lima llevará a cabo la rehabilitación de la ciclovia de la Av. Salaverry, desde la Av. Del Ejército hasta la Av. 28 de Julio.

TRABAJO:

- 🌿 Rehabilitación del pavimento de la ciclovia y sardineles
- E Implementación de estacionamiento para bicicletas
- ↔ Equipos de gimnasio
- 🚦 Semáforos para ciclistas
- 🚗 Bolardos, bancas y tachos

Periodo de ejecución: 90 días
Monto de la obra: S/2'665,795.70



AV. DEL EJÉRCITO
AV. SALAVERRY
AV. 28 DE JULIO



MUNICIPALIDAD DE
LIMA

Figura 3. Ciclo-infraestructura en av. Salaverry.

Fuente: Municipalidad de Lima (2020).

1.3.2. Av. Arequipa

Esta ciclo-infraestructura cuenta con una longitud de 6 km y con un ancho promedio de 2.70 m, se encuentra al interior de una berma central que conecta los distritos de Miraflores, San Isidro, Lince y Lima. A los costados de la ciclovía se encuentra dos carriles en ambos sentidos donde el flujo de automóviles es alto, por lo que esta ciclovía es de tipo segregada con ayuda de sardineles peraltados y sumergidos (Figura 4).

La ciclo-infraestructura presenta desgaste en la superficie, desniveles, agrietamientos, huecos y otros daños a lo largo del pavimento por las condiciones climáticas según el diagnóstico realizado por la Municipalidad de Lima por lo cual en el mes de diciembre del año 2020 se inició con los trabajos de rehabilitación de la emblemática ciclo-infraestructura.

Los trabajos también comprenden la instalación de estacionamientos, módulos de reparación de bicicleta y mini gimnasios, además se implementarán semáforos para ciclistas (Figura 5).



Figura 4. Ciclo-infraestructura en av. Arequipa.

Fuente: Municipalidad de Lima (2018).



Figura 5. Rehabilitación de la ciclo-infraestructura en la av. Arequipa.

Fuente: Municipalidad de Lima (2020).

1.3.3. Malecón de Miraflores

Se encuentra ubicada en el distrito de Miraflores con una longitud de 4.95 km y se puede considerar como una de las ciclovías de mejor cuidado e infraestructura, no solo sirve como vía de transporte, también puede ser utilizado como medio recreativo por su poco flujo vehicular y es por esta razón que se encuentra segregada por pintura ya que es una cicloavía compartida con la vereda (bici acera) (Figura 6).

En el distrito de Miraflores se encuentran dos tipos de ciclo parqueadores que se utilizan en los espacios públicos y a lo largo de las ciclo-infraestructura; el modelo de U invertido (Figura 7) es el utilizado a lo largo de la ciclo-infraestructura del malecón de Miraflores por ser práctico y seguro que busca reducir la capacidad del robo del vehículo ya que puede asegurar la bicicleta en su totalidad (marco y dos ruedas). El modelo círculo (Figura 8) se presenta en los espacios públicos alrededor de la ciclo-infraestructura; se pueden estacionar dos bicicletas (una a cada lado del círculo) y solo requiere de un punto de anclaje, al igual que el modelo U invertido el vehículo se puede asegurar en su totalidad.



Figura 6. Ciclo-Infraestructura en Malecón de Miraflores.

Fuente: Editorial Andina.



Figura 7. Ciclo parqueador modelo U invertido.

Fuente: Editorial Correo.



Figura 8. Ciclo parqueador modelo círculo.

Fuente: Editorial Correo.

1.3.4. Av. Colonial

Es la ciclovía más grande ubicada en la región del Callao con una longitud de 9.25 km y 2.00 m de ancho, sin embargo, a comparación con las otras ciclovías descritas anteriormente, esta ciclovía cuenta con un solo sentido debido a su angosta sección (Figura 9), además no cuenta con un paisaje atractivo que debe contar una vía de tipo ciclista.

Se encuentra segregada lateralmente con ayuda de sardineles peraltados en ambos costados.



Figura 9. Ciclo-infraestructura en av. Colonial.

Fuente: Google Maps.

1.3.5. Av. Los Jardines

Es la primera ciclo-infraestructura del distrito de San Juan de Lurigancho, considerado el más populoso de la capital y donde se registra la mayor cantidad de viajes en bicicleta de Lima Metropolitana, esta obra tiene como finalidad promover el transporte sostenible.

La ciclo-infraestructura cuenta con la construcción de 3540.30 m² de pavimento asfalto, 371.00 m² de rampas y veredas, así como sardineles peraltados de confinamiento (Figura 10), además se implementó un estacionamiento de bicicletas, tres equipos de gimnasio, dos módulos de reparación de bicicletas.



Figura 10. Ciclo-Infraestructura en av. Los Jardines.

Fuente: Municipalidad de Lima (2021).

1.4 Ciclo-infraestructuras en Latinoamérica.

Diferentes países alrededor del mundo han construido e implementado ciclovías como inicio a una infraestructura amigable con la bicicleta o ciclo-inclusiva para fortalecer el uso, inclusión y priorización de la bicicleta en la red vial y de transporte que incluyan condiciones de seguridad y traer como resultado un incremento en el número de usuarios y viajes diarios en bicicleta en la ciudad.

1.4.1. Bogotá, Colombia

Bogotá es considerada la capital de la bicicleta a nivel de Latinoamérica, debido a su gran número de ciclovías que promueven que los ciudadanos se desplacen de forma sostenible con sus bicicletas a sus trabajos o sus centros de estudios y ayudando además al medio ambiente (Figura 11).

En el año 1974 el Departamento Administrativo de Tránsito y Transporte cerró las vías y carriles principales, para el tránsito de bicicletas, entre otros medios como skate, patinetas, etcétera, por tres horas, de 9:00 a.m. a 12:00 am. Debido al gran número de personas asistentes (5000 aproximadamente) la alcaldía de Bogotá toma el proceso de creación de redes exclusivamente para ciclistas y ya no al cierre de calles por un cierto periodo.

En el 2020, Bogotá se convirtió en el ejemplo mundial por la implementación de ciclovías temporales, implementadas en medio de la pandemia por COVID-19. La capital colombiana fue destacada al igual que México, Berlín, Budapest por el Foro Económico Mundial. Bogotá cuenta con 35 kilómetros de ciclovías temporales que se convertirán en carriles permanentes para bicicletas y peatones, con esta medida se busca descongestionar el transporte público y prevenir el contagio del coronavirus.

Es por ello por lo que la ciudad de Bogotá es una de las más representativas a nivel internacional gracias al apoyo de la Alcaldía Mayor de Bogotá promoviendo un medio de transporte saludable y sostenible.

La ciudad de Bogotá presenta distintos modelos de ciclo parqueadores como los modelos U invertido, círculo que son los más populares , pero en esta ciudad también se puede observar el modelo onda (Figura 12) que no es recomendado para los espacios públicos que no permite anclar con facilidad el marco ni las ruedas de la bicicleta, el modelo denominado tostador (Figura 13) es el modelo más utilizado en la ciudad de Bogotá implementados en los espacios públicos especialmente en aceras sobre ejes comerciales y estacionamientos ya que posee una mayor capacidad de estacionamientos pero solo permite asegurar la rueda delantera.



Figura 11. Ciclo-infraestructura en Bogotá, Colombia.

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá.



Figura 12. Ciclo parqueador modelo onda en Bogotá, Colombia.

Fuente: Carlos Felipe Pardo.



Figura 13. Ciclo parqueador modelo tostador en Bogotá, Colombia.

Fuente: Carlos Felipe Pardo.

1.4.2. Santiago, Chile

Santiago de Chile ocupa el cuarto lugar en la lista (Latinoamérica) con más ciclovías con una longitud de 236.00 km y con un aproximado de 510 mil viajes diarios; en la ciudad existe una red limitada de ciclovías mal interconectadas, sin embargo, en la actualidad existe el Plan Maestro de Ciclovías para la Región Metropolitana, dicho proyecto tiene como finalidad contar con 640.00 km de ciclovías.

La apertura del Transantiago en el año 2007, significó un aumento del 20% en el uso de la bicicleta, debido a esta situación las autoridades comenzaron con la construcción y habilitación de vías exclusivas para ciclistas (Figura 14). Actualmente se están construyendo nuevas rutas para interconectar las ciclovías existentes y poder lograr más de 1000 km de ciclovías en la región.



Figura 14. Ciclo-infraestructura en Santiago de Chile.

Fuente: Blog Amo Santiago.

1.4.3. Buenos Aires, Argentina

La ciudad de Buenos Aires posee un sistema de red ciclo-infraestructuras y biciesendas protegidas que inicio en el año 2017 con 169 km y que en la actualidad cuenta con 260 km.

Las experiencias internacionales concluyen que los carriles preferenciales no son respetados en su totalidad por parte de los automovilistas generando una situación de peligro para el ciclista. Basándose en estos hechos los especialistas proyectaron una red protegida exclusivas para ciclistas, resguardado del tránsito vehicular por un separador físico (Figura 15).

La red fue especialmente diseñada para la integración de diferentes puntos de la ciudad como escuelas, universidades, hospitales y centro de transbordos.



Figura 15. Ciclo-infraestructura en Buenos Aires, Argentina.

Fuente: Buenos Aires Ciudad.

1.4.4. Curitiba, Brasil

La ciudad de Curitiba inicio la construcción de ciclovías en el año 1977 por lo cual es pionera en el desarrollo de este tipo de infraestructura (Figura 16), además la ciudad brasileña será pionera en Latinoamérica al contar con ciclo-infraestructura que generen energía con un circuito de 18.50 km que captaran el movimiento de los ciclistas para transfórmalo en energía.

Este sistema está construido con paneles de hormigón que almacenan células solares y están cubiertos con vidrio templado, cuando dicho paneles reciben la luz del sol, comienza la producción de energía que se usara la para la señalización luminosa de los cruces de las ciclovías con las vías de tránsito.



Figura 16. Ciclo-infraestructura en Curitiba, Brasil.

Fuente: Editorial La Voz.



Capítulo 2

Criterios de diseño ciclo-inclusivo

2.1 Parámetros generales de diseño

2.1.1 El usuario (ciclista)

El diseño y la asignación del espacio urbano debe dar prioridad a los participantes más vulnerables en la vía, como los vehículos no motorizados (bicicletas). Los parámetros de diseño de la infraestructura se deben definir en función de las condiciones de inseguridad y variabilidad del ciclista urbano y de su bicicleta, además de su modo y motivo de su viaje o desplazamiento. Quienes utilizan la bicicleta de forma práctica (trabajo, estudio, compras, etcétera.) quieren acortar el tiempo de viaje con distancias cortas, directas, seguras y atractivas.

Los ciclistas no se pueden considerar como un grupo homogéneo debido a sus diferentes condiciones físicas que presentan cada una de las personas (edad, altura, sexo, etc.), esto origina que se movilicen de forma diferentes de acuerdo con sus capacidades mentales y físicas.

El uso de bicicletas es propicio para viajes sociales o en grupo, las leyes de tránsito y la infraestructura para ciclistas deben permitir que viajen al menos dos ciclistas en paralelo en la misma dirección. Esto también garantiza un desvío seguro y ofrece una mejor respuesta al aumento de usuarios durante las horas pico.

2.1.2 El vehículo, la bicicleta

La bicicleta depende del equilibrio y habilidades del usuario o ciclista, estos no circulan de forma recta. La bicicleta es un vehículo liviano, inestable y que no demanda de mucho espacio para su circulación, por lo tanto, teniendo en cuenta sus características se debe determinar cuánto espacio de la vía corresponde al ciclista y el espacio libre para su circulación.

Tabla 2. Dimensiones básicas por tipo de bicicletas.

TIPO DE BICILETA	ALTO	LARGO	ANCHO
Urbana	1.80 m	1.90 m	0.60 m
De carga	1.80 m	2.45 m	1.00 m
Triciclo	1.80 m	2.10 m	1.20 m

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.



Figura 17. Usuario y modelo de bicicleta de uso urbano.

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.



Figura 18. Bicicleta de carga tipo Bullitt.

Fuente: Patricia Calderón.

2.1.3 El entorno urbano

Son los espacios correspondientes a la red por la cual se pueden desplazar los ciclistas. El entorno urbano debe cumplir cinco criterios principales que permiten medir si el entorno es adecuado para su circulación en bicicleta.

Seguridad

Los entornos o rutas seguras evitan conflictos entre los usuarios (ciclistas) y los demás involucrados de la vía como son los peatones y motorizados, además de priorizar que los más vulnerables se sientan seguros al utilizar la ciclo-infraestructura en cualquier momento con un buen sistema de iluminación y personal de seguridad que permitan mantener el orden. Este criterio se debe garantizar con mayor preocupación en las intersecciones.

Coherencia

Las rutas deben guiar al usuario de manera lógica durante su recorrido y en especial en las intersecciones para de esta forma conectar los principales puntos de origen con los de destino. Este criterio debe garantizar continuidad, claridad y seguridad a los usuarios.

Directa

Evitar desvíos innecesarios que afecten y originen un mayor esfuerzo físico al usuario, de esta forma obtener rutas con menor distancia y tiempo de desplazamiento. Este criterio debe garantizar con no contar con algún trazado extravagante.

Cómoda

Para obtener una red cómoda para el usuario debe contar con las siguientes características:

- El desplazamiento del ciclista debe de ser de forma constante y en un área con dimensión adecuada para un posible zigzaguo (mínimo de 1.00 m por carril).
- Evitar que la ciclo-infraestructura se encuentre en zonas de desechos tóxicos, basura y ruido excesivo.
- La estructura debe contar con una carpeta apta para su desplazamiento liso.
- Deberá contar con señalizaciones horizontales y verticales que sea fácilmente visible para los ciclistas, peatones y motorizados.
- Debido al ancho de la ciclo-infraestructura se tiene que evitar el ingreso de vehículos motorizados menores como motocicletas y mototaxis, se deberá implementar probetas de concreto al inicio que puedan controlar su ingreso.

Atractiva

Las rutas atractivas se garantizan con el cumplimiento de los criterios anteriormente descritos y se fortalecen con la adición de entornos seguros (seguridad personal), iluminados y con un ambiente paisajístico adecuado (arborización) para de esta forma lograr y motivar a los ciclistas a incrementar sus viajes y frecuencia de uso.

- Se debe priorizar que la ciclo-infraestructura sea construida en zonas donde se ubiquen colegios, centros comerciales, colegios o lugares donde exista presencia de una gran cantidad de personas.
- La avenida debe contar con vegetación o áreas verdes para que la ruta donde circulan los usuarios sea atractiva, además la presencia de las áreas verdes logra zonas de sombra para cubrir a los ciclistas.
- La separación pista-ciclo infraestructura o vereda-ciclo infraestructura debe realizarse de forma notoria con pintura, colocación de sardineles para mantener la seguridad del usuario.

2.2 Infraestructura ciclo-vial

La presencia de una ciclo-infraestructura amigable con la bicicleta es generar las políticas que promuevan su uso, garantizar su inclusión en la red vial y de transporte bajo condiciones de eficiencia y seguridad, promover mayor cobertura y acceso para traer como resultado el aumento significativo de usuarios y porcentaje de viajes diarios que se realizan en la ciudad.

2.2.1 La red ciclo vial

Se trata del conjunto de vías, espacios e intersecciones urbanos que permiten la circulación adecuada para la bicicleta, cuyo objetivo es lograr la formación de una red ciclo vial densa y conectada que permitan a los usuarios desplazarse de forma segura y cómoda.

Para la planificación de la red ciclo vial se prioriza las vías teniendo en cuenta el comportamiento de viaje (rutas, distancias) que tienen los usuarios actuales de la ciudad y el potencial de atraer a nuevos.

Para garantizar y definir una red ciclo vial de forma correcta se deben seguir los siguientes parámetros.

- Elaborar un mapa base de viajes origen-destino, identificando las zonas que atraen y generan viajes y las posibles líneas de deseo de los usuarios.
- Mapear los puntos de mayor accidentalidad de ciclistas y los volúmenes de ciclistas.
- Identificar perfiles de usuarios, determinar los propósitos de viajes, distancias recorridas.
- Evaluar la potencial demanda de nuevos usuarios.
- Establecer la ruta de la red ciclo vial, usando métodos cualitativos y cuantitativos

2.2.2 Consideraciones de diseño sobre las tipologías

Con los parámetros de diseño establecidos anteriormente, las secciones y tipologías ciclo viales se definen en términos de forma, uso e intensidad del flujo de ciclistas y se combinan con dos factores importantes: velocidad y volumen del flujo vehicular motorizado del entorno, para de esta forma determinar las necesidades de segregación que garantice la protección adecuada para los usuarios.

El diseño ciclo vial varía con el tipo de vía (arterial, colectora, local) que se presenta en la avenida de estudio. Las vías locales no requieren de segregación, ya que son calles con velocidades menores a 30 km/h y poco tráfico con un máximo de 10,000 vehículos motorizados/día a diferencia de las vías arteriales y colectoras que requieren de secciones viales con infraestructura segregada para la bicicleta.

Con la identificación de la función y uso de la vía se define el diseño de perfil, considerando que a mayor velocidad y volumen del flujo vehicular motorizado la separación entre ciclista y motorizado deberá ser mayor (Figura 19).

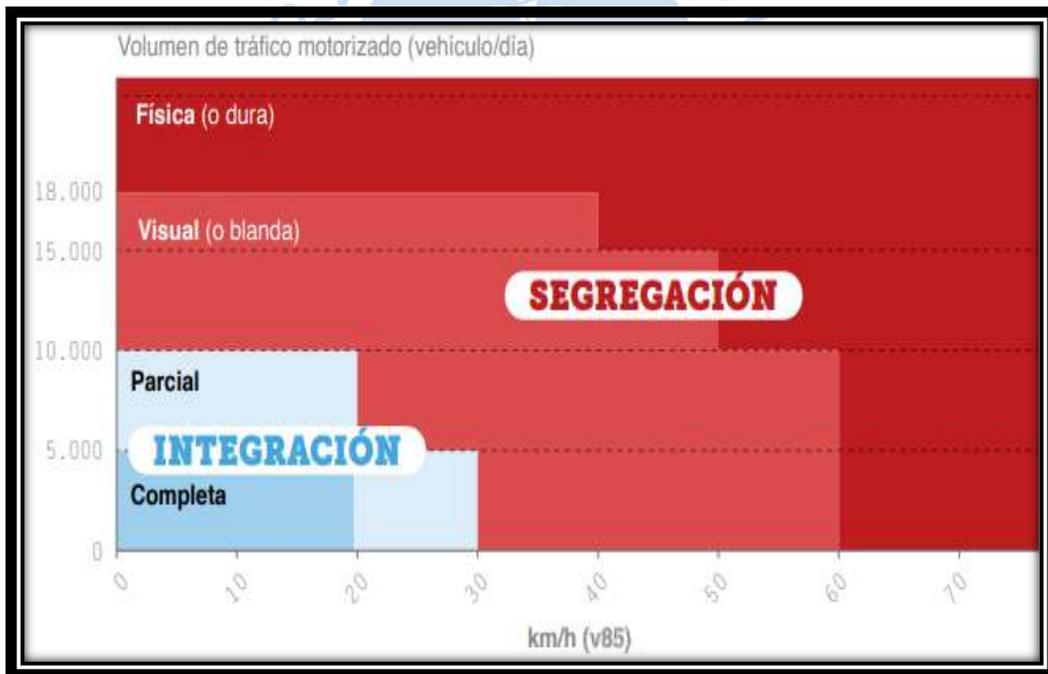


Figura 19. Segregación e integración según velocidad e intensidad de tráfico.

Fuente: Municipalidad de Lima.

Los factores de integración o segregación definidos en la Figura 19 corresponden a estudios internacionales que definieron que a mayor velocidad de los vehículos motorizados mayor accidentalidad o inseguridad vial (WHO, Fia Foundation, GRSP, & World Bank, 2012), donde quienes resultan más perjudicados son los actores más vulnerables de la vía: peatones y ciclistas.

En conclusión, al definir el tipo de infraestructura a ejecutar debe corresponder a las condiciones de entorno que son la velocidad y volumen vehicular y no a la disponibilidad de espacio o a la implementación universal de una misma tipología (sólo ciclo carril o solo ciclovías).

2.3 Tipologías de ciclo-infraestructura

Se describirá los diferentes tipos de infraestructuras para circulación en bicicleta, diseñadas de acuerdo con sus distintas necesidades requeridas en determinadas zonas.

2.3.1 Ciclo-infraestructura no segregada o compartida

Tipo de ciclo-infraestructura donde el ciclista puede circular compartiendo con los demás usuarios, pero siempre en el mismo sentido de circulación de los motorizados. Su implementación es recomendable para zonas con vías de baja velocidad (30 km/h) por lo que comúnmente podemos observar este tipo de infraestructuras en zonas residenciales, centros históricos o al interior de los barrios, lugares que presentan bajos volúmenes de vehículos con un máximo de 10,000 vehículos /día, dividiendo este tipo de infraestructura en dos: carril compartido y ciclo carril.

- Carril compartido

Para este diseño se tiene como premisa que el ciclista es lo más importante, puede circular por el centro del carril, en este tipo de infraestructura los motorizados comparten el carril con los ciclistas por lo que la velocidad máxima es de 30 km/h y de esta forma evitar que los vehículos intenten sobrepasar a alta velocidad por lo tanto a menor velocidad mayor seguridad.

Se caracteriza por contar con una sección vial reducida o por disponer de elementos de calmado de tráfico que evitan a los motorizados a circular a altas velocidades, además se requieren de señalización horizontal y vertical que señalen la prioridad del ciclista y la máxima velocidad permitida.

Cuando la vía presenta un solo carril de circulación, se recomienda un ancho mínimo entre 4.00 m y 4.30 m para que de esta forma los vehículos motorizados puedan sobrepasar a los ciclistas de forma segura (Figura 20).

Para vías con más de un carril de circulación y uno de ellos sea de carril compartido con ciclistas, se recomienda un ancho mínimo entre 2.70 m y 3.00 m para de esta manera los vehículos motorizados puedan cambiar de carril para sobrepasar a los ciclistas (Figura 21).



Figura 20. Vía compartida de un carril.

Fuente: Municipalidad de Lima.



Figura 21. Vía de más de un carril y uno de ellos de carril compartido.

Fuente: Municipalidad de Lima.

- Ciclo carril

Es una franja delimitada de la calzada que se utiliza como carril exclusivo para la circulación en bicicleta, siempre en sentido unidireccional. En la ciudad de Lima se puede observar que el pavimento del ciclo carril este pintado de un color rojo contraste que mejora la visibilidad de los ciclistas. Su presencia es ideal para reducir los anchos de las vías a secciones mínimas que tienen como resultado la reducción de las velocidades de los vehículos motorizados

Para los ciclos carriles es recomendable un ancho entre 1.40 m y 1.80 m con un espacio de delimitación de ancho 0.60 m, el carril adyacente al ciclo carril debe asegurar una velocidad máxima de 40 km/h y con un ancho recomendable de 3.00m (Figura 22).



Figura 22. Esquema de ciclo carril.

Fuente: Municipalidad de Lima.

2.3.2 Ciclo-infraestructura segregada

Forma la red principal de la infraestructura para bicicletas y que permiten conectar diferentes áreas de la ciudad, generalmente cubren largas distancias. Son la primera opción para vías arteriales con velocidades mayores a 40 km/h y tráfico diario que superen los 10,000 vehículos/día.

Son espacios exclusivos para la circulación de bicicletas que pueden estar integrados a la vereda, a la calzada, al separador lateral o central. Están delimitados por pintura de colores contrastantes y aislados de vehículos de motor y peatones, es necesario delinear el color de la infraestructura para bicicletas diferente al color de la carretera o acera, por lo que todos los usuarios de la carretera pueden detectarlo fácilmente.

Las ciclo-infraestructuras segregadas se clasifican en: ciclovías, ciclo aceras y ciclo sendas que permiten mayor continuidad y conectividad, ya que acortan los recorridos y son el tipo de infraestructura más atractivo en términos de paisaje, calidad de aire y sombra.

- Ciclovía

Este tipo de infraestructura se integra a la altura de la calzada o al separador central o lateral, además se prefiere por permitir una ruta más cómoda y directa al ciclista si se compara con los ciclos aceras que se ubican en las veredas, ya que se evitan los conflictos con los peatones y motorizados en las intersecciones.

Puede ser de tipo unidireccional o bidireccional. Para el tipo unidireccional (Figura 23), se localiza con preferencia en el costado derecho de la vía, ya que facilita a los ciclistas desplazarse en el mismo sentido del flujo vehicular e integrarse con facilidad a una calle nueva al cambiar la dirección, también son las de mayor costo-eficiencia debido a que son de aplicación a bajo costo, rápida implementación, proporcionan seguridad y comodidad a los ciclistas.

Las bidireccionales (Figura 24) son propicias en avenidas donde se complica el paso a nivel de un lado a otro del camino y por lo tanto se necesita desplazamientos en ambos sentidos de un mismo costado, o también se prefieren en parques o corredores verdes donde las intersecciones o giros son mínimos y los inconvenientes con peatones y automotores son menores.



Figura 23. Esquema de ciclovía unidireccional.

Fuente: Municipalidad de Lima.



Figura 24. Esquema de ciclovía bidireccional.

Fuente: Municipalidad de Lima.

- Ciclo senda y ciclo acera

Este tipo de infraestructura se integra a la vereda o espacios compartidos con peatones que se deben planificar en entornos con poco flujo peatonal o contar con el ancho necesario que garantice el desplazamiento cómodo y seguro de los ciclistas y de los peatones.

La ciclo senda (Figura 25) está vinculada a parques lineales, malecones, corredores verdes u otra infraestructura que no sigue el trazado de una vía motorizada.

La ciclo acera (Figura 26) es necesaria para reducir al mínimo los cambios de nivel y solucionar de forma adecuada cada intersección para no generar conflictos con los peatones, quienes siempre tienen la prioridad en las veredas.



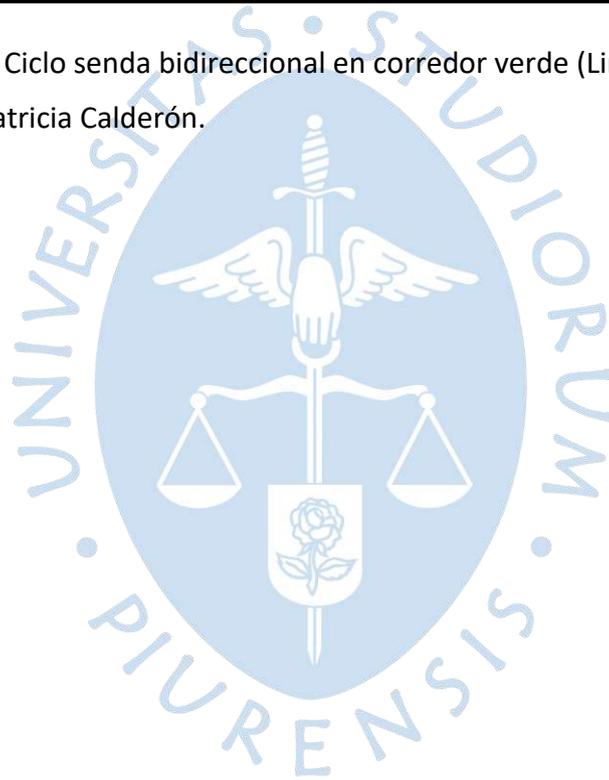
Figura 25. Ciclo acera unidireccional (Copenhague).

Fuente: Patricia Calderón.



Figura 26. Ciclo senda bidireccional en corredor verde (Lima).

Fuente: Patricia Calderón.





Capítulo 3

Aspectos técnicos de una ciclovía en la av. Tumbes

3.1 Descripción geográfica de la zona

La avenida Tumbes se encuentra ubicada en el distrito de Tumbes en la Provincia de Tumbes, Departamento de Tumbes (Figura 27, Figura 28, Figura 29, Figura 30). Dentro de la ciudad de Tumbes, la avenida se encuentra en el centro urbano de la ciudad, representando al núcleo principal de atracción del área urbana, ya que en los alrededores se encuentran las principales instituciones del gobierno, administrativos y de servicios públicos, además de conectar el centro de la ciudad con los diferentes barrios y zonas que integran la ciudad.

Hacia el lado derecho: cercado de Tumbes, Municipalidad de Tumbes, plaza de Armas de Tumbes, Consulado de Ecuador, zona financiera, mercado modelo de Tumbes, barrio el Recreo, barrio el Pacifico

Hacia el lado izquierdo: el fuerte Coloma, cuartel Chamochumbi, barrio San José, A.H Salamanca, Gobierno Regional de Tumbes, complejo policial DITERPOL, Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones.



Figura 27. Mapa político del Perú.

Fuente: Mapapolítico.webnode.es.

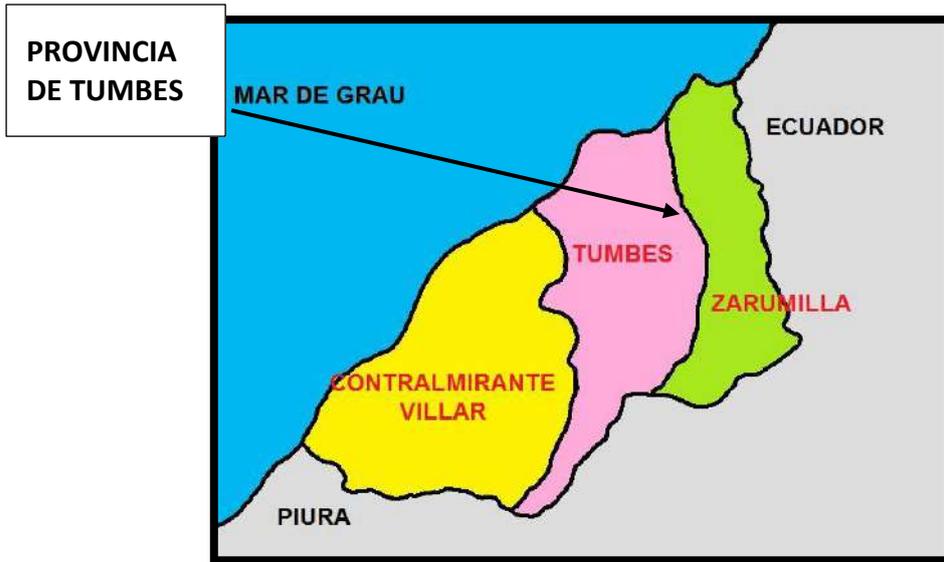


Figura 28. Mapa del departamento de Tumbes.

Fuente: Mapapolítico.webnode.es.

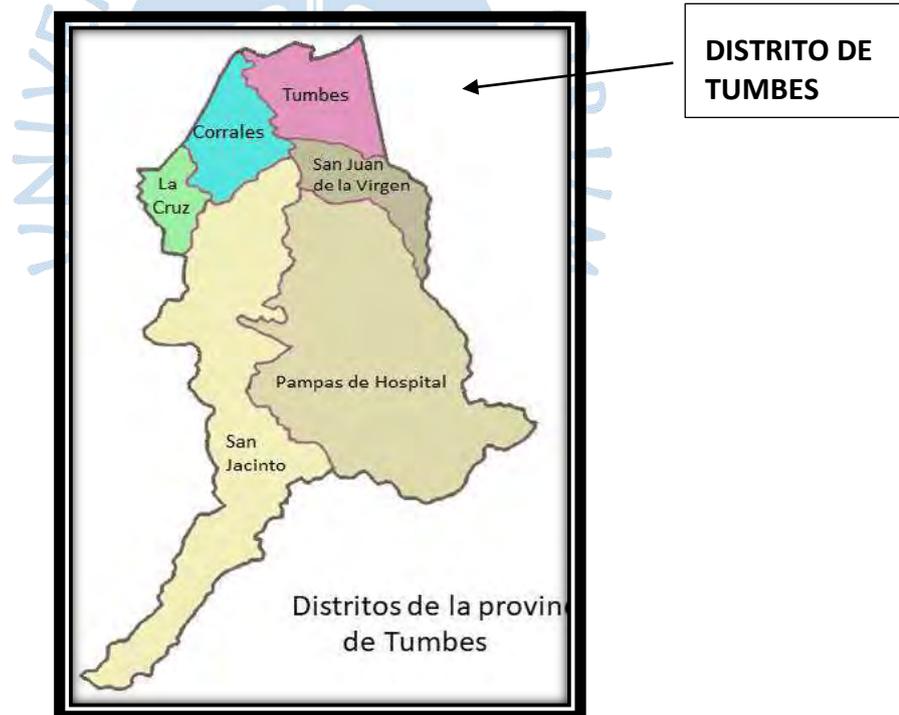


Figura 29. Mapa de los distritos de Tumbes.

Fuente: Mapapolítico.webnode.es.

**AV. TUMBES EN
LA CIUDAD DE
TUMBES**

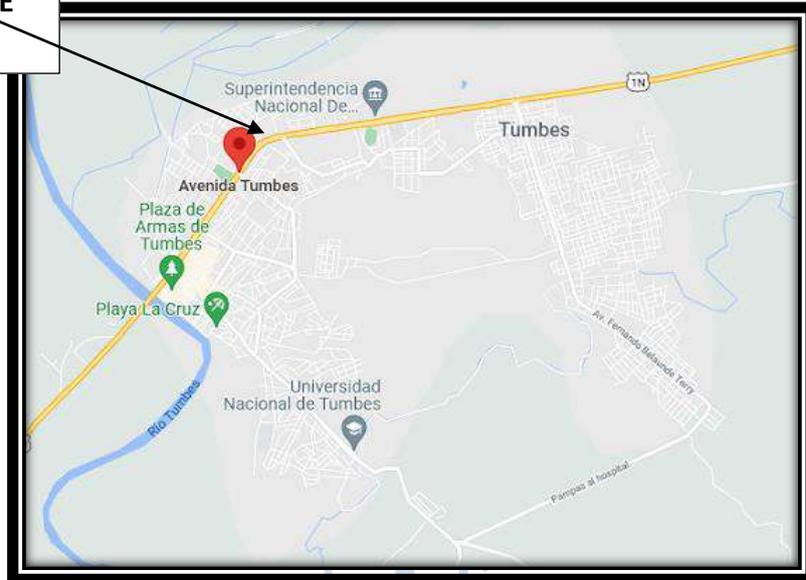


Figura 30. Av. Tumbes en la ciudad de Tumbes.

Fuente: Google Maps.

La avenida Tumbes es extensa, por lo tanto, sólo se evaluará la remodelación entre las intersecciones de la av. Miguel Grau y la av. La Marina, dando un total de 2.10 km de longitud, distancia por la cual se propone dar construcción a una ciclovía (Figura 31, Figura 32).

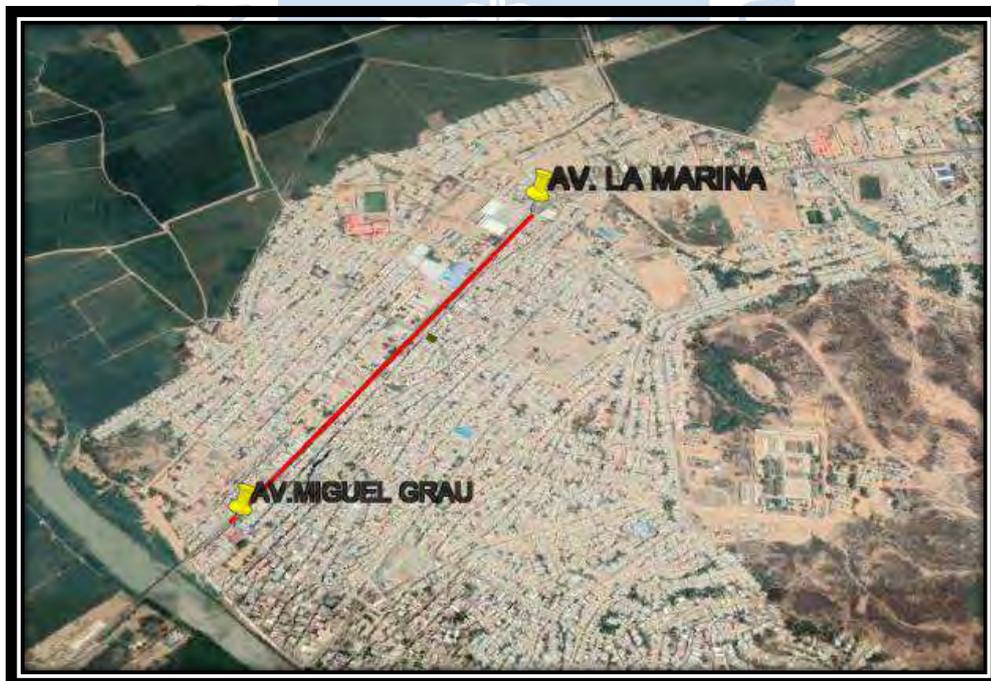


Figura 31. Zona de estudio para implementación de la infraestructura.

Fuente: Google Earth Pro.



Figura 32. Información de la av. Tumbes.

Fuente: Es.distance.com.

El departamento de Tumbes posee una superficie de 4669.20 km², la provincia de Tumbes cuenta con 1800.15 km² y el distrito de Tumbes tiene 158.84 km², siendo el departamento con menos superficie del Perú. La vía de estudio cuenta con una longitud de 2+100 y un área de intervención de 3.20 Ha.

La av. Tumbes se intercepta a lo largo de su longitud con distintas calles o avenida del distrito de Tumbes. A continuación, se muestran en la Tabla 3 las calles y/o avenidas que se interceptan a lo largo de la av. Tumbes en sus 2.10 km de estudio.

Tabla 3. Calles y/o avenidas que interceptan a la Av. Tumbes en el distrito de Tumbes.

Número	Calle y /o avenida
1	Calle Miguel Grau
2	Av. Piura
3	Calle Abad Puell
4	Av. Mayor Novoa
5	Av. 24 de Julio
6	Calle José Olaya
7	Calle Los Tumpis
8	Av. La Marina

Fuente: Elaboración propia.



Figura 33. Calles y/o avenidas que interceptan a la av. Tumbes.

Fuente: Google Earth Pro.

Asimismo, se debe interesar en la implementación de redes de tránsito en bicicletas en las avenidas Piura y Mayor Novoa que son las principales avenidas que interceptan a la av. Tumbes, para en un futuro se puede obtener una arteria vial competente en el traslado de bicicleta en dicha zona de la ciudad de Tumbes.

Intersección calle Miguel Grau: La ciclo infraestructura tiene como punto de inicio en el cruce formado por la calle Miguel Grau y la av. Tumbes que es una vía colectora del Municipio Provincial de Tumbes, ya que distribuye el tránsito entre la vivienda y los sitios de trabajo y servicios, además de tener capacidad de desplazamiento de flujos vehicular mayor a 1500 veh/hora considerando en ambos sentidos.

En este cruce se encuentran centros de trabajo y de servicios (Figura 34), en el lado derecho se tiene la presencia del Banco de la Nación y la plaza central de la ciudad de Tumbes, en el lado izquierdo un casino y diferentes centros de servicios, esto origina un mayor flujo de personas y de vehículos transitando por la vía.

La av. Tumbes cuenta con dos calzadas (una en cada sentido) separadas por una berma central arborizada.



Figura 34. Intersección calle Miguel Grau.

Fuente: Google Maps.

Intersección av. Piura: cruce formado por la av. Piura y la av. Tumbes, en este cruce se observa una mayor presencia de flujo vehicular (Figura 35), esto debido a que en la zona se encuentran diferentes centros de trabajo y de servicios, como son: bancos, casinos, centro de abasto, hoteles, licorerías, lo que origina que el ritmo de desplazamientos disminuya y que muchas veces se origine congestión vehicular. Además, por ser una vía colectora el tránsito de vehículos de transporte público es alto, para el caso de la ciudad de Tumbes el vehículo predominante es la moto taxi.



Figura 35. Intersección av. Piura.

Fuente: Google Maps.

Intersección calle Abad Puell: cruce formado por la calle Abad Puell y la av. Tumbes, en la zona se encuentran diferentes centros de trabajo y de servicios, como son: Dirección Regional de Educación, centro comercial Costa Mar Plaza, empresa de transporte terrestre Emtrafesa, Cuartel Chamocho del Ejército del Perú (Figura 36). Debido a la existencia del cuartel y la empresa de viajes interprovinciales existe la presencia de vehículos pesados que transitan por la av. Tumbes, pero sigue predominando los vehículos menores o de transporte público. La calle Abad Puell cuenta con una calzada de una sola dirección de circulación.



Figura 36. Intersección calle Abad Puell.

Fuente: Google Maps.

Intersección av. Mayor Novoa: cruce formado por la av. Mayor Novoa y la av. Tumbes, en la zona se encuentran viviendas y la Villa Militar Teniente Vásquez del Ejército del Perú, también se observan diferentes centros de trabajo y de servicios, como son: Toyota Autonort, Institución Educativa N°013 Leonardo Rodríguez Arellano, restaurantes (Figura 37). Debido a la presencia de la empresa Toyota Autonort existe la circulación de vehículos pesados por la av. Tumbes, pero sigue predominando el flujo de vehículos de transporte menores o de transporte público. La av. Mayor Novoa cuenta con una calzada de doble dirección de circulación.



Figura 37. Intersección av. Mayor Novoa.

Fuente: Google Maps.

Intersección av. 24 de Julio: cruce formado por la av. 24 de Julio y la av. Tumbes, en la zona se encuentran viviendas, centros de trabajos y de servicios, como son: Institución Educativa N°001 José Lishner Tudela, Hospital Regional Jamo II, empresa de transporte terrestre Flores (Figura 38), esto motiva un mayor flujo de personas y de vehículos transitando por la vía originando congestión vehicular. La av. 24 de Julio cuenta con una calzada de doble dirección de circulación.



Figura 38. Intersección av. 24 de Julio.

Fuente: Google Maps.

Intersección calle José Olaya: cruce formado por la calle José Olaya y la av. Tumbes, en la zona se encuentran diferentes centros de trabajo y de servicios, como son: Sanidad PNP, Compañía de Bomberos Tumbes N°66, laboratorios clínicos (Figura 39). Existe mayor presencia de vehículos menores o de transporte público. La calle José Olaya cuenta con una calzada de una sola dirección de circulación que intercepta la av. Tumbes en una sola dirección ya que la otra la ocupa el Hospital Regional Jamo II.



Figura 39. Intersección calle José Olaya.

Fuente: Google Maps.

Intersección calle Los Tumpis: cruce formado por la calle Los Tumpis y la av. Tumbes, en la zona se encuentran viviendas y diferentes centros de trabajo y de servicios, como son: Villa Naval Tumbes de la Marina de Guerra del Perú, coliseo Tumpis, Farmalac y entre las dos calzadas de la av. Tumbes se observa un puente peatonal (Figura 40). La calle Los Tumpis cuenta con dos calzadas (una en cada sentido) separadas por una berma central arborizada con mayor presencia de vehículos menores o de transporte público.



Figura 40. Intersección calle José Olaya.

Fuente: Google Maps.

Intersección av. La Marina: la ciclo infraestructura tiene como punto final el cruce formado por la av. La Marina y la Av. Tumbes, en la zona se encuentran viviendas y diferentes centros de trabajo y de servicios, como son: Gobierno Regional de Tumbes, Cine Star, Plaza Center Tumbes (Figura 41). La av. La Marina cuenta con una calzada de una sola dirección de circulación con mayor presencia de vehículos menores o de transporte público.



Figura 41. Intersección av. La Marina.

Fuente: Google Maps.

3.2 Topografía, geografía, clima y acceso

3.2.1 Topografía

Mediante la aplicación topographic-map.com (Figura 42,43,44) se pudo medir las cotas a lo largo de la av. Tumbes teniendo como puntos de referencias las intersecciones con otras calles y/o avenidas, por lo tanto, se pudo determinar que la topografía de la av. Tumbes es plana, ya que sus cotas van desde los 9.00 m hasta los 11.00 m.

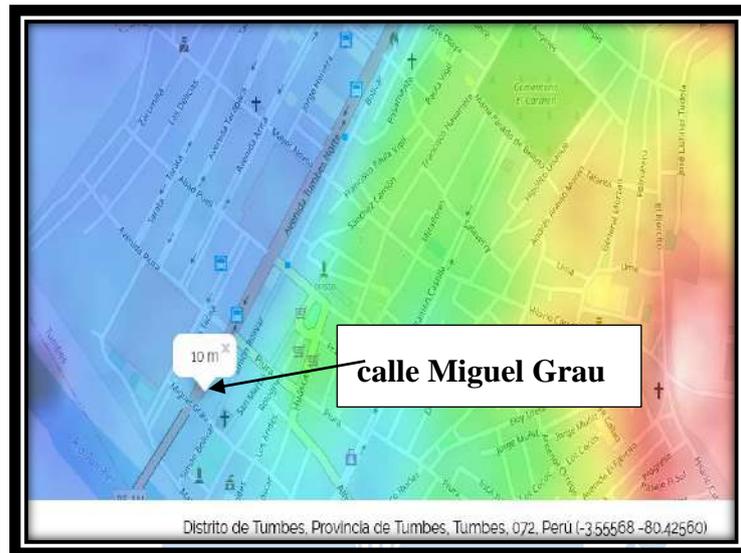


Figura 42. Topografía calle Miguel Grau.

Fuente: topographic-map.com.

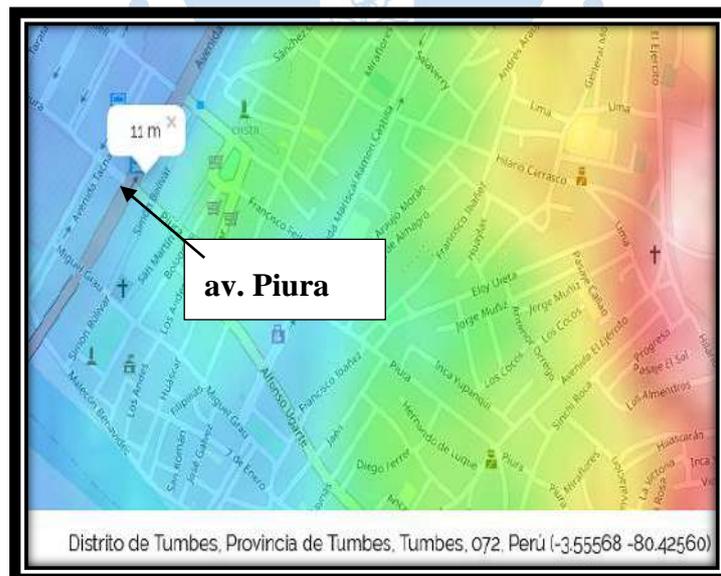


Figura 43. Topografía av. Piura.

Fuente: topographic-map.com.

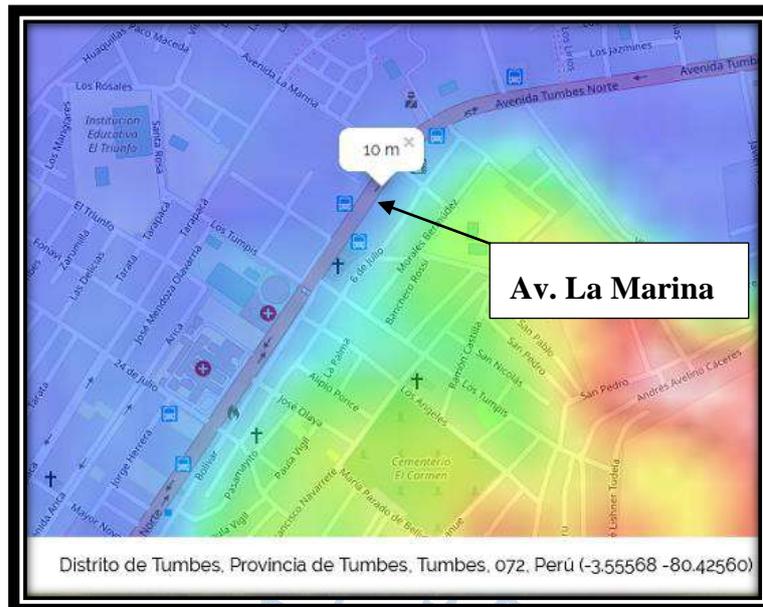


Figura 44. Topografía av. La Marina.

Fuente: Es.distance.com.

3.2.2 Georreferencia

Se estableció la ubicación georreferenciada de los puntos (inicial y final) (Figura 45, Figura 46, Figura 47) de acuerdo con el Sistema de Coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM), Datum de Referencia World Geographic System 1984 (WG84), Zona de Referencia UTM:17. Se muestran las coordenadas en la Tabla 4.

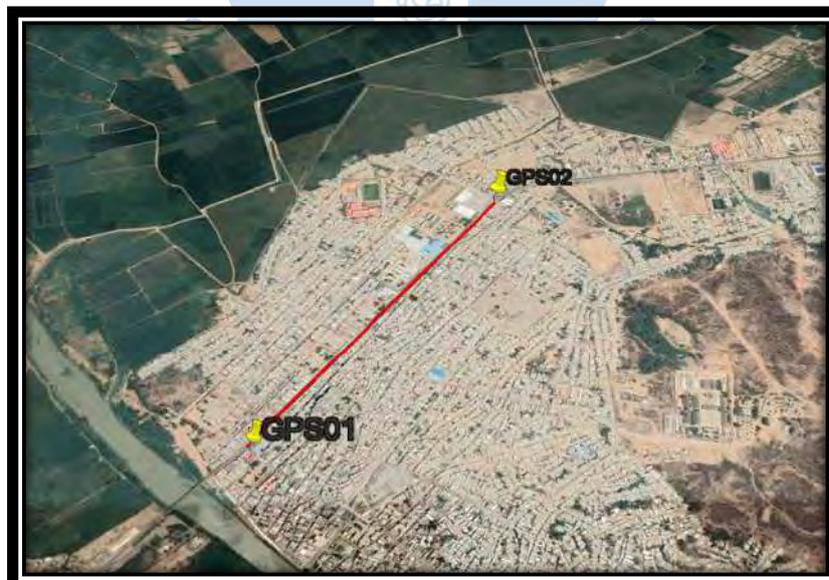


Figura 45. Ubicación de los puntos GPS01 y GPS02.

Fuente: Google Earth Pro.

Google Earth - Editar Marca de posición

Nombre: 

Zona:

Coordenada Este:

Coordenada Norte:

Figura 46. Información del punto GPS01.

Fuente: Google Earth Pro.

Google Earth - Editar Marca de posición

Nombre: 

Zona:

Coordenada Este:

Coordenada Norte:

Figura 47. Información del punto GPS02.

Fuente: Google Earth Pro.

Tabla 4. Puntos de control geodésico.

COD GNSS	SUR	ESTE
GPS01	9605428.13	559978.30
GPS02	9606680.00	560841.00

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Zonificación y clasificación del uso del suelo

La zonificación es una técnica de gestión urbana que contiene normas técnicas urbanísticas para regular el uso del suelo para la ubicación de actividades sociales y económicas, por ejemplo: vivienda, comercio, transporte, recreación y equipamiento.

Con referencia a los estudios correspondientes se establecen las siguientes zonas de uso del suelo (Figura 48).

- Residencial (R)
- Vivienda-Taller (I1-R)
- Industrial (I)
- Comercial (C)



Figura 48. Clasificación del uso del suelo.

Fuente: Sociedad Peruana de Bienes Raíces.

Por otra parte, en la av. Tumbes se observan diferentes construcciones existentes a lo largo de la zona de estudio, como son: viviendas, hoteles, casinos, coliseo deportivo (Tumpis), restaurantes, colegios (Institución Educativa N°001 José Lishner Tudela, Institución Educativa N°013 Leonardo Rodríguez Arellano), bancos (Banco de la Nación y Banco de Crédito del Perú), farmacias (Inka Farma), hospital (Hospital Regional Jamo II), supermercado (Plaza Veá), diversos negocios pequeños locales (licorerías, carnicerías, bodegas, panaderías, etcétera).

La avenida en estudio no se puede definir como uso residencial ya que no es de uso exclusivo para viviendas, tampoco se puede definir como zona comercial ya que no es de

uso exclusivo de negocios, por lo que podemos concluir que se trata de una zona de uso de suelo vivienda-taller (I1R).

Zona de uso de vivienda- taller(I1R), tiene como característica principal que se trata de zonas destinadas a viviendas pero que permiten el uso de industrial elemental y complementaria (I1), por lo que se puede determinar los usos compatibles. (Ver Tabla 5)

Tabla 5. Usos compatibles en zona vivienda-taller (I1R).

Usos compatibles	
Vivienda	Unifamiliar, bifamiliar, vivienda-comercio
Comercio	Centro comercial, venta de joyas, venta de equipos de computación, letreros y anuncios de propaganda, fabricación y venta de artículos deportivos, venta de instrumentos de música.
Servicios	Restaurantes, cafés, boticas, lavanderías, playas de estacionamientos, actividades de fotografías.
Equipamiento	Hospitales, coliseos, laboratorios, colegios, universidades, bancos, casinos, gimnasios, bibliotecas, etcétera.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Condiciones actuales de la pavimentación de la Av. Tumbes

La av. Tumbes en la actualidad se encuentra totalmente pavimentada, a lo largo de su longitud cuenta con una berma central que divide la vía en dos calzadas, cada una para el transporte en una dirección.

La av. Tumbes cuenta con un pavimento flexible o también llamado pavimento asfáltico, conformada por una capa asfáltica en la superficie de rodadura, debajo de la capa asfáltica se encuentra base granular y capa de subbase que son destinadas a transmitir y distribuir las cargas producidas por el tráfico. La av. Tumbes presenta deterioro desde la intersección con av. Mayor Novoa hasta la intersección con la calle Los Tumpis (Figura 49) debido al canto rodado presente en la rasante y agentes climáticos como cambios de temperatura y lluvias que no son bien controladas, ya que la avenida no cuenta con drenaje pluvial.

Lo más evidente de la avenida es el tamaño de la berma central de 3.00 m aproximadamente que en algunos tramos incrementa su medida llegando a medir 4.00 m, en la berma central también se puede observar la presencia de árboles de considerable tamaño (Figura 50), debido al gran tamaño de su ancho la vía cuenta con suficiente espacio para la implementación de la infraestructura.



Figura 49. Deterioro de la av. Tumbes en la intersección con la calle Abad Puell.

Fuente: Diario Hechicera.



Figura 50. Berma central y presencia de árboles en la av. Tumbes.

Fuente: Google Maps.

3.2.5 Clima

La zona de estudio se encuentra en la ciudad de Tumbes donde el clima es cálido, húmedo y tropical tiene como característica principal que durante todo el año la temperatura generalmente se encuentra en 21 °C a 31 °C y rara vez desciende a menos de 19 °C. Las altas temperaturas que presenta la ciudad de Tumbes es la principal desventaja que reconocen los ciudadanos para no utilizar la bicicleta como medio de transporte, pero esto no es excusa, por ejemplo, el departamento de Piura que posee similares características climáticas ya cuenta con una infraestructura para el transporte en bicicleta o vehículo no motorizado. En particular la zona de estudio que es la av. Tumbes cuenta con una berma central con presencia de árboles de grandes dimensiones y áreas verdes (Figura 51) que permiten reducir la sensación térmica de las altas temperatura, lo que origina que la ruta se convierta en atractivo para los usuarios.



Figura 51. Presencia de árboles y áreas verdes.

Fuente: Google Maps.

3.3 Inventario Vial

El inventario vial tiene como finalidad registrar información en referencia a las características esenciales de los elementos que conforman la infraestructura, además representa la situación actual del estado físico de la vía en estudio.

Con referencia al estudio topográfico explicado anteriormente se define que la Av. Tumbes cuenta con una pavimentación plana aproximadamente en su totalidad. A continuación, se muestra en la Tabla 6 los cambios de pendientes.

Tabla 6. Pendientes a lo largo de la av. Tumbes.

Progresivas		Descripción		
Inicio	Final	Topografía	Pendientes %	
			Máxima	Mínima
0+000	0+400	Plana	0.010 %	0.000%
0+400	0+800	Plana	0.000 %	0.000%
0.800	1+200	Plana	0.020 %	0.000%
1+200	1+600	Plana	0.010 %	0.000%
1+600	2+100	Plana	0.010 %	0.000%

Fuente: Elaboración propia.

La av. Tumbes cuenta con dos calzadas de material asfáltico slurry seal tipo 3 de doble vía cada una y una berma central a lo largo de toda su longitud (Tabla7), la av. Tumbes presenta diferentes secciones, por lo tanto, podemos determinar que la avenida cuenta con un ancho de sección mínima de 19.90 m y una sección máxima de 24.60 m (Ver Tabla 7). Se debe evaluar si se debe reducir o intervenir las dimensiones de los elementos que conforman la vía, para esto se evaluarán las propuestas con respecto al ancho mínimo de sección que presenta la vía que es de 19.90 m.

Tabla 7. Características de los tramos de la av. Tumbes.

Progresivas		Descripción				
Inicio	Final	Superficie	Elemento			Sección
		Material	Calzada	Berma	Calzada	Total
0+000	0+400	Slurry seal tipo 3	12.40 m	2.60 m	10.80 m	25.80 m
0+400	0+800	Slurry seal tipo 3	8.30 m	3.70 m	8.50 m	20.50 m
0+800	1+200	Slurry seal tipo 3	8.20 m	3.50 m	8.20 m	19.90 m
1+200	1+600	Slurry seal tipo 3	9.10 m	3.10 m	8.60 m	20.80 m
1+600	2+100	Slurry seal tipo 3	8.40 m	3.50 m	8.80 m	20.40 m

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Estudio de tráfico

El estudio de tráfico tiene como objetivo cuantificar, clasificar y conocer la cantidad de vehículos que transitan por la avenida mediante un conteo y análisis, por tanto, de esta forma se determina correctamente las características de diseño del pavimento.

En primer lugar, se establecen los puntos o estaciones donde se realizan los conteos de vehículos donde se evalúa la cantidad a lo largo de la avenida, posteriormente obtenido el estudio de tráfico se verifica la viabilidad de la construcción o implantación de la ciclo infraestructura en la avenida.

3.4.1 Estaciones de conteo

Para el estudio de tráfico se definió tres (03) estaciones de conteo a lo largo de la avenida (Figura 52), se escogieron las estaciones de conteo teniendo en cuenta que son las tres principales avenidas que interceptan la vía, son los puntos que representan la mayor cantidad de vehículos que transitan por la avenida, por otro lado, cuentan con intersecciones y cambios de dirección en ambos sentidos, a continuación, se muestra la Tabla 8 con la ubicación de las estaciones de conteo.

Tabla 8. Ubicación de estaciones de conteo.

Estación	Ubicación
EP-01	Av. Piura
EP-02	Av. Mayor Novoa
EP-03	Av. 24 de Julio

Fuente: Elaboración propia.



Figura 52. Ubicación de las estaciones de conteo.

Fuente: Google Maps.

En la ciudad de Tumbes existe el tránsito de vehículos menores como son las motos lineales y las motos taxis, por lo que se emplea el factor de equivalencia para homogenizar el tránsito a estudiar, de esta forma obtener una única unidad de relación tomando el auto como unidad de referencia con factor igual a 1.

En el año 2009 en Hanoi, Vietnam se realizó un trabajo para la estimación de la capacidad y factor de equivalencia a motocicletas para tramos viales urbanos, para la investigación se utilizó el método de promedios ponderados y el modelo logarítmico de Greenberg's. Los resultados manifiestan que la capacidad de las vías urbanas está en función del número y ancho de los carriles (Yarce, 2015), los valores se muestran en la tabla.

En el año 2014 en Karachi, Pakistán se realizó la estimación de los factores de equivalencia vehicular para tráfico heterogéneo que prevalece en la ciudad, se utilizaron tres métodos: el método de la velocidad, el método de los intervalos y el método de la regresión múltiple (Adnan, 2014). Los valores se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Ubicación de estaciones de conteo.

Categoría	Factores equivalentes	
	Viet Nam (2007)	Pakistán (2014)
Ciclos	1.20	-
Motos	1.00	0.25
Automóvil	4.00	1.00
Minibús	8.34	2.00
Ómnibus	10.48	2.50
Camión	-	3.00

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso específico de la av. Tumbes se trabajó con un factor de equivalencia para autos igual a 1 y tomando como referencia los estudios realizados en Vietnam y Pakistán que son países con presencia en su mayoría de vehículos menores como son las motos, se tomaron los siguientes valores de factor de equivalencia para motos lineales y mototaxis:

- 04 motos lineales es igual a 01 automóvil.
- 03 motos taxis es igual a 01 automóvil.

Además, se estableció el conteo por tipos de vehículos (Figura 53).

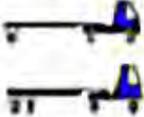
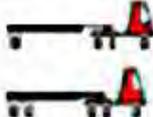
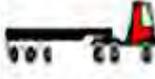
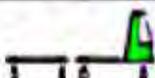
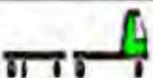
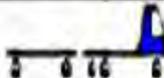
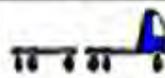
AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA	
AUTO	AUTO	PICK UP	CMTA
			
CAMION ETAS			MICRO
PANEL CMTA	RURAL COMBI CR	MICRO	
			
BUS		BUS	
B2E	B3E	B4E	
			
CAMION			
2 E	3 E	4 E	
			
SEMI TRAYLER			
2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3
			
TRAYLER			
2T2	2T3	3T2	3T3
			

Figura 53. Leyenda tipo de vehículos.

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

3.4.2 Factor de corrección estacional

El factor de corrección estacional se determina mediante una serie anual de tráfico registradas por una unidad de peaje, teniendo como finalidad hacer una corrección por los diferentes volúmenes de tráfico que se pueden presentar por variaciones estacionales como: estaciones del año, vacaciones, lluvia, cosecha, festividades, etcétera. Sin embargo, la av. Tumbes al ser una vía urbana no se cuenta con información estadística.

Las tablas de factor de corrección estacional del MTC no pueden utilizarse para vías urbanas, por lo tanto, se ha ocupado el factor de corrección estacional igual a 1 por tratarse de un proyecto de vialidad urbana a nivel de perfil. (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Factor de corrección de noviembre.

Factor de corrección noviembre	
Ligeros	Pesados
1.00	1.00
1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Resultados del conteo vehicular

Se procesó la información obtenida del conteo en las estaciones establecidas, posteriormente se analizó los resultados del volumen de tráfico por tipo de vehículo en ambos sentidos.

En el anexo 2 se presentan las tablas de conteo de tráfico diario y la alteraciones horarias y diarias.

Estación EP-01: Cruce de la av. Tumbes con la av. Piura. El conteo se realizó teniendo en cuenta las horas donde se aprecia la mayor cantidad de desplazamiento de vehículos o denominadas horas picos: en la tarde de 1pm-2pm y en la noche de 7pm-8pm.

En la Tabla 11 se muestra el conteo de vehicular del día donde se encuentran un total de 779 motos lineales, 1061 motos taxis (números convertidos y sumados en el total de autos).

Tabla 11. Conteo vehicular EP-01.

AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION					SEMIRAYLER				TRAYLER				TOTAL
		PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
814	44	49	2	4	1	0	6	7	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	934

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 11, podemos determinar que la mayor cantidad de flujo vehicular es representado por vehículos ligeros (autos, camionetas y micros) con un 98% y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) representa un 2% como se muestra en la Tabla 12, esto debido a que la zona de interés son las urbanizaciones y/o asentamientos urbanos, además de los diferentes establecimientos (colegios, centros de trabajos, centro de abastos, etcétera) que se encuentran en los alrededores.

Tabla 12. Porcentajes de los tipos de vehículos que transitan por la av. Tumbes.

Tipo de vehículos		%
Vehículos ligeros	914	97.8%
Vehículos pesados	20	2.2%
TOTAL	934	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Estación EP-02: Cruce de la av. Tumbes con la av. Piura; en la tabla 13 se muestra el conteo vehicular del día, donde se encuentran un total de 719 motos lineales, 949 motos taxis (números convertidos y sumados en el total de autos).

Tabla 13. Conteo vehicular EP-02.

AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYER				TRAYLER				TOTAL
		PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
718	33	40	2	4	1	0	6	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	813

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Porcentajes de los tipos de vehículos que transitan por la av. Tumbes.

Tipo de vehículos		%
Vehículos ligeros	798	98.1%
Vehículos pesados	15	1.9%
TOTAL	813	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Estación EP-03: Cruce de la av. Tumbes con la av. Piura. En la tabla 15 se muestra el conteo vehicular del día donde se encuentran un total de 773 motos lineales, 1028 motos taxis (números convertidos y sumados en el total de autos).

Tabla 15. Conteo vehicular EP-03

AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
		PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
773	37	46	3	3	1	0	10	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	885

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Porcentajes de los tipos de vehículos que transitan por la av. Tumbes.

Tipo de vehículos		%
Vehículos ligeros	863	97.5%
Vehículos pesados	22	2.5%
TOTAL	885	100 %

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Clasificación de la vía

La av. Tumbes responde a una vía urbana donde circulan todos los diferentes tipos de transporte motorizados y/o no motorizados, además es considerada la principal avenida urbana de la ciudad por conectar diferentes calles y/o avenidas del centro urbano y soporta una mayor circulación de vehículos con respecto de las demás vías que existen en Tumbes, es por eso que responde a una constante intervención en la preparación en el trazado urbano para el mejor beneficio del espacio y liberación de tráfico.

Las carreteras en el Perú se clasifican en función a su demanda (Tabla 17):

- Autopista de Primera Clase
- Autopista de Segunda Clase
- Carretera de Primera Clase
- Carretera de Segunda Clase
- Carretera de Tercera Clase
- Trochas Carrozable

Tabla 17. Características de una carretera de primera clase.

CARRETERA DE PRIMERA CLASE		
CARACTERÍSTICAS	CUMPLE	
	SI	NO
IMD entre 4000 y 2001 veh/día	X	
Calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.	X	
Presencia de puentes peatonales	X	
Carretera pavimentada	X	
Velocidad de diseño entre 40 a 50 km/h	X	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el estudio de tráfico realizado en la vía, las características que se observan a lo largo de la avenida Tumbes y conforme a la clasificación de carreteras en el Perú, se establece que se trata de una carretera de primera clase.



Capítulo 4

Análisis y presentación de los resultados

4.1 Elaboración de las propuestas para la implementación de la ciclo-infraestructura

4.1.1. Propuesta N°1: ciclo-infraestructura segregada en el lado derecho de la vía

La propuesta tiene como objetivo desarrollar una vía parcialmente segregada con espacios exclusivos para el uso de la bicicleta, para de esta manera proteger al usuario del volumen y capacidad de los vehículos motorizados que transitan por la avenida.

Este modelo de ciclo-infraestructura en sentido unidireccional permite al usuario desplazarse en el mismo sentido del flujo vehicular generando una mayor comodidad a la integración de una nueva calle y una mayor seguridad en las intersecciones. Además, es el tipo de mayor costo eficiencia dado que son implementaciones de bajo presupuesto y rápida ejecución.

El diseño geométrico de la ciclo-infraestructura indica que se debe realizar una disminución de 30 cm en los anchos de las veredas, además propone disminuir la dimensión del separador central hasta 1.00 m que es valor mínimo para este tipo de vía, de esta manera asegurar el ancho mínimo de calzada de 3.60 m que indica el DG-2018 del MTC (Figura 54).

CLASIFICACION POR DEMANDA					
Autopista de 1° Clase	Autopista de 2° Clase	Carretera de 1° Clase	Carretera de 2° Clase	Carretera de 3° Clase	Trocha Carrozable
Mayor a 6,000 veh/día	De 4,001 a 6,000 veh/día	De 2,001 a 4,000 veh/día	De 400 a 2,000 veh/día	Menores de 400 veh/día	Menor de 200 veh/día
Calzadas con 2 o mas carriles de 3.60 m de ancho mínimo. Separador central mínimo 6.00 m	Calzadas con 2 o mas carriles de 3.60 m de ancho mínimo. Separador central de 1.00 a 6.00 m	Calzadas de 2 carriles de 3.60 m de ancho mínimo.	Calzadas de 2 carriles de 3.30 m de ancho mínimo.	Calzadas de 2 carriles de 3.00 m de ancho mínimo, excepcional 2.50 m	Calzadas de 4.00 m de ancho mínimo, con plazoletas de cruce.

Figura 54. Clasificación por demanda.

Fuente: Diseño Geométrico (DG-2018) del MTC.

El usuario en condiciones normales necesita de 1.00 m de ancho para mantener un movimiento equilibrado a velocidad baja o por medio de cruces, sin embargo, se debe tener en cuenta la ejecución de maniobras que el ciclista pueda realizar, como movimientos que pueden ocurrir en situaciones que se pueden presentar en la marcha, es por ello que se necesita de un espacio adicional de 0.25 m a cada lado, lo que origina un ancho mínimo de ciclo-infraestructura de 1.50 m (Figura 55).

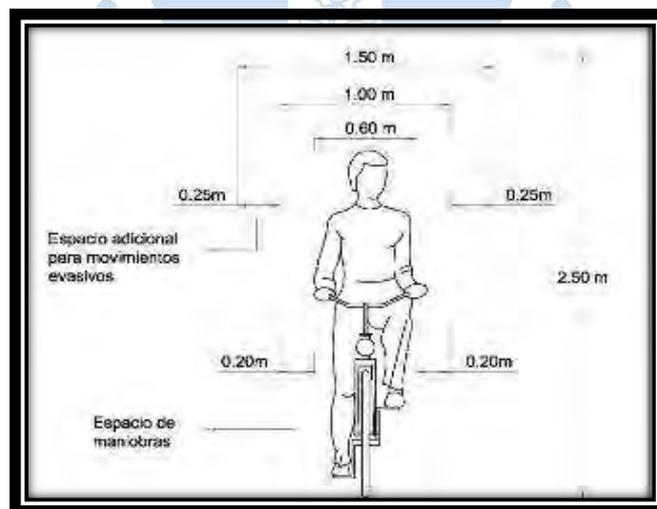


Figura 55. Espacio de seguridad.

Fuente: Elaboración propia.

Un factor importante para la elaboración de la propuesta es la seguridad del usuario, es por eso por lo que se considera un resguardo o espacio de delimitación de 0.60 m y la implementación de hitos (bolardos) que son elementos tubulares de color fluorescente con bandas reflectivas con una altura de 70-80 cm que se instalan a lo largo con intervalos de 0.50 m a 1.00 m (Figura 56). Los hitos tienen como finalidad la reducción de riesgos de siniestros y evitar que los vehículos circulen por el espacio exclusivo para los ciclistas.

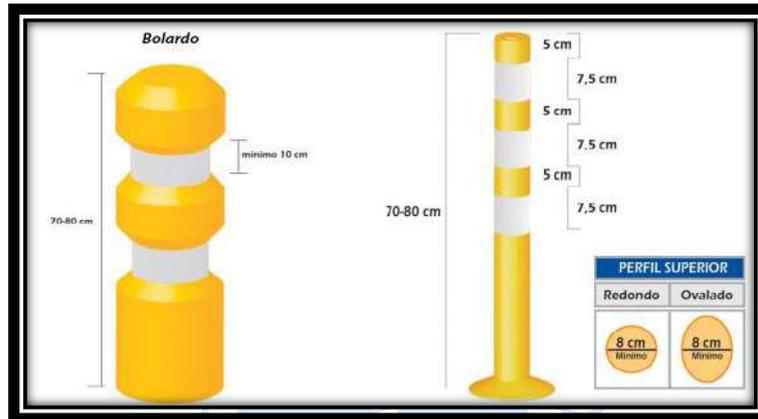


Figura 56. Tipos de bolardos.

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, (2016).

La ciclo-infraestructura segregada en el lado derecho de la vía tiene que estar demarcada con pintura de color diferente a la calzada o la vereda para que sea de fácil visualización para todos los usuarios que componen la vía, se recomienda la utilización del color rojo para generar contraste con el pavimento y el entorno.

Entonces la sección de la ciclo-infraestructura está conformada por dos calzadas en sentidos opuestos de 7.20 m, bolardos en ambos lados, delimitación de 0.60 m, se reduce la berma central arborizada a 1.00 m, dando un total de sección mínimo de 19.80 m (Figura 57). Se muestran los datos en la Tabla 18.

Tabla 18. Datos de la Propuesta N°1.

Tipología	Sección de calzada con ciclovía segregada a la derecha
Longitud total	2.10 km
Carril ciclo vial	1.60 m
Dimensión total de ciclovía	2.20 m
Dimensión de calzada vehicular	7.20 m
Número de carriles en calzada	2.00

Fuente: Elaboración propia.

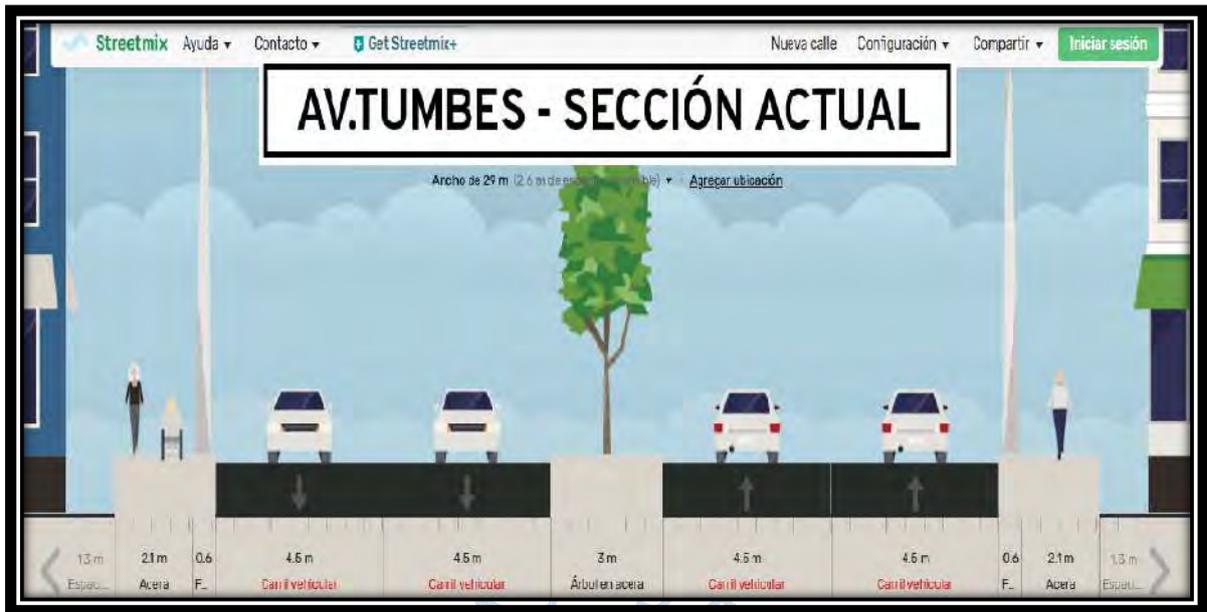


Figura 57. Av. Tumbes-sección actual.
Fuente: Elaboración propia-streetmix.



Figura 58. Propuesta N°1.
Fuente: Google Earth Pro.



Figura 59. Av. Tumbes-Propuesta N°1.

Fuente: Elaboración propia-Streetmix.

4.1.2 Propuesta N°2: ciclo-infraestructura segregada en berma central

Para la elaboración de las propuestas de implementación se tiene en cuenta la información descrita en el capítulo 2 sobre los criterios de diseño de infraestructuras ciclo-inclusiva, así como la información obtenida sobre la av. Tumbes que fue desarrollada en el capítulo 3.

La av. Tumbes en la zona de estudio cuenta con un promedio de sección de vía de 21.00 m y una longitud aproximada de 2.10 km. La implementación de la ciclo-infraestructura es apta para una calzada de doble sentido dividida por una berma central arborizada de 3m de ancho, por lo que se desarrollan propuestas que logren satisfacer todas las necesidades del usuario (ciclista).

Teniendo como referencia el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (Tabla 19) los vehículos no sobrepasan los 60 km/h en vía urbana. La av. Tumbes es una vía con una velocidad entre 45-50 km/h ya que pertenece a la zona urbana de la ciudad, además en la intersección con la av. 24 de Julio se observa la presencia de un colegio y de un hospital, de igual manera sucede con la intersección con la calle Abad Puell por lo que los vehículos no pueden sobrepasar los 30 km/h. Por lo tanto, existen tramos donde los vehículos van a circular a 30 km/h y otros a 45-50 km/h, por lo que es recomendable elaborar la propuesta para una ciclo-infraestructura segregada.

Tabla 19. Velocidad promedio alcanzada por vehículos ligeros y pesados según la distancia recorrida.

Distancia Recorrida	Velocidad alcanzada (km/h)					
	Vehículos ligeros			Vehículos pesados		
	Pendiente -6 %	Llano	Pendiente +6%	Pendiente -6 %	Llano	Pendiente +6%
25	39	32	27	20	12	9
50	48	43	37	33	22	13
75	55	50	45	40	28	13
100	60	55	51	45	33	13
125	60	60	55	50	33	13

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2015.

Para la ciclo-infraestructura segregada se propone implementar la ciclovía bidireccional en la berma central arborizada. La implementación de una ciclovía bidireccional se prioriza en avenidas donde se requieren desplazamientos en ambos sentidos de un mismo costado, pero se deberá tener especial cuidado en las intersecciones, ya que se requiere de mayor maniobrabilidad de los ciclistas para a integración en otras calles.

El espacio requerido para una ciclovía bidireccional es la suma de las dimensiones de dos ciclistas en sus laterales más próximos (1.00 m), es decir 2.00 m. La sección de la ciclovía depende también de los obstáculos laterales y las condiciones de los espacios contiguos. En el caso específico de la av. Tumbes se observa que cuenta con sardineles con una altura mayor a 0.10 m, por lo que la distancia incrementa en 0.50 m a cada lado dando un total de sección de 3.00m (Figura 60).

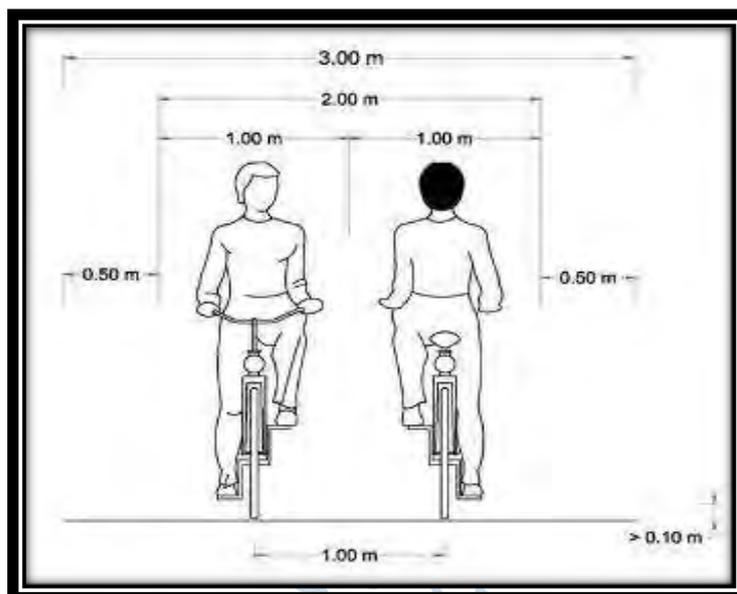


Figura 60. Ancho de ciclo-infraestructura bidireccional con sardinel mayor a 0.10 m.

Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao, 2017.

Entonces la sección de la ciclo-infraestructura está conformada por dos calzadas en sentido opuestos de 7.20 m, una berma central arborizada con sardinel de 0.15 m en ambos lados, además se reubican los árboles a los costados de los carriles de las bicicletas con un ancho de 1.20 m. En total se debe tener un ancho mínimo de sección de 19.90 m (Figura 63). Se muestran los datos en la Tabla 20.

Tabla 20. Datos de la Propuesta N°2.

Tipología	Sección de calzada con ciclovia segregada en berma central
Longitud total	2.10 km
Carril ciclo vial	1.50 m
Dimensión total de ciclovia	3.00 m
Dimensión de calzada vehicular	7.20 m
Número de carriles en calzada	2.00
TOTAL (m)	19.90 m

Fuente: Elaboración propia.



Figura 61. Propuesta N°2.

Fuente: Google Earth Pro.

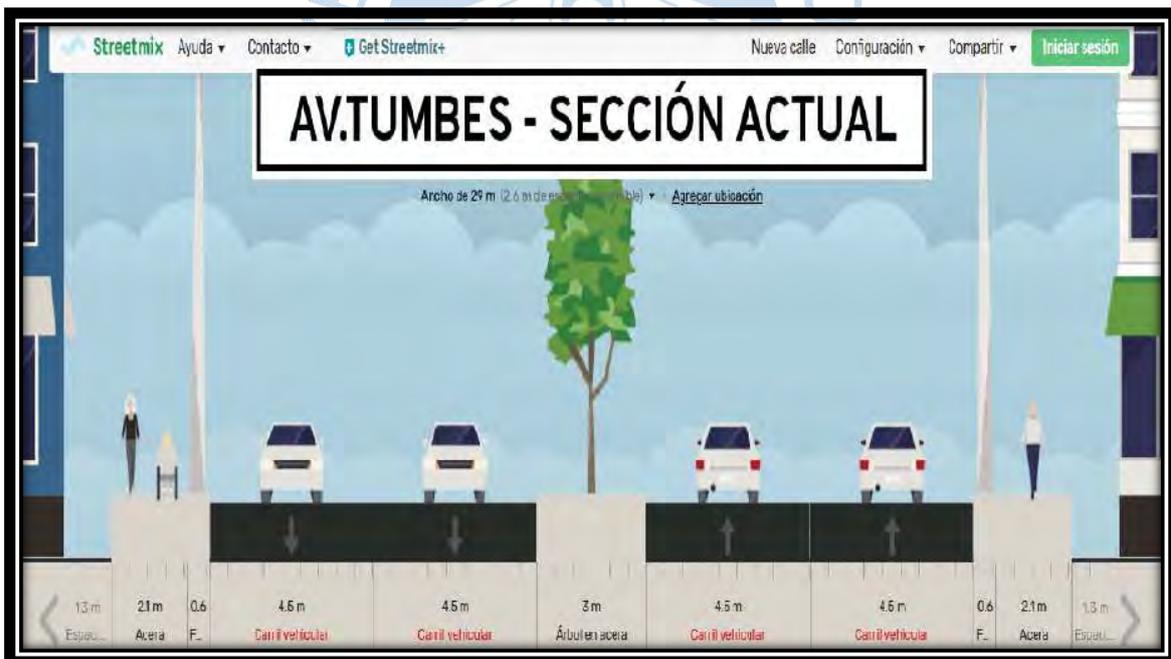


Figura 62. Av. Tumbes-sección actual.

Fuente: Elaboración propia-Streetmix.

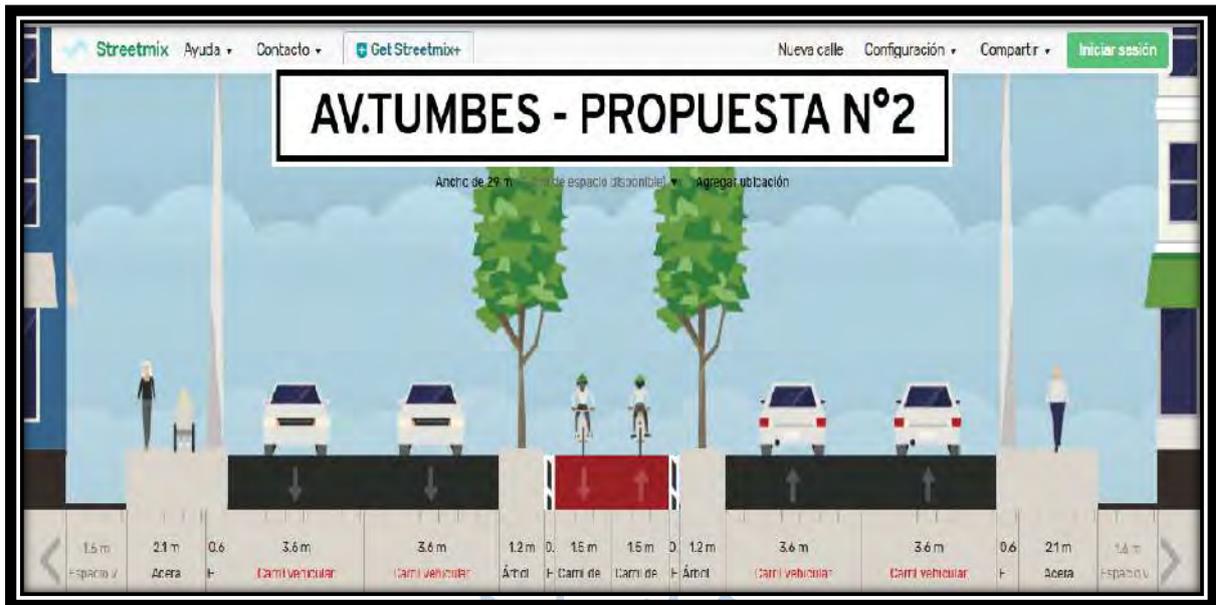


Figura 63. Av. Tumbes-Propuesta N°2.

Fuente: Elaboración propia-Streetmix.



Figura 64. Modelo Propuesta N°2 en la ciudad de Lima.

Fuente: Municipalidad de Lima.

4.2 Evaluación, comparación y elección de la mejor propuesta

4.2.1. Ciclo-infraestructura parcialmente segregada- Propuesta N°1

Para el caso de la av. Tumbes resulta inconveniente la implementación de la ciclo-infraestructura parcialmente segregada, ya que para su ubicación se genera un aumento en la medida de la sección y una reducción en el ancho de las calzadas para el transporte de los vehículos motorizados. Al reducir el ancho de los carriles a una dimensión mínima resulta complicado el diseño para su posterior conexión a una red más grande, esto a pesar de tener un mejor paso a las calles laterales secundarias. Además, otro punto a tener en cuenta en la implementación de la propuesta N°01, es que se deben reducir las áreas verdes.

Los vehículos como las motos taxis y autos que se dedican al transporte de personas tendrán que estacionarse en el límite de la infraestructura para subir o bajar a los pasajeros, lo que genera una congestión de los mismos vehículos que tendrán que formar colas tras el estacionamiento de otros (Figura 65), ya que por la reducción de la calzada a una medida mínima no podrán circular libremente.

El Perú es un país que carece de cultura vial, es decir los miembros que integran la vía no cuentan con un buen comportamiento en las calles, lo que puede originar o aumentar los siniestros viales y baja seguridad entre los ciclistas, conductores y peatones. Por lo tanto, implementar una cicloavía al lado del carril aumenta las posibilidades de siniestros si no se cuentan con las medidas adecuadas para contener la falta de cultura vial.



Figura 65. Paradero ubicado en la intersección con calle Abad Puell.

Fuente: Google Maps.

4.2.2. Ciclo-infraestructura segregada- Propuesta N°2

Para el caso de la av. Tumbes y una ciclo-infraestructura segregada no representa mayores cambios en la sección vial ni disminuciones de medidas de calzada, lo que origina que los vehículos no tengan problemas de estacionamiento y el flujo vehicular no se vea afectado.

La implementación de una ciclo-infraestructura segregada en berma central disminuye la posibilidad de potenciales puntos de conflictos que pueda tener el usuario, además representa una mejor vinculación y seguridad con la red vial de la ciudad al tener una mejor segregación.

En la actualidad existe un tramo de la av. Tumbes entre las intersecciones con la av. Piura y la calle Abad Puell que cuenta con una medida menor de berma central de 3.00 m, por lo que se replantea la sección para obtener la propuesta de una ciclo-infraestructura en la berma central, esto es posible debido al ancho de la sección en el tramo de 20.50 m que es mayor a 19.90 m (Tabla 20) requeridos para cumplir con los anchos mínimos de los elementos que conforman la propuesta N°2 (Figura 63).



Figura 66. Estacionamiento de autos en la parte central de la vía.

Fuente: Google Maps.

El paisaje resulta atractivo por la presencia de árboles y áreas verdes en buen estado en la berma central, también significa la reducción de gases contaminantes por parte de los vehículos motorizados. La implementación de la propuesta no implica la reubicación de los árboles que se encuentra en la berma central, esto con el objetivo de mantener sus beneficios, como son: protección en los días lluviosos, sombra en los días cálidos y mantener lo atractivo de la ruta.

Los carriles de la cicloavía cuentan con sardineles de 0.20 m a los costados, para de esta forma los ciclistas puedan trasladarse de forma segura a lo largo de la infraestructura y evitar los siniestros con los vehículos motorizados. La vía presenta elementos u obstáculos discontinuos como son los árboles, por lo que la distancia mínima del obstáculo respecto a la superficie de rodadura debe de ser de 40 cm.

La ciclo-infraestructura segregada aumenta la seguridad y disminuyen los riesgos de siniestros en un 89%¹, además es beneficioso para los conductores, ya que significa un motivo menos de preocupación en su traslado por la vía.

El campo de visión del ciclista es otro punto importante en tomar en cuenta para la implementación de la cicloavía, ya que es el espacio que los usuarios requieren en las intersecciones para visualizar los obstáculos o la aproximación de los vehículos motorizados. La propuesta N°2 es la implementación en la berma central, por lo que no hay inconvenientes con el campo de visión.

Para elección de la mejor propuesta para la implementación de la ciclo-infraestructura sobre la av. Tumbes se tiene en cuenta el ancho mínimo de sección que presenta la vía que es de 19.90 m, por lo que se puede determinar que ambas propuestas son factibles. Teniendo en cuenta la evaluación y comparación de las dos propuestas planteadas, se procede a la elección de la propuesta N°2, ya que de acuerdo con el estudio previo presenta mejores características (ver Tabla 21, Tabla 22).

Tabla 21. Descripción de elementos y clasificación.

Elemento	Descripción	Tolerancia	Clasificación
Cumplimiento de anchos mínimos reglamentarios	Para cicloavía unidireccionales el ancho aceptable es entre 1.50 y 1.80 metros. Se debe considerar que el ancho optimo es de 1.80 m y que si la cicloavía posee 1.50 m en toda su extensión se harán más complicadas las maniobras de adelantamiento, además no se recomiendan	En situaciones de excepción, se pueden aceptar anchos de medidas menores a los indicados, en ningún caso serán menores a 1.20 m, para cicloavía unidireccionales y 2.00 metros para cicloavía bidireccionales.	Bueno: 100 % de la extensión de la cicloavía unidireccional posee de 1.80 m y 2.40 m en cicloavía bidireccional. Regular: Menos de 100 % pero más de 90 % de la extensión de la cicloavía posee más de 1.50 m o 2.20 m y el 10% restante se encuentra sobre los 1.20 m o 2.00 m. Malo: Menos del 90% de la extensión de la

¹ D.C. Thompson, F. Rivara, y R. Thompson, "Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists" (Review), The Cochrane Collaboration, 2009

	<p>ciclovías unidireccionales mayor a 1.80 m ya que se consideran ciclovías bidireccionales.</p> <p>Para ciclovías bidireccionales el ancho recomendado es de 2.40 m.</p>		<p>ciclovía posee más de 1.50m o 2.20m.</p>
<p>Coherencia entre segregación, velocidad y composición del flujo vehicular</p>	<p>La segregación cumple un rol fundamental en dar seguridad frente a diferencias de energía entre diferentes vehículos, pero al mismo tiempo aumenta la disposición de espacio para determinar adecuadamente el proyecto.</p>	<p>La segregación debe ser coherente con las condiciones de operación de la vía, es importante segregar adecuadamente las condiciones de circulación, para de esta manera evitar niveles bajos de segregación en condiciones de alta velocidad o grandes cantidades de vehículos.</p>	<p>Bueno: La segregación es adecuada para las velocidades de circulación de la vía.</p> <p>Regular: La segregación es excesiva para las velocidades de circulación de la vía.</p> <p>Malo: La segregación es insuficiente para las velocidades de circulación de la vía o las grandes cantidades de vehículos.</p>
<p>Número y complejidad de puntos potenciales de conflicto</p>	<p>La propuesta de composición del perfil de la ciclovía debe ser capaz de mostrar que la configuración minimiza los potenciales puntos de conflicto.</p>	<p>Los puntos potenciales de conflictos y su complejidad deben ser bien planteados en el proceso posterior de diseño.</p>	<p>Bueno: La elección del perfil minimiza los puntos de potencial conflicto, además esto poseen bajo nivel de complejidad.</p> <p>Regular: La elección del perfil minimiza los puntos de potencial conflicto, pero estos poseen un nivel de complejidad medio o alto.</p>

			Malo: La elección del perfil NO minimiza los puntos de potencial conflicto, además estos poseen un nivel de complejidad medio o alto.
Vinculación con el sistema	La zona en que se desarrolla el sistema no cuenta en la actualidad con una red de ciclovías, por lo cual el grado de vínculo con el sistema se deberá analizar mediante la forma en que la ciclovía se conecta con la red vial.	El proyecto termina en la red vial, entonces el flujo de ciclistas que ingresan y egresen de la ciclovía deben ser orientadas al espacio de circulación que les corresponde.	Bueno: La ciclovía se vincula de forma correcta con la red vial. Regular: La ciclovía no se conecta de forma correcta con la red vial. Malo: La ciclovía no se conecta con la red vial dejando discontinuidades.

Fuente: Guía de Composición y Diseño Operacional de Ciclovías, 2019.

No se considera con aprobación los anteproyectos de ciclo-infraestructura que en el análisis anterior se llega con alguno de los siguientes resultados.

Causal 1: Propuesta que cuente con calificación de malo en la característica “Vínculo con el sistema” o “Número y complejidad de puntos potenciales de conflicto”.

Causal 2: Propuesta que cuente con dos o más características con calificación de malo.

Tabla 22. Cuadro comparativo de propuestas.

Cuadro comparativo de propuestas						
Características	Propuesta N°1			Propuesta N°2		
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo
Anchos mínimos		X		X		
Segregación		X		X		
Puntos potenciales de conflictos			X	X		
Vínculo con el sistema		X		X		
RESULTADO	Rechazada por causal 1			Aprobada		

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5

Diseño geométrico

5.1 Intersecciones

5.1.1 Tratamiento de intersecciones

La implementación de la ciclo-infraestructura necesita de implementaciones adecuadas en las intersecciones, como: marcas en el pavimento, operación semafórica, señales verticales y geometría para garantizar la seguridad de los ciclistas al transitar. Por lo general se toma al automóvil como principal elemento de la vía urbana, pero todos los movimientos de los usuarios que integran la vía deben estar organizados de acuerdo con la pirámide de la movilidad (Figura 67), que indica que los vehículos motorizados deben los desplazamientos y tiempo de cruce a los peatones, y para el caso de la av. Tumbes se adiciona un nuevo elemento que es el ciclista.



Figura 67. Pirámide de la movilidad.

Fuente: Adaptación del ITP, 2014.

Las intersecciones son los puntos de mayor riesgo para la seguridad, ya que se pueden presentar siniestros y conflictos en la vía, por lo que se debe cumplir criterios mínimos de diseño (ver Tabla 23).

Tabla 23. Criterios mínimos de diseño.

Criterio	Aplicación
Intersecciones seguras	Garantizar buena visibilidad para todos los usuarios de la vía y reducir la velocidad de los vehículos motorizados.
Intersecciones coherentes	Diseño legible con demarcaciones de espacios de circulación y señalización clara.
Intersecciones directas	Recorridos fluidos y sin desvíos.

Fuente: Adaptación de Municipalidad de Lima, (2017).

La ciclo-infraestructura sobre la av. Tumbes se está diseñando para que cumplan con intersecciones seguras, coherentes y directas.

- Campo de visión: espacio que necesita el ciclista en las intersecciones para alertar la aproximación de los vehículos motorizados, el espacio debe de ser de 20 a 30 m, además no debe presentar elementos que obstaculicen la visión de los usuarios que se desplazan por la vía y de las que suman o la cruzan (Figura 68). Para el caso específico de la av. Tumbes se puede determinar por estudios previos en la zona, que la vía que recorre la avenida no presenta elementos que interrumpan el campo de visión para los peatones y los futuros ciclistas.



Figura 68. Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones.

Fuente: Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado, (2020)

- Línea de deseo del ciclista: en los criterios que deben cumplir en las intersecciones, se tiene que considerar las líneas de deseo del ciclista, por lo general corresponde al cruce directo, coherente y que evite la realización de desvíos o maniobras que puedan resultar peligrosas y confusas (Figura 69). Para el caso de la av. Tumbes se determinan los diferentes giros que se presentan a lo largo de las intersecciones. Ver Tabla 22.

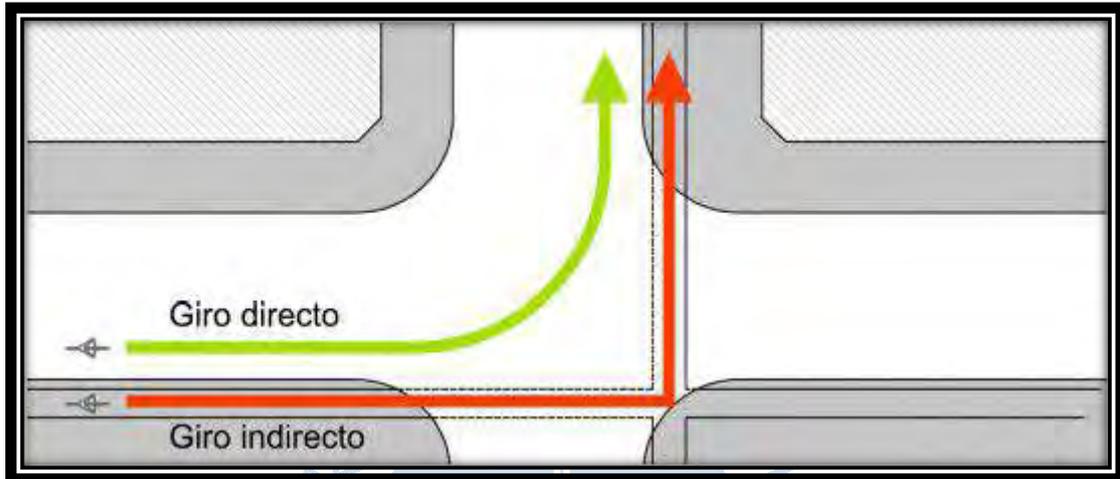


Figura 69. Línea de deseo vs ruta obligada.

Fuente: Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado, (2020)

Tabla 24. Viraje en intersecciones semaforizadas.

Número	Calle y /o avenida	Giro a la derecha	
		<input type="checkbox"/> Cíclo <input type="checkbox"/> Otro Vehículo	
		Calzada izquierda	Calzada derecha
1	Calle Miguel Grau	Si	Si
2	Av. Piura	Si	No
3	Calle Abad Puell	No	Si
4	Av. Mayor Novoa	Si	Si
5	Av. 24 de Julio	Si	Si
6	Calle José Olaya	No	Si
7	Calle Los Tumpis	No	Si
8	Av. La Marina	Si	Si

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener líneas de giro de forma directa en la ciclo-infraestructura en la berma central sobre la av. Tumbes es importante la implementación de cajones bici, ya que su presencia aumenta la seguridad del ciclista y permite la realización de un giro directo en las intersecciones (Figura 70). Los cajones bici son áreas de espera de uso exclusivo de ciclistas que se ubican antes del cruce peatonal y delante de los vehículos motorizados en las intersecciones con semaforización, se compone de un rectángulo de un color diferente a la vía delimitada por dos rayas blancas de 0.50 m de ancho en posición perpendicular a la circulación de la vía.²



Figura 70. Ejemplo de cajón bici.

Fuente: Despacio.org.

Las intersecciones presentan cruce en una vía en una o en dos direcciones, por lo que se requiere la implementación de un camellón para de esta forma reducir la velocidad de los vehículos motorizados y el ciclista pueda desplazarse de forma segura (Figura 71, Figura 73). De igual manera para realizar giro a la izquierda, el ciclista deberá ingresar por el paseo peatonal en dos tiempos (Figura 72, Figura 74).

En el Anexo 3 se muestran el diseño general de la ciclo-infraestructura a lo largo de la av. Tumbes.

² Municipalidad de Lima, (2017). Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas, 2017.

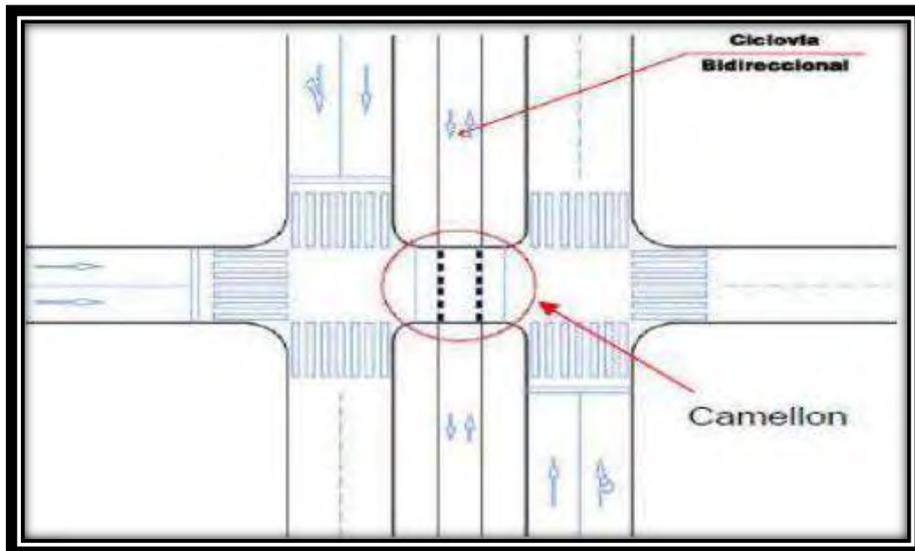


Figura 71. Ciclovía en cruce con avenida en una dirección.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

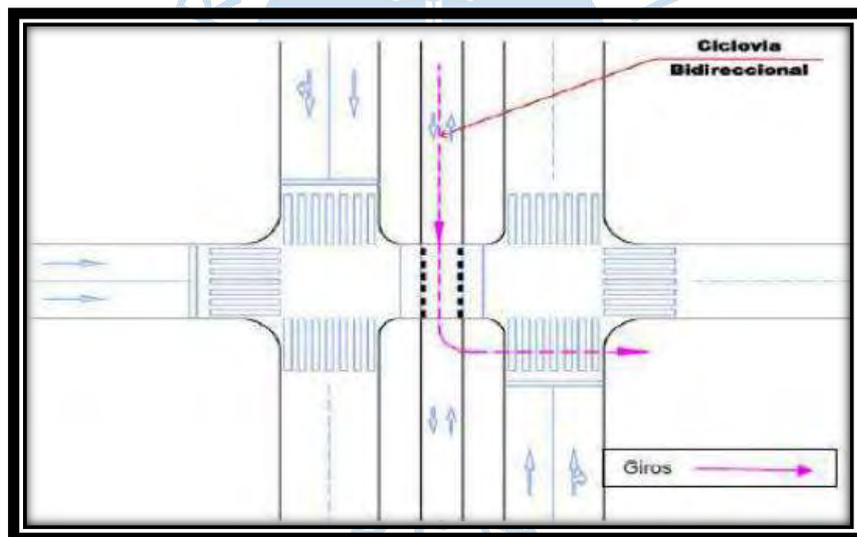


Figura 72. Movimiento del ciclista al girar a la izquierda.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

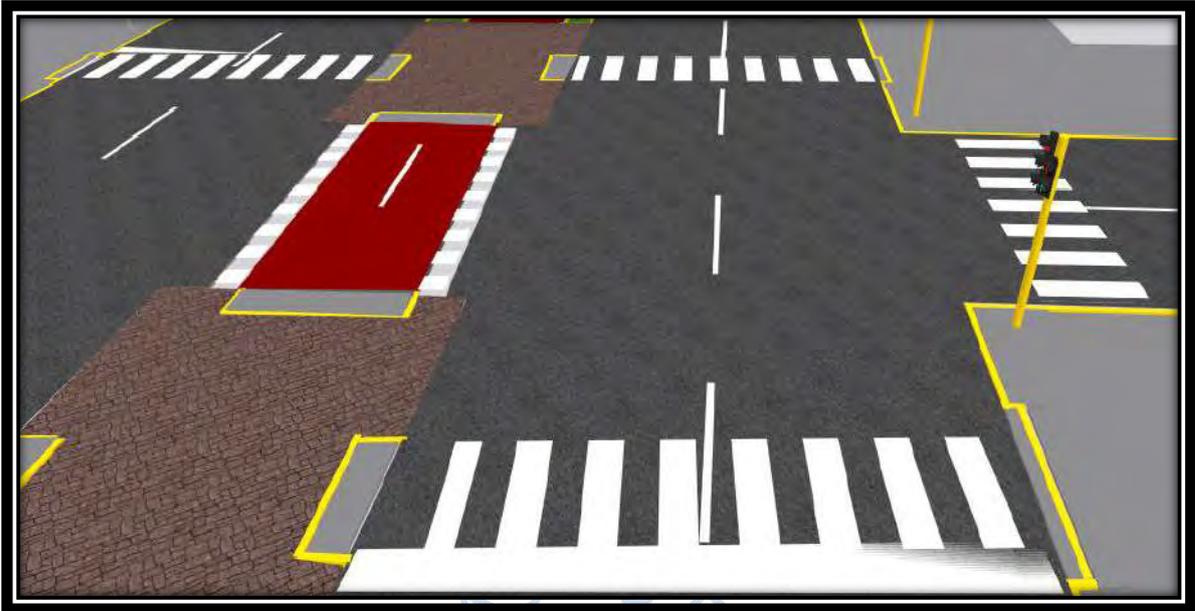


Figura 73. Modelación en Vissim PTV de ciclovía en cruce con avenida en una dirección.
Fuente: Elaboración propia.

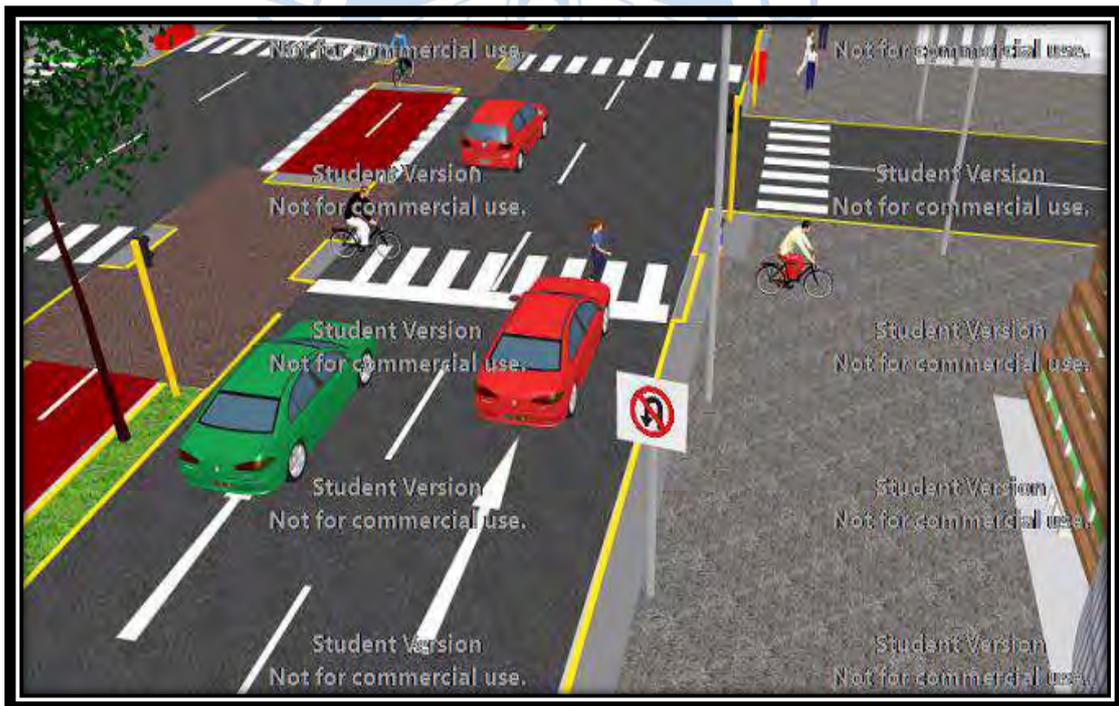


Figura 74. Modelación en Vissim PTV del movimiento del ciclista al girar a la izquierda.
Fuente: Elaboración propia.

5.2 Señalización

Es importante implementar la señalización de forma correcta y estandarizada para facilitar y guiar a los usuarios en el uso de la ciclo-infraestructura, además mejora las condiciones de seguridad en las intersecciones y controlar la velocidad de los vehículos, ya que las señales están implementadas para ser respetadas por los ciclistas y conductores.

Las señalizaciones se dividen en horizontales y verticales, además se clasifican en reglamentarias, informativas y preventivas³.

- Reglamentarias: indican velocidad máxima, puntos de detención, sentidos viales.
- Informativas: indican rutas, distancias, lugares de estacionamientos.
- Preventivas: indican giros, zonas de detención.

5.2.1 Señalización horizontal

El objetivo de la señalización horizontal en la ciclo-infraestructura es precisar los espacios de desplazamientos de los ciclistas e indicar a los usuarios de la vía la dirección de circulación. Para la av. Tumbes se define con señalizaciones horizontales el camino a seguir en las intersecciones y los espacios de detención.

A continuación, se presenta las señalizaciones horizontales a implementar para la ciclo-infraestructura en la av. Tumbes.

- Colocación de flechas ciclovía: indica sentido de desplazamiento y cambio de dirección a otras vías. Su colocación va al principio y al final de cada cuadra, además son de color de pintura blanca. Las dimensiones de la señal se detallan en la Figura 75. (Ver Figura 76).
- Demarcación de línea discontinua: como se trata de la implementación de una ciclovía bidireccional (dos carriles), se debe demarcar con una línea amarilla, además por ser una ciclovía en la berma central corresponde una línea discontinua, ya que está aislada con sardineles de la calzada vehicular. Las dimensiones de la señal se detallan en la Figura 77. (Ver Figura 78).
- Demarcación de PARE en las intersecciones: se implementa una línea blanca transversal y la palabra PARE en color blanco, la señalización indica la detención de los ciclistas en las intersecciones. Las dimensiones de la señal se detallan en la Figura 79. (Ver Figura 80).
- Cruce ciclista: llamados también cajones bici son áreas de espera para los ciclistas, ayuda al usuario a reconocer la continuación de su ruta y para los vehículos motorizados permite visualizar el desplazamiento preferencial de los ciclistas. Las dimensiones de la señal se detallan en la Figura 81. (Ver Figura 82).

³ Municipalidad de Lima, (2017). Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas, 2017.

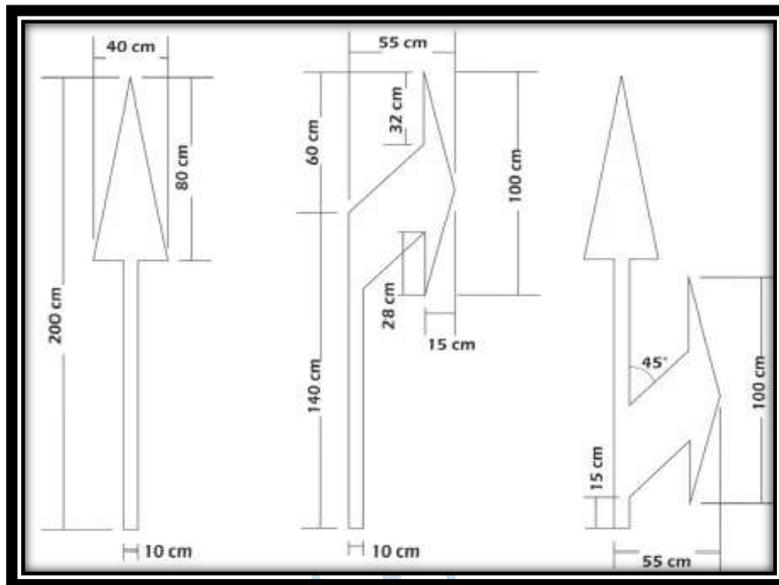


Figura 75. Flechas que indican sentido de circulación.

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

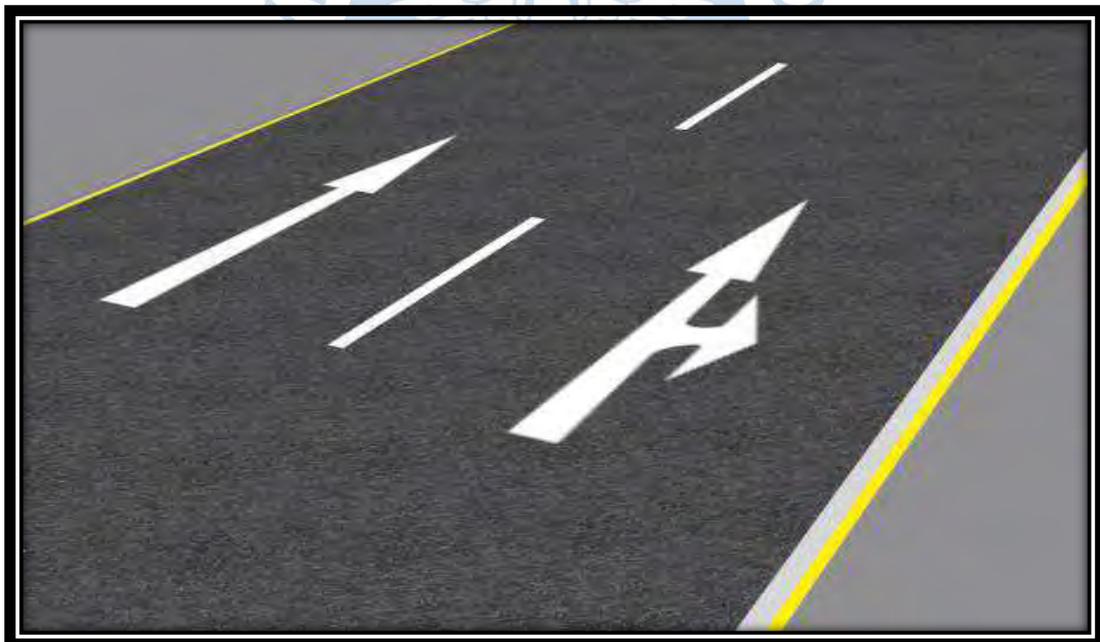


Figura 76. Modelación en Vissim de flechas que indican sentido de circulación.

Fuente: Elaboración propia.

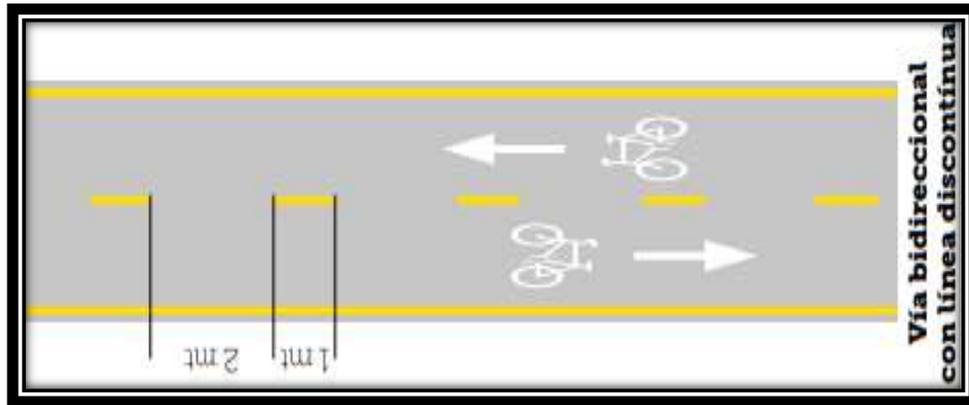


Figura 77. Demarcación de línea discontinua en ciclovía bidireccional.

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.



Figura 78. Modelación en Vissim de la demarcación de línea discontinua en ciclovía bidireccional.

Fuente: Elaboración propia.

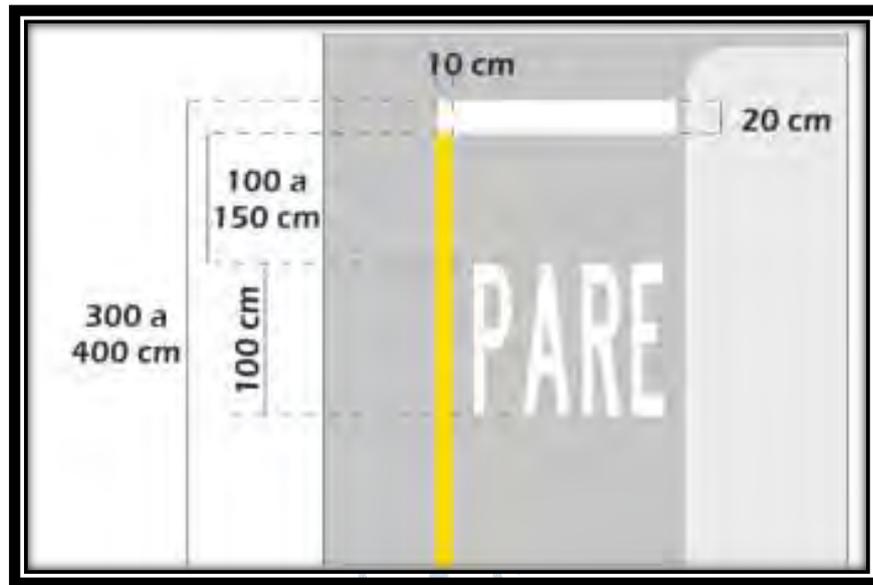


Figura 79. Señal de PARE en las intersecciones.

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.



Figura 80. Modelación en Vissim de la Señal de PARE en las intersecciones.

Fuente: Elaboración propia.

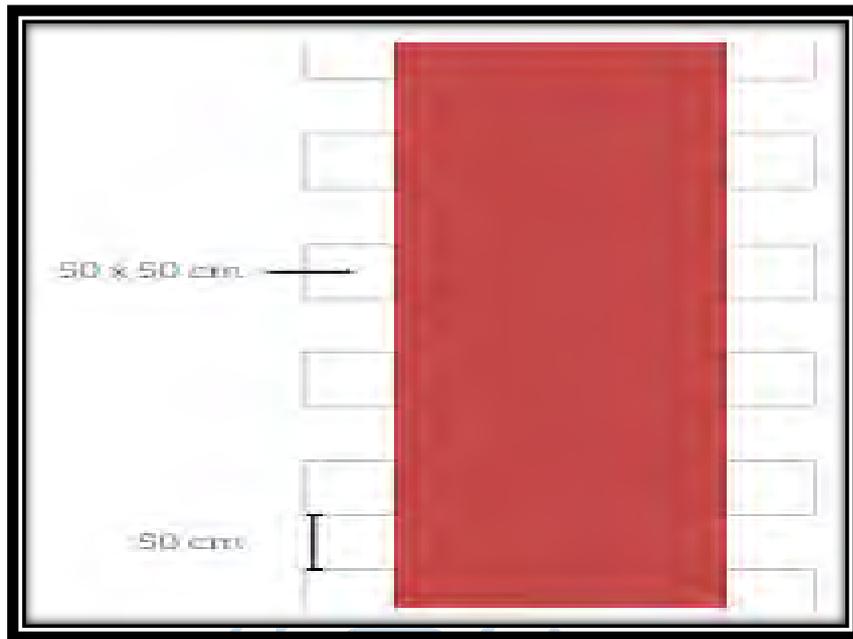


Figura 81. Demarcación cajón bici.

Fuente: Elaboración propia.

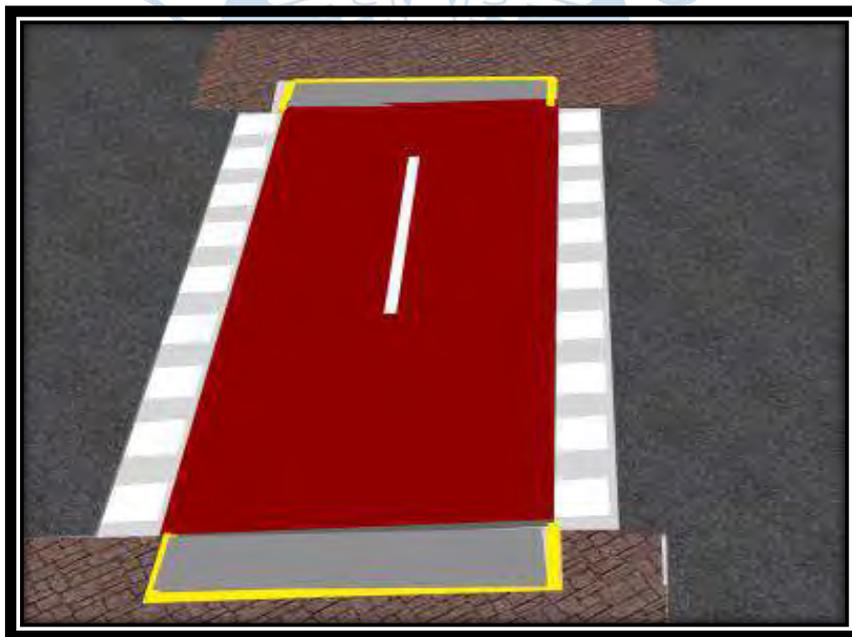


Figura 82. Modelación en Vissim de la demarcación cajón bici.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Señalización vertical

A continuación, se presenta las señalizaciones verticales a implementar para la ciclo-infraestructura en la av. Tumbes (ver Tabla 23, Tabla 24).

Tabla 25. Señales Reglamentarias.

Señales reglamentarias		
Señal	Uso	Símbolo
R-42: Ciclovía	Comunicar a los usuarios la existencia de la vía exclusiva para desplazamiento de bicicletas	
R-1: Pare	Prioridad de paso al ciclista y detener a los vehículos motorizados	
R-2: Ceda el paso	Indica a los motorizados la prioridad del paso de los ciclistas.	
R-6: Prohibido voltear a la izquierda	Indicar a los motorizados la prohibición de girar a la izquierda por la presencia de la ciclovía implementada en la berma central	
R-10: Prohibido voltear U	Indicar a los motorizados la prohibición de girar en U por la presencia de la ciclovía implementada en la berma central.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 Señales Informativas.

Señales informativas		
Señal	Uso	Símbolo
I-18: Ciclovía	Indicar al ciclista la distancia o dirección en la que se encuentra la ciclo-infraestructura.	
Dirección de la infraestructura ciclo vial	Indica el destino hacia donde se está desplazando.	

Fuente: Elaboración propia.

Las señales verticales estarán ubicadas al lado derecho del flujo de tránsito, colocados a lo alto de la vía. La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal tendrá como mínimo una distancia de 0.60 m.

Las señales cumplirán con una altura mínima de 2.10 m de visibilidad desde el nivel de la vereda hasta el borde inferior de la señal.

El ángulo de colocación de las señales será de 90° con referencia a las veredas. Además, para la implementación de las señales se utilizará tubos de fierro redondo o tubos plásticos rellenos de concreto. Para las señales preventivas se utilizará postes pintados con franjas negras y blancas de 0.30 m y para las señales informativas serán de color gris. (Ver Figura 83, Figura 84, Figura 85, Figura 86).

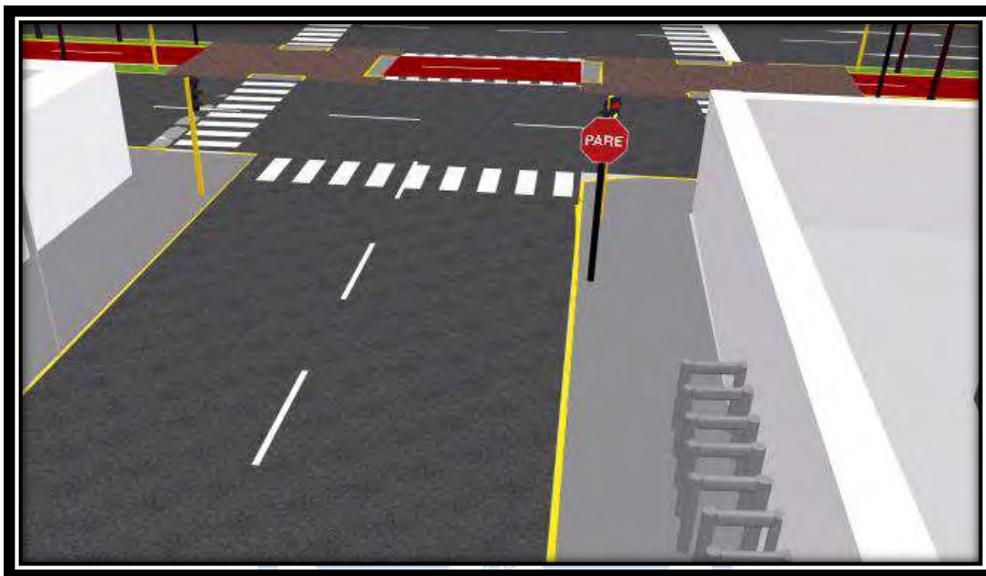


Figura 83. Modelación en Vissim de la señal R-1: PARE.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 84. Modelación en Vissim de la señal R-6: Prohibido voltear a la izquierda.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 85. Modelación en Vissim de la señal R-10: Prohibido voltear U.
Fuente: Elaboración propia.

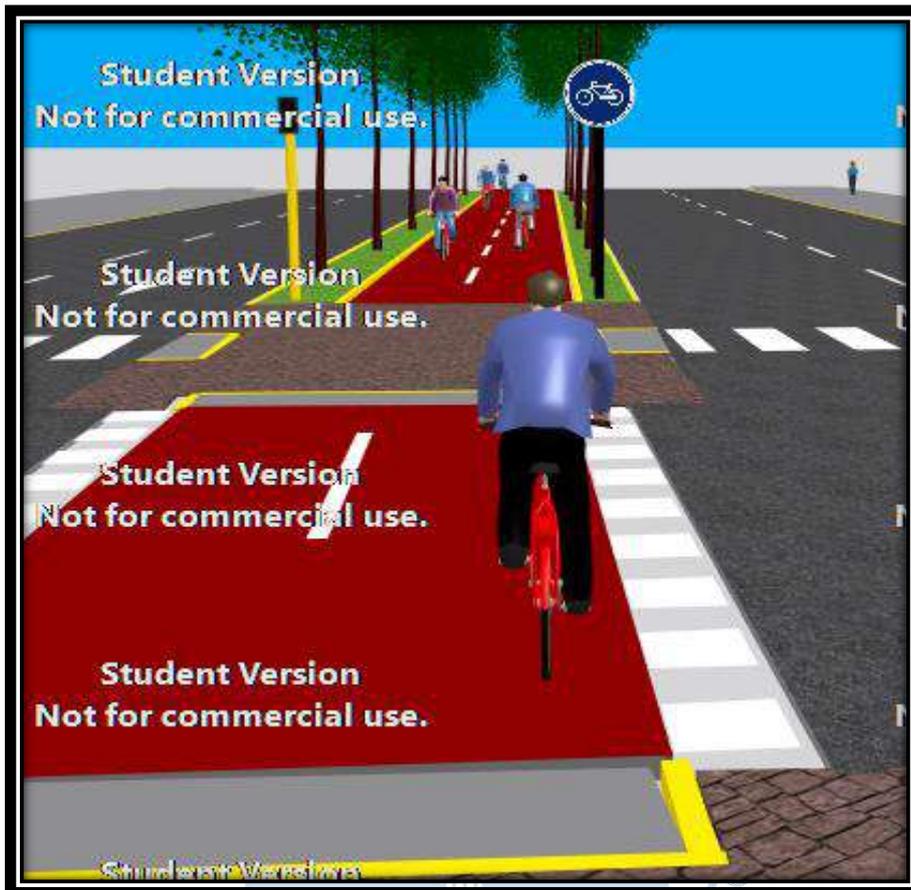


Figura 86. Modelación en Vissim de la señal I-18: Ciclovía.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Semaforización

Para brindar mayor seguridad en los desplazamientos de los ciclistas a lo largo de la infraestructura, se implementarán semáforos para ciclistas con la finalidad de evitar siniestros con los vehículos motorizados y/o peatones. Los semáforos son dispositivos que controlan y regulan el tránsito por medio de luces que permiten o prohíben el paso.

La implementación de los semáforos será en las intersecciones, ya que es la zona con mayor probabilidad de ocurrir siniestros y/o conflictos. Además, la semaforización de la ciclovía en la av. Tumbes será la misma que es utilizada por los vehículos motorizados.

El semáforo para las bicicletas se instalará en la berma central a 2.00 m de altura del nivel de la ciclovía, además no formará parte al semáforo de los vehículos motorizados (Figura 87, Figura 88, Figura 89).

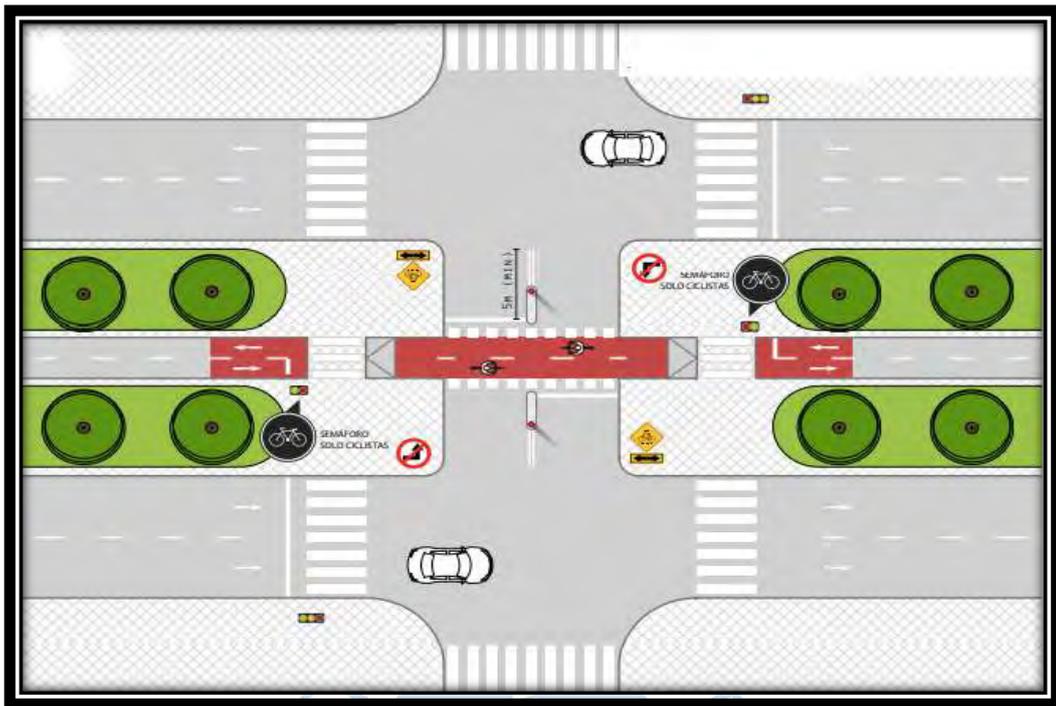


Figura 87. Ejemplo de ubicación de semáforo para bicicleta.

Fuente: Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado, (2020)

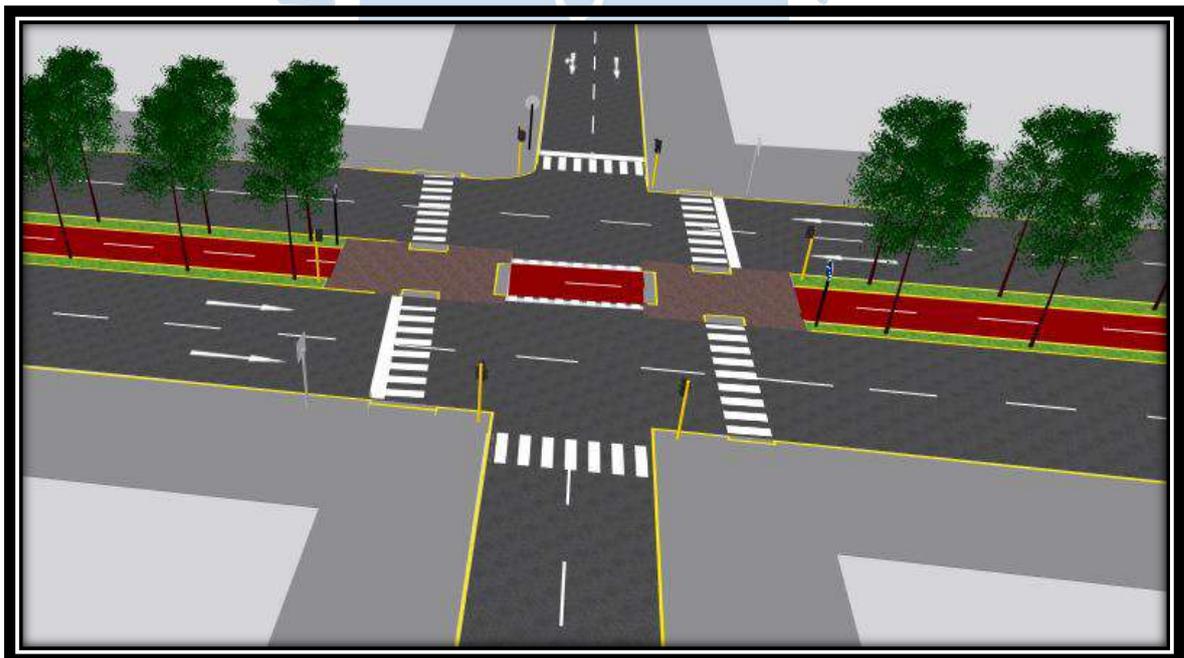


Figura 88. Modelación en Vissim de la ubicación de semáforos para bicicleta.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 89. Semáforo para bicicleta independiente.

Fuente: Ciclo Lima.

El semáforo para bicicleta contará con dos luces con símbolo de bicicleta en fondo negro: en la parte superior del semáforo será de color rojo que indica al ciclista su detención, en la parte inferior de color verde que indica al ciclista que puede avanzar (Figura 90, Figura 91).

En el Anexo 4 se muestra el detalle de cada intersección con la ciclo-infraestructura a lo largo de la av. Tumbes.

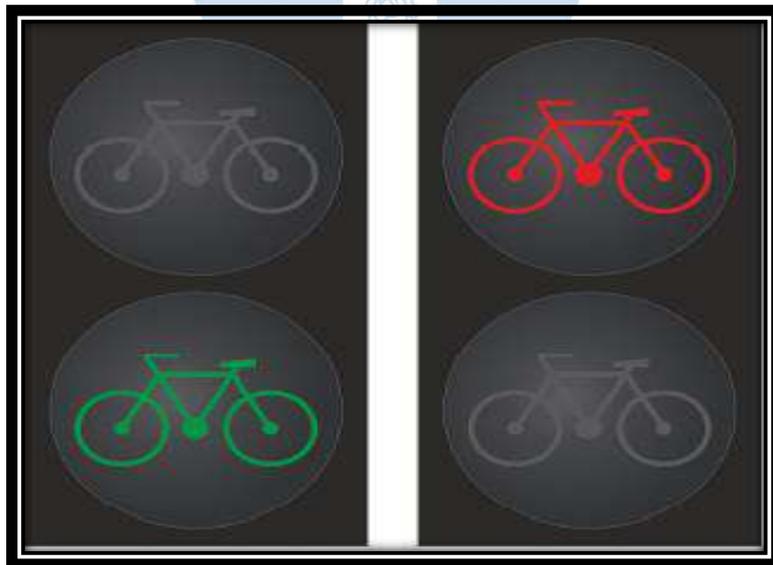


Figura 90. Semáforos para bicicletas.

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.



Figura 91. Modelación en Vissim de semáforo para bicicletas.

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

5.4 Diseño de ciclo parqueadores

Para completar la implementación de la ciclo-infraestructura es necesario generar espacios o puntos donde los ciclistas pueden obtener servicios básicos como los estacionamientos para bicicletas. Para aumentar las posibilidades de incrementar el uso de la bicicleta, es necesario que durante el recorrido existan espacios o mobiliario que permitan dejar con seguridad la bicicleta.

El correcto diseño del ciclo parqueadero, implementación y su localización en un espacio determinado va a generar confianza en los usuarios y por consecuencia asegura el aumento en el nivel de uso⁴.

Los estacionamientos de bicicletas deben garantizar requisitos mínimos de diseño: Seguridad para la bicicleta, facilidad y comodidad. Por otro lado, el diseño debe ser simple y que no demande esfuerzo físico extra para el ciclista.

Existen diferentes formas, pero el principal objetivo es permitir el anclaje del marco y de la llanta trasera al ciclo parqueador para de esta forma garantizar una adecuada seguridad del vehículo, además se deberá usar materiales de buena calidad que permita la resistencia a la intemperie y posible vandalismo.

⁴ Municipalidad de Lima, (2017). Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas, 2017.

Por lo tanto, para la implementación del ciclo parqueador el modelo elegido es la U invertida, ya que de las diferentes opciones es de implementación simple, comprensible para el usuario, bajo costo y fácil mantenimiento⁵.

El ciclo parqueador en forma de U invertida está conformada por tubos de acero de 5cm de diámetro y ajustado en el suelo. En la Figura 92 se muestra a detalle las dimensiones para la implementación del ciclo parqueador. (Ver Figura 93).

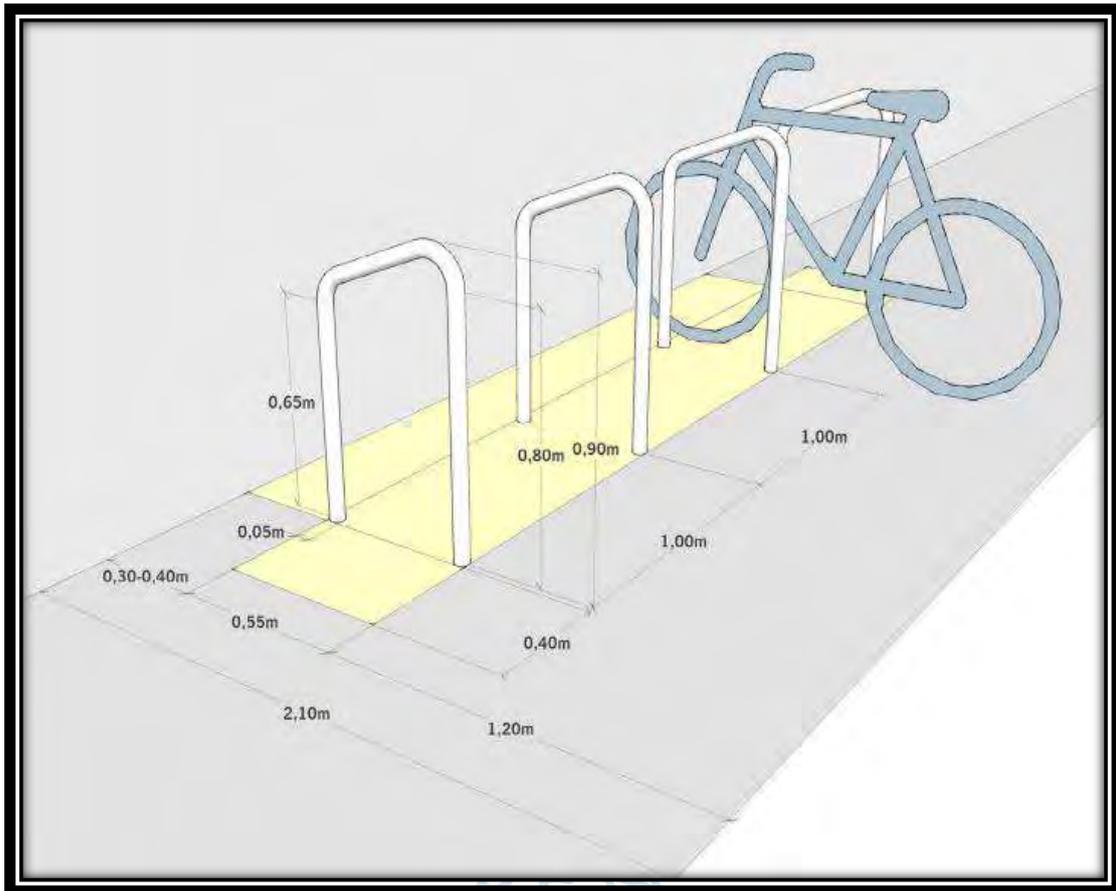


Figura 92. Ciclo parqueador de diseño U invertida.

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

⁵ Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Chile, (2019). Guía de Composición y Diseño Operacional de Ciclovías, 2019.

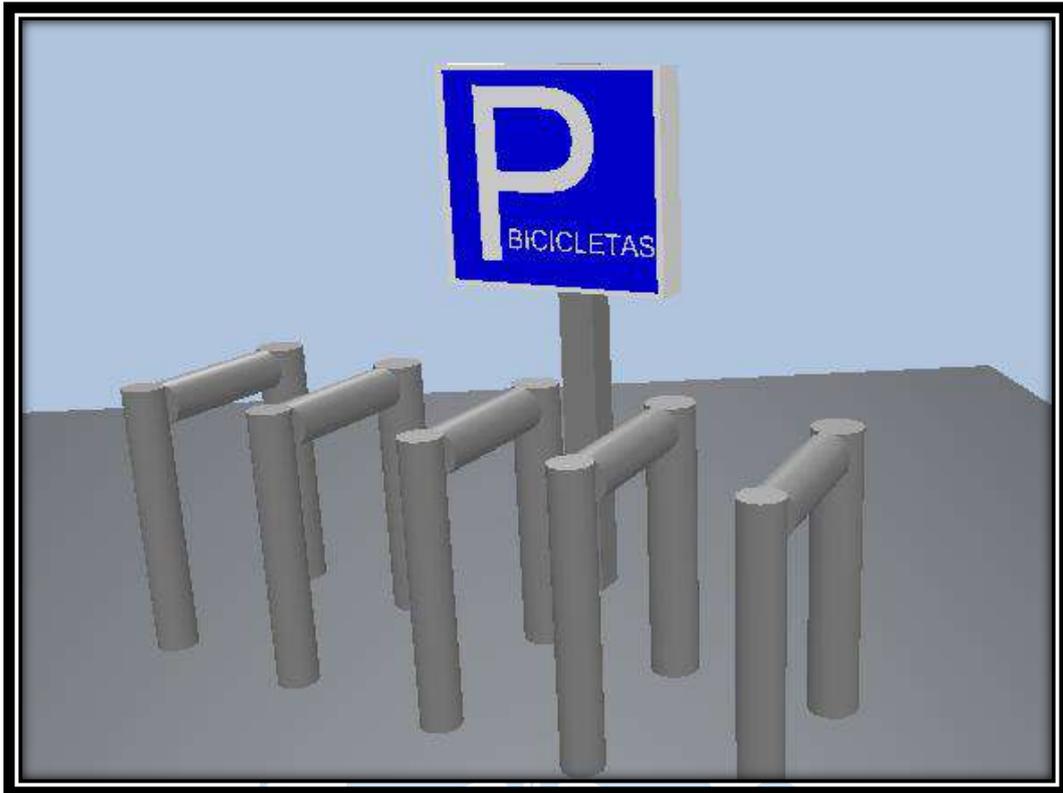


Figura 93. Modelación en Vissim de ciclo parqueador de diseño U invertida.

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

El criterio principal para la ubicación de los estacionamientos es la cercanía a los principales destinos o lugares de destinos que presentan los usuarios de las bicicletas como los centros de trabajos, colegios, centros de salud, lugares de entretenimiento, farmacias restaurantes y supermercados.

Para la implementación de los estacionamientos en la av. Tumbes se tiene en cuenta las dimensiones del ciclo parqueador que tiene un ancho de 2.10 m, llegando a la conclusión que no es factible su ubicación en la ciclovía, por lo que se decide su implementación fuera de la vía, en las avenidas y/o calles con espacios de estacionamientos públicos cerca a la av. Tumbes.

- Parqueadero ubicado en la calle Tacna: la calle es paralela a la av. Tumbes, se ubicará el estacionamiento sobre un paseo peatonal que cuenta con iluminación y presencia de árboles. La calle Tacna se extiende hasta la altura de la calle Abad Puell, por lo que se implementará ciclo parqueadores a lo largo de la calle (Figura 94, Figura 95, Figura 96).

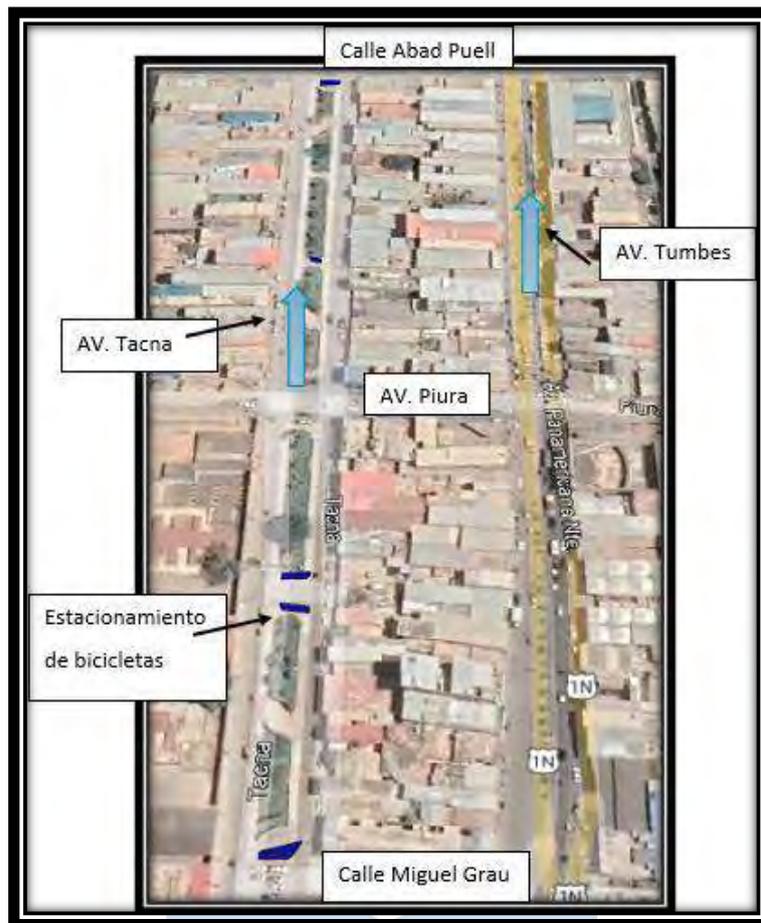


Figura 94. Ubicación de ciclo parqueador en la calle Tacna.

Fuente: Elaboración propia.

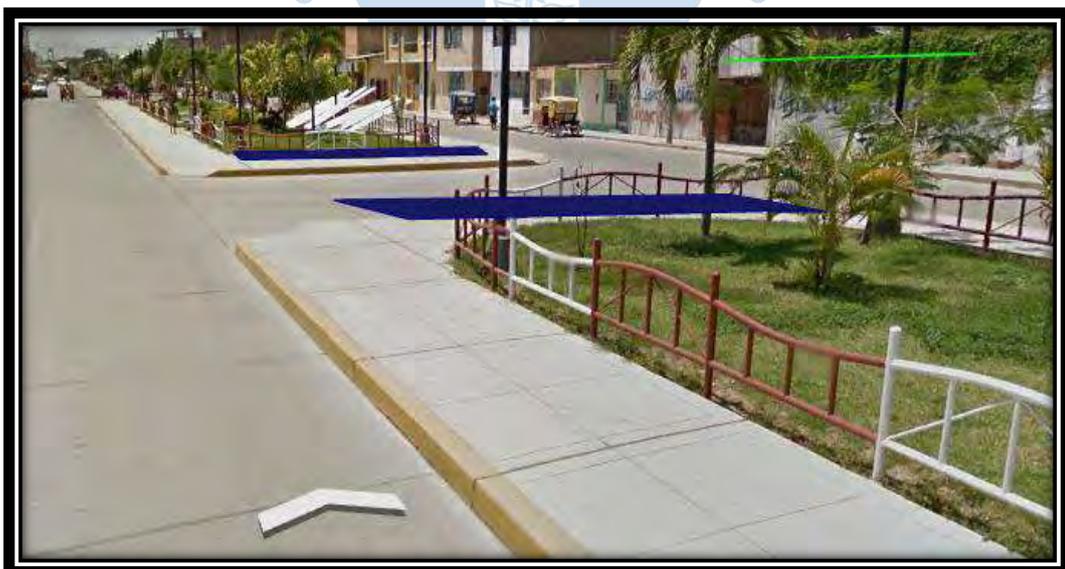


Figura 95. Zona para estacionamiento de bicicleta en la calle Tacna.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 96. Modelación en Vissim de la zona para estacionamiento de bicicleta en la calle Tacna.

Fuente: Elaboración propia.

- Parquedero ubicado en la av. 24 de Julio: en la zona se encuentran colegios, hospitales, farmacias y centro de trabajo, además de contar con una sección amplia de vía que permite su ubicación sin generar conflictos (Figura 97, Figura 98, Figura 99).



Figura 97. Ubicación de ciclo parquedero en la av. 24 de Julio.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 98. Zona para estacionamiento de bicicleta en la av. 24 de Julio.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 99. Modelación en Vissim de la zona para estacionamiento de bicicleta en la av.24 de Julio.

Fuente: Elaboración propia.

- Parqueadero ubicado en la av. Tumbes: en la zona se encuentra el coliseo Tumpis y el centro de salud SISOL SALUD, el estacionamiento se implementará sobre la vereda, ya que al contar con un ancho aproximado de 6.50 m no genera conflicto con los peatones (Figura 100, Figura 101, Figura 102).



Figura 100. Ubicación de ciclo parqueador en la av. Tumbes.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 101. Zona para estacionamiento de bicicleta en la av. Tumbes.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 102. Modelación en Vissim de la zona para estacionamiento de bicicleta en la av. Tumbes.
Fuente: Elaboración propia.

- Parqueadero ubicado en la av. La Marina: en la zona se encuentra el Gobierno Regional de Tumbes, centro comercial Plaza Center, además de contar con una sección amplia de vía que permite su ubicación sin generar conflictos (Figura 103, Figura 104, Figura 105).



Figura 103. Ubicación de ciclo parqueador en la av. La Marina.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 104. Zona para estacionamiento de bicicleta en la av. La Marina.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 105. Modelación en Vissim de la zona para estacionamiento de bicicleta en la av. La Marina.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

En el estudio de tránsito se definió tres (03) estaciones de conteo que están ubicadas en las principales avenidas que interceptan la vía, posteriormente luego del análisis de los resultados se verifica la viabilidad de la implementación de la ciclo-infraestructura en la av. Tumbes.

La av. Tumbes cuenta con todas las características necesarias para elaborar el diseño geométrico para implementar la ciclo-infraestructura. Las características que cumplen con las necesidades para el transporte en bicicleta son: anchos mínimos, segregación, puntos potenciales de conflicto y vínculo con el sistema.

La propuesta elegida para el diseño de la ciclo-infraestructura de acuerdo con los análisis y evaluaciones a lo largo de la avenida es de tipo segregada y con ubicación en la berma central (Propuesta N°2), para de esta forma evitar disminuciones de medidas de la sección transversal, evitar conflictos en las intersecciones y no originar un mayor tráfico vehicular que origina implementar la ciclovía al lado derecho de las calzadas.

La ciclovía es el tipo de ciclo-infraestructura más económica y de rápida implementación en la avenida, ya que se integra al separador central, además permite una ruta cómoda y directa.

La implementación de las señalizaciones en la ciclo-infraestructura de forma correcta y estandarizada facilitan y guían a los nuevos usuarios, mejoran las condiciones de seguridad en las intersecciones y controlan la velocidad de los vehículos, ya que las señales están implementadas para ser respetadas por los ciclistas y conductores de los vehículos motorizados.

El modelo elegido para la implementación del ciclo parqueador es la U invertida, ya que luego del análisis se determina que es de simple implementación, comprensible para el usuario, bajo costo y fácil mantenimiento.

La implementación de los estacionamientos para bicicletas nos es factible dentro de la ciclo vía, por lo que se decide su instalación en calles y/o avenidas con espacios suficientes que no interrumpen el flujo peatonal.

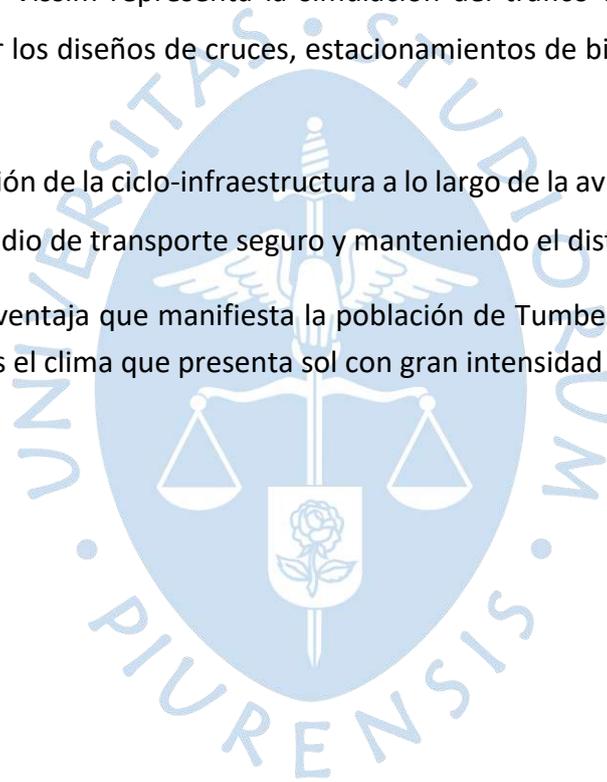
La implementación de los semáforos será en las intersecciones, ya que es la zona con mayor probabilidad de ocurrir siniestros y/o conflictos. Además, la semaforización de la ciclo vía en la av. Tumbes será la misma que es utilizada por los vehículos motorizados.

El semáforo para las bicicletas se instalará en la berma central a 2.00 m de altura del nivel de la ciclo vía, además no formará parte al semáforo de los vehículos motorizados.

El software PTV Vissim representa la simulación del tráfico de la avenida en estudio, además permite probar los diseños de cruces, estacionamientos de bicicletas y optimización de las señales de tránsito.

La implementación de la ciclo-infraestructura a lo largo de la av. Tumbes promueve el uso de la bicicleta como medio de transporte seguro y manteniendo el distanciamiento social.

La principal desventaja que manifiesta la población de Tumbes al usar la bicicleta como medio de transporte, es el clima que presenta sol con gran intensidad la mayor parte del año.



Recomendaciones

Promover el uso de la bicicleta como medio de transporte para disminuir la congestión vehicular y mejora la seguridad vial mediante anuncios, campañas de comunicación, redes sociales, sitios de noticias, etc.

Generar políticas que promuevan el uso de la bicicleta que garanticen su inclusión en la red vial bajo condiciones de eficiencia y seguridad para traer como resultado el aumento de usuarios y mayor cantidad de viajes diarios que se realizan en la ciudad.

Incrementar el número de árboles en la implementación de la ciclo-infraestructura para de esta manera obtener una ciclo vía ecológica, atractiva y cómoda con mayor presencia de sombra para los usuarios.

Implementar las señalizaciones verticales y horizontales que sean fácilmente visibles a lo largo del día para los ciclistas, peatones y motorizados.

Incrementar la iluminación sobre la zona donde se encuentra la ciclo-infraestructura y los ciclo parqueadores.

Instalar los semáforos de las bicicletas con dos segundos de luz verde anterior con respecto a los vehículos motorizados para brindar mayor seguridad a los ciclistas en las intersecciones.

Realizar el mantenimiento correspondiente al pavimento flexible de la av. Tumbes entre las intersecciones con la av. Mayor Novoa y calle Los Tumpis, debido al deterioro por presencia de canto rodado en la superficie de rodadura, agentes climáticos como cambios de temperatura y lluvias en la ciudad.

Elaborar una red ciclo vial densa y conectada que permitan a los usuarios desplazarse de forma segura, cómoda y directa a lo largo y ancho en la ciudad de Tumbes teniendo como punto de inicio la implementación de la ciclo-infraestructura en la av. Tumbes.

Referencias bibliográficas

- Burga, A. (2018). *Modelación de sistema vial en campus UDEP, incluyendo ciclovía, Piura*. Tesis de pregrado. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería, Piura, Perú.
- D. S. No 012-2020-MTC (2020). *Que aprueba el reglamento de la Ley N°3096, ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible* Diario Oficial El Peruano (2020). <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/633229-012-2020-mtc>.
- Gamarra, A. (2018). *Aspectos técnicos para la implementación de una ciclovía como parte de la remodelación de la Av. Chulucanas, Piura*. Tesis de pregrado. Universidad de Piura. Facultad de ingeniería, Piura, Perú.
- Macedo, P. (2008). Proyecto de ciclovías. (*Máster en Ingeniería Civil*). Universidad de Oporto, Oporto. Portugal.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2011). *Norma GH. 020 Componentes de Diseño Urbano*. Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2020). *Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado*. Lima, Perú
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. (C. Pardo, & A. Sanz, Edits) Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016a). *Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Lima, Perú.
- Municipalidad de Lima. (2017). *Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas*. Lima, Perú.



Apéndices



Apéndice 1: Ficha técnica de encuesta realizada en la ciudad de Tumbes

Tabla 1. Resultados de la encuesta realizada en la ciudad de Tumbes.

Ficha técnica de la encuesta	
Universo:	Hombres y mujeres de 18 a más años, residentes en la ciudad de Tumbes que manifestaron su intención de NO utilizar la bicicleta como vehículo de transporte en una posible ciclo-infraestructura.
Objetivo del estudio:	Encuesta para medir las principales desventajas del uso de la bicicleta en la ciudad de Tumbes.
Tipo de muestra	Aleatoria simple.
Tiempo de realización de trabajo de campo	Trabajo se realizó en cinco (05) días.
Cantidad de encuesta	Se realizaron 300 encuestas de manera virtual vía redes sociales como son Facebook en Instagram y también de manera presencial a personas que transitaban por la avenida.
Nivel de Confianza	95 %
Margen de error	+/- 4%
Persona Natural que la realizo:	Pedro Jorge Rosales Ruiz.
Pregunta de la Encuesta:	¿Cuál es el principal motivo para el No uso de la bicicleta en la ciudad de Tumbes?
Fecha de Trabajo de campo:	11- 15 de enero del 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2: Estudio de clasificación vehicular

Tabla 2. Resultados del conteo vehicular en EP-01.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																						
TRAMO DE LA CARRETERA				AV. TUMBES									ESTACION			AV PIURA						
UBICACIÓN				TUMBES									FECHA			22/11/2021						
HORA	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					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	
																						
7-8																						
13-14	423	574	136	24	21	2	4	1	0	4	4	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
19-20	376	487	124	20	28	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	799	1061	260	44	49	2	4	1	0	6	7	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
	199.75	353.67																				
	813.42																					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Resultados del conteo vehicular en EP-02.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																						
TRAMO DE LA CARRETERA					AV. TUMBES								ESTACION		AV MAYOR NOVOA							
UBICACIÓN					TUMBES								FECHA		23/11/2021							
HORA	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥ 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
13-14	394	522	115	18	17	4	2	1	0	4	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	325	418	109	15	23	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	719	940	224	33	40	4	2	1	0	6	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	179.75	313.33																				
		717.08																				

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4. Resultados del conteo vehicular en EP-03.

EP-03																						
ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																						
TRAMO DE LA CARRITERA					AV. TUMBES										ESTACION		AV 24 DE JULIO					
UBICACIÓN					TUMBES										FECHA		24/11/2021					
HORA	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					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	
7-8																						
13-14	411	554	122	22	20	3	3	1	0	6	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	362	474	115	15	26	0	0	0	0	4	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	773	1028	237	37	46	3	3	1	0	10	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	193.25	342.67																				
		772.92																				

Fuente: Elaboración propia.



Apéndice 3: Gráficos de las intersecciones a lo largo de la av. Tumbes



Figura 1. Intersección Calle Miguel Grau.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Intersección av. Piura.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Intersección calle Abad Puell.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Intersección av. Mayor Novoa.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Intersección av. 24 de Julio.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Intersección calle José Olaya.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Intersección calle Los Tumpis.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Intersección av. La Marina.

Fuente: Elaboración propia.

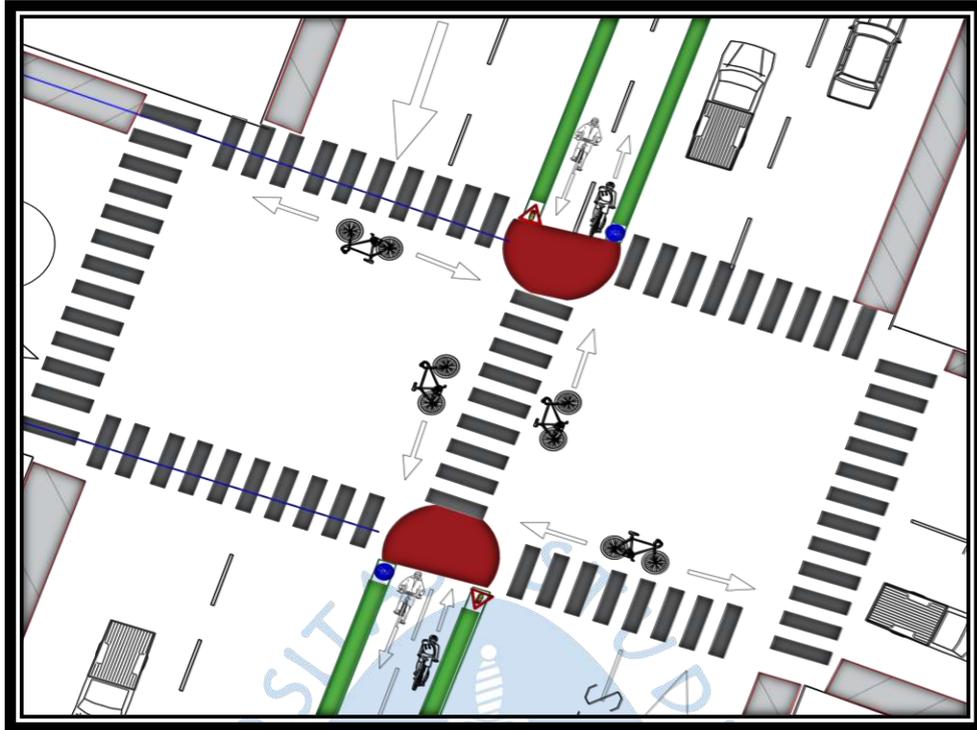


Figura 9. Diseño de intersección en planos.

Fuente: Elaboración propia.

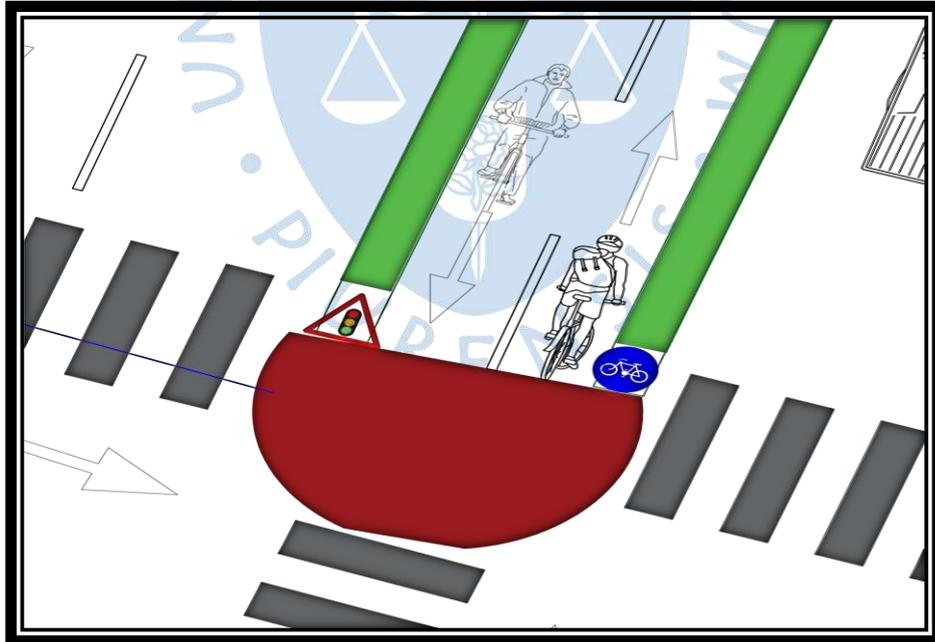


Figura 10. Ubicación de semáforos y señales en planos.

Fuente: Elaboración propia.



Planos





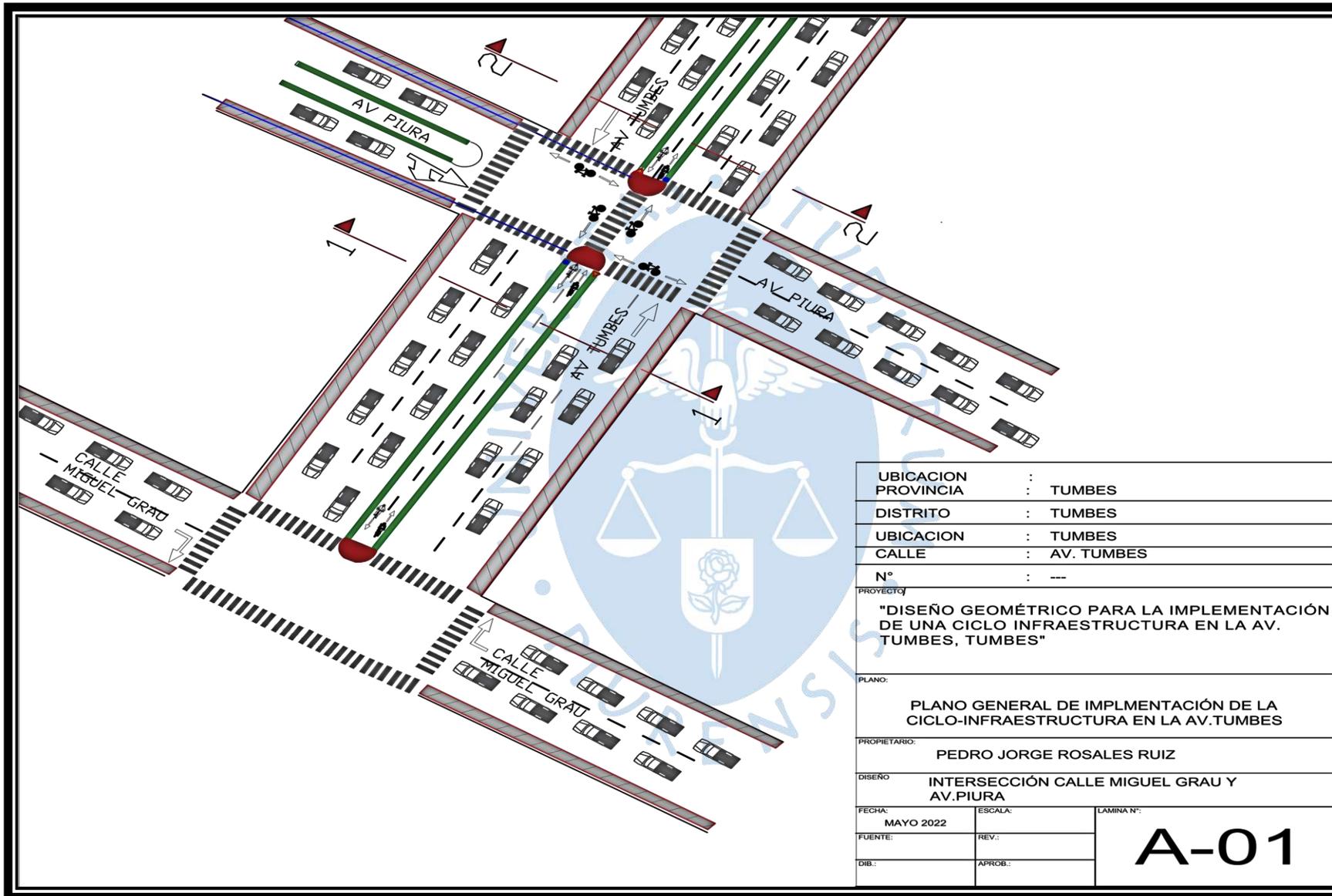
Planos 1: Plano general de implementación de la ciclo-infraestructura en la av. Tumbes

Tabla 5. Tabla resumen de planos.

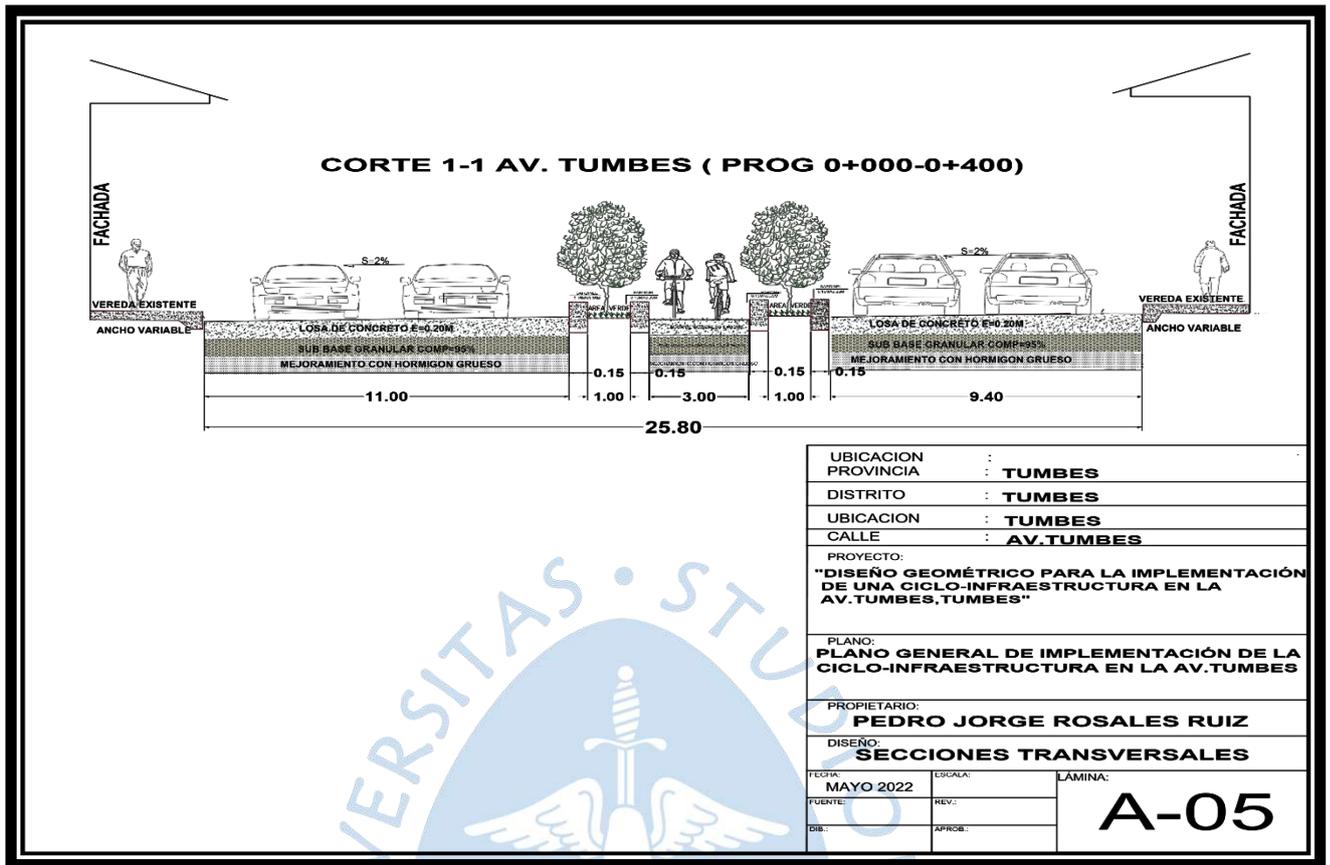
PLANO	DESCRIPCIÓN
A-01	Intersección calle Miguel Grau y Av. Piura
A-02	Intersección calle Abad Puell y Av.24 de Julio
A-03	Intersección calle José Olaya y Av. La Marina
A-04	Ruta de acceso a ciclo-parqueador
A-05	Secciones transversales

Fuente: Elaboración propia.

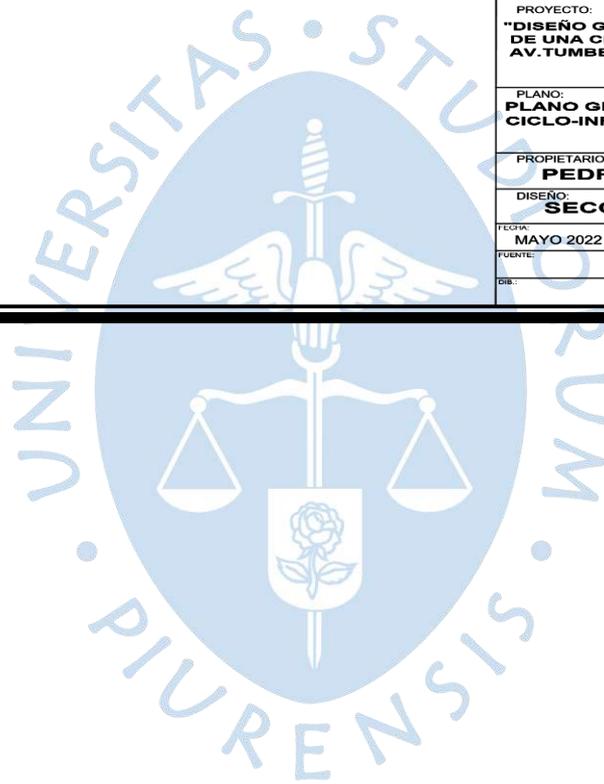


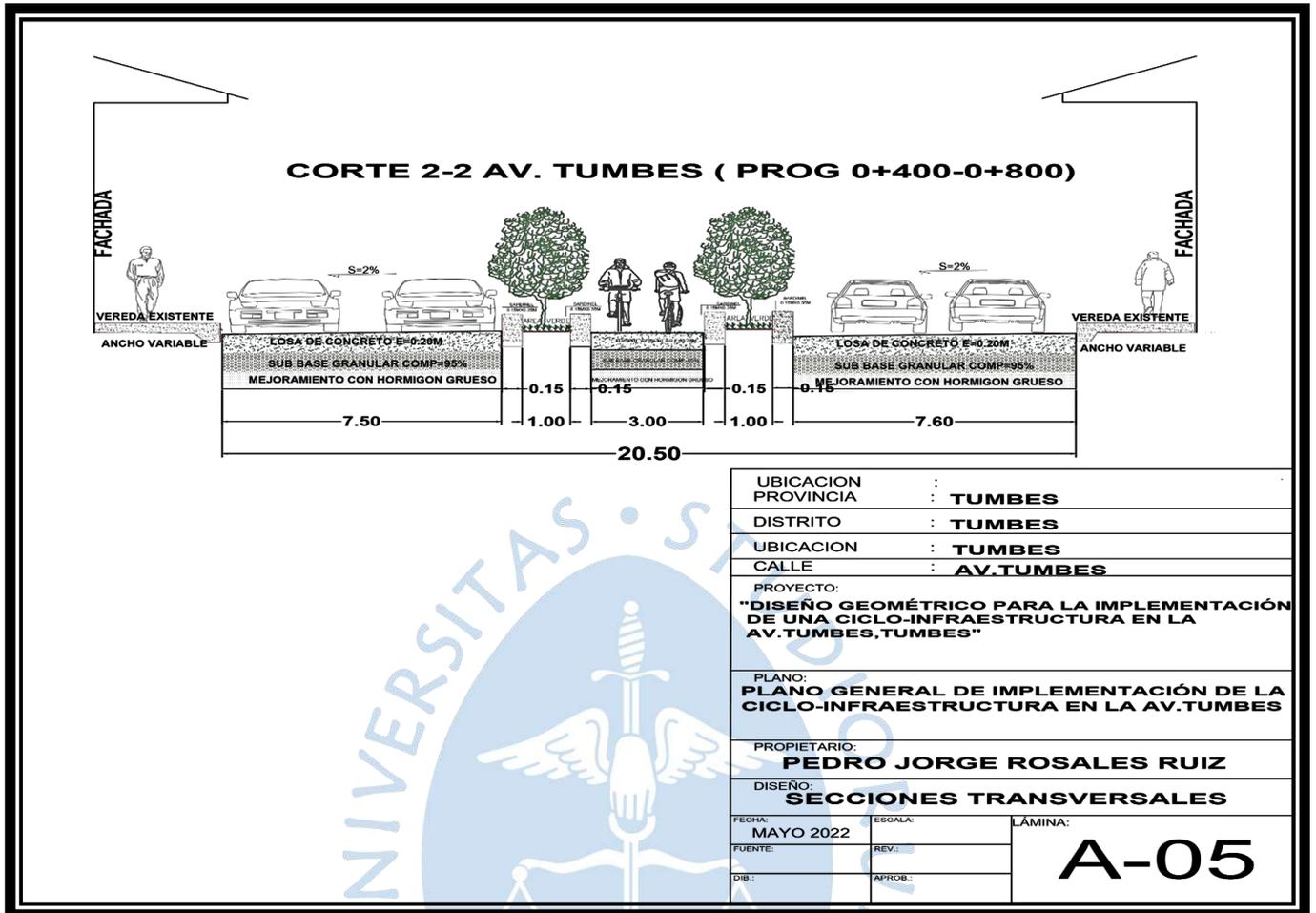


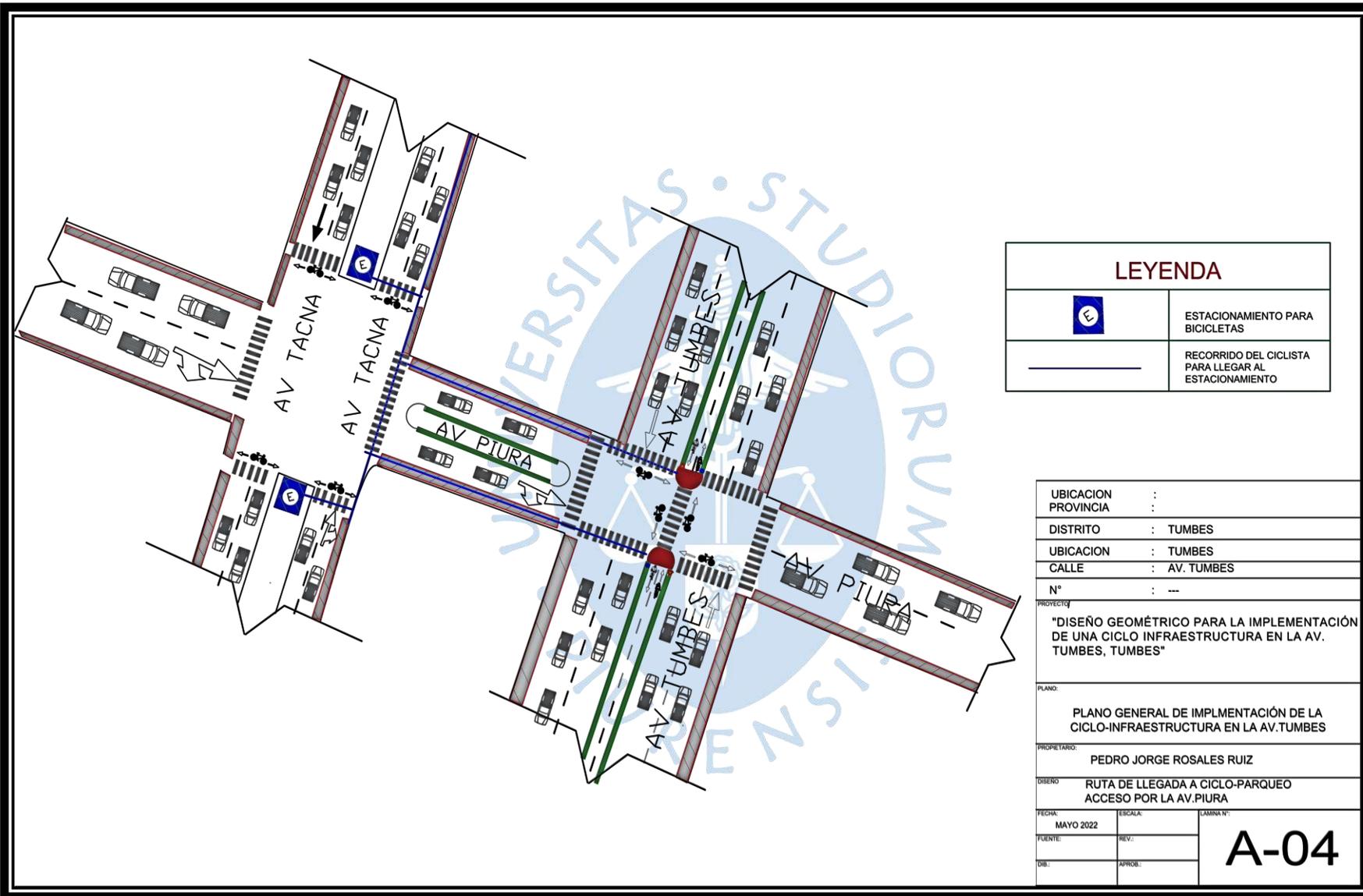
UBICACION	:	TUMBES
PROVINCIA	:	TUMBES
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV. TUMBES
N°	:	---
PROYECTO	"DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES, TUMBES"	
PLANO:	PLANO GENERAL DE IMPLMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES	
PROPIETARIO:	PEDRO JORGE ROSALES RUIZ	
DISEÑO	INTERSECCIÓN CALLE MIGUEL GRAU Y AV.PIURA	
FECHA:	ESCALA:	LAMINA N°:
MAYO 2022		A-01
FUENTE:	REV.:	
DIB.:	APROB.:	



UBICACION	:	TUMBES
PROVINCIA	:	TUMBES
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV.TUMBES
PROYECTO:	"DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES,TUMBES"	
PLANO:	PLANO GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES	
PROPIETARIO:	PEDRO JORGE ROSALES RUIZ	
DISEÑO:	SECCIONES TRANSVERSALES	
FECHA:	EDICIÓN:	LAMINA:
MAYO 2022		A-05
FUENTE:	REV.:	
DIB.:	APROB.:	



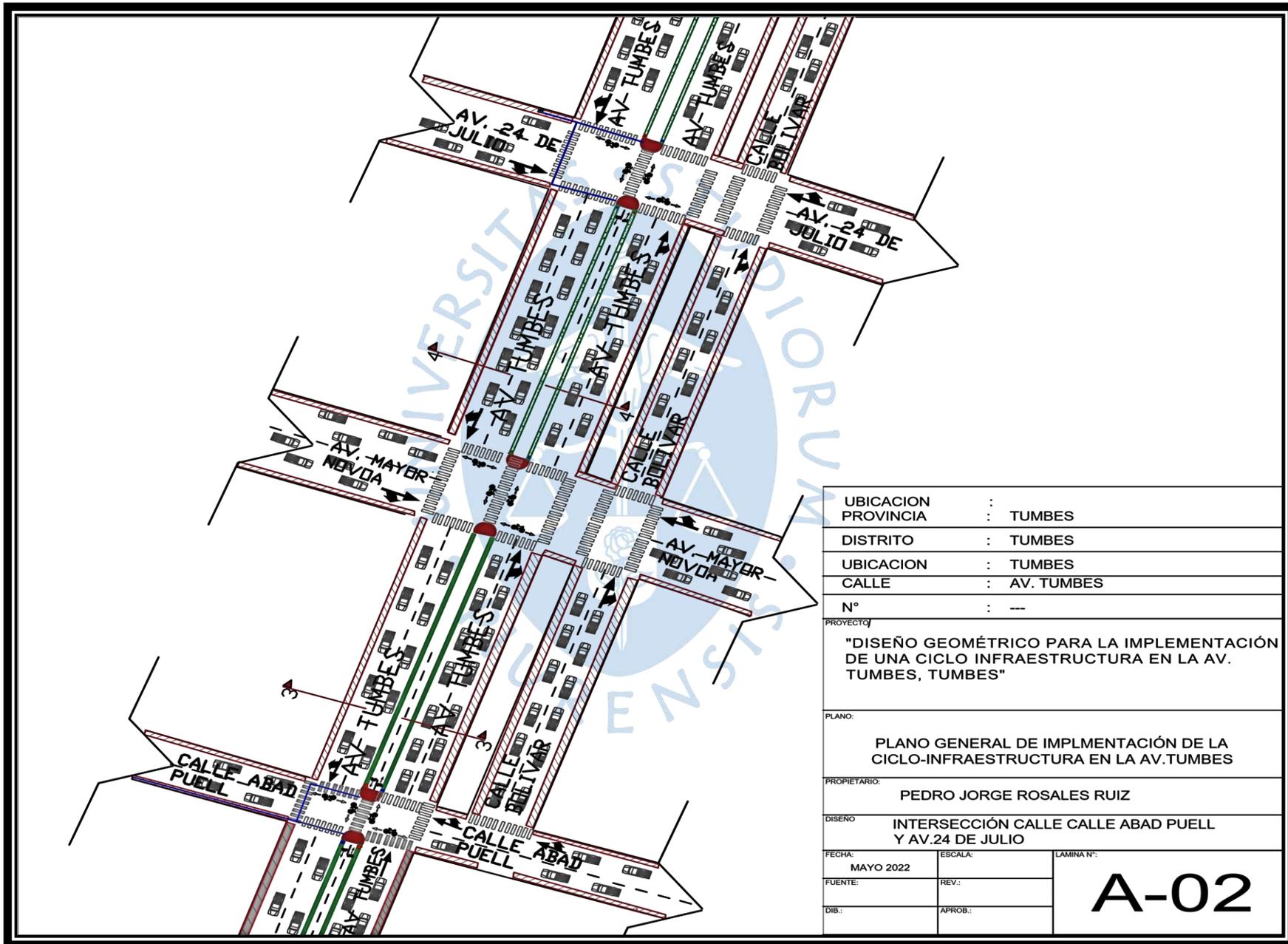




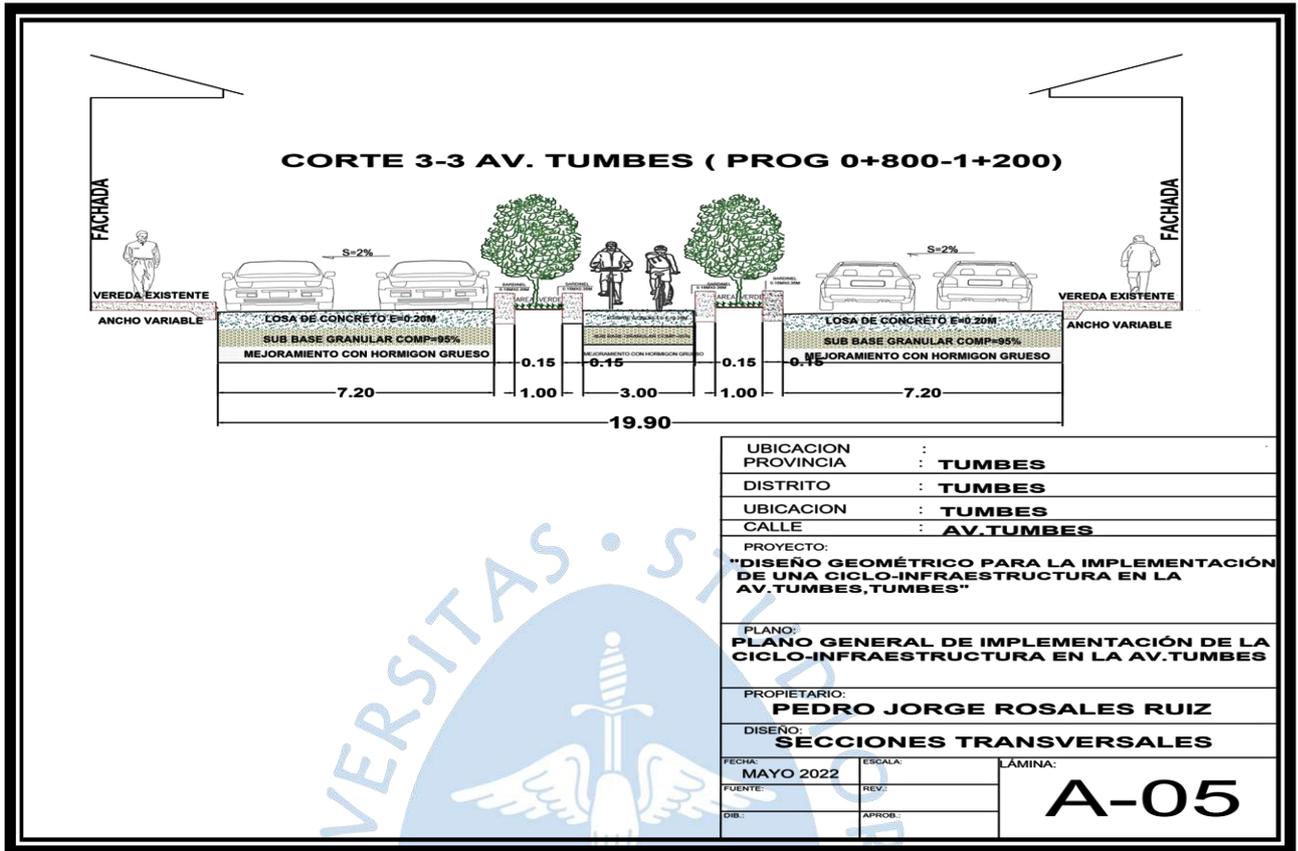
LEYENDA	
	ESTACIONAMIENTO PARA BICICLETAS
	RECORRIDO DEL CICLISTA PARA LLEGAR AL ESTACIONAMIENTO

UBICACION	:	
PROVINCIA	:	
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV. TUMBES
N°	:	--
PROYECTO		
"DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES, TUMBES"		
PLANO:		
PLANO GENERAL DE IMPLMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES		
PROPIETARIO:		
PEDRO JORGE ROSALES RUIZ		
DISEÑO		
RUTA DE LLEGADA A CICLO-PARQUEO ACCESO POR LA AV. PIURA		
FECHA:	ESCALA:	LÁMINA N°:
MAYO 2022		
FUENTE:	REV.:	
DIB.:	APROB.:	

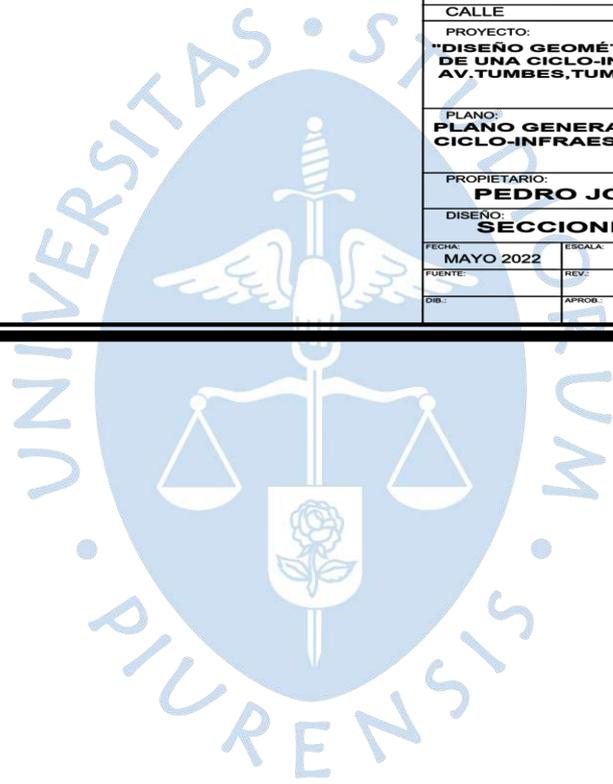
A-04

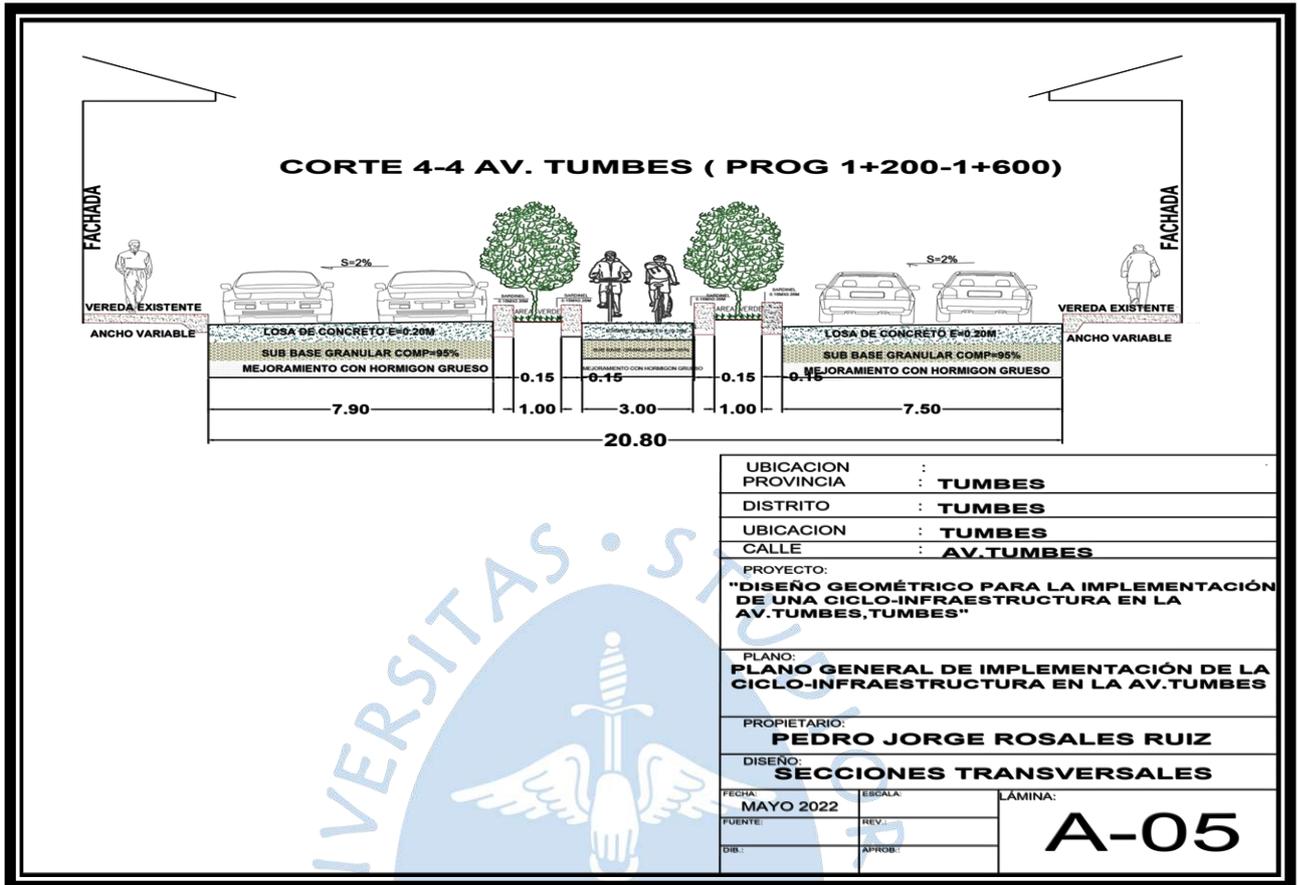


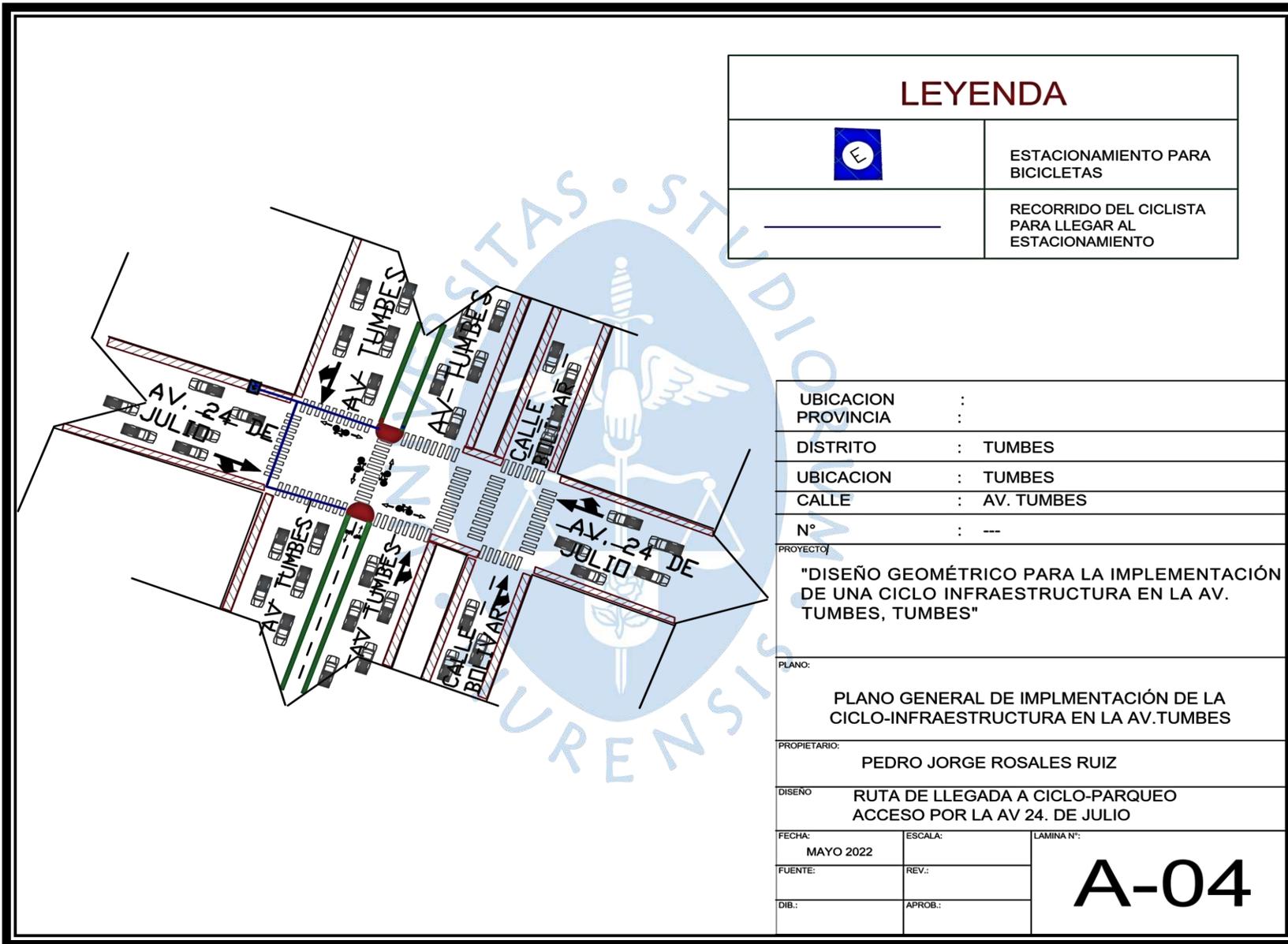
UBICACION	:	TUMBES
PROVINCIA	:	TUMBES
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV. TUMBES
N°	:	---
PROYECTO	"DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES, TUMBES"	
PLANO:	PLANO GENERAL DE IMPLMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES	
PROPIETARIO:	PEDRO JORGE ROSALES RUIZ	
DISEÑO	INTERSECCIÓN CALLE CALLE ABAD PUELL Y AV.24 DE JULIO	
FECHA:	ESCALA:	LAMINA N°:
MAYO 2022		A-02
FUENTE:	REV.:	
DIB.:	APROB.:	



UBICACION	:	TUMBES
PROVINCIA	:	TUMBES
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV.TUMBES
PROYECTO:	"DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES,TUMBES"	
PLANO:	PLANO GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES	
PROPIETARIO:	PEDRO JORGE ROSALES RUIZ	
DISEÑO:	SECCIONES TRANSVERSALES	
FECHA:	ESCALA:	LAMINA:
MAYO 2022		A-05
FUENTE:	REV:	
DIB:	APROB:	



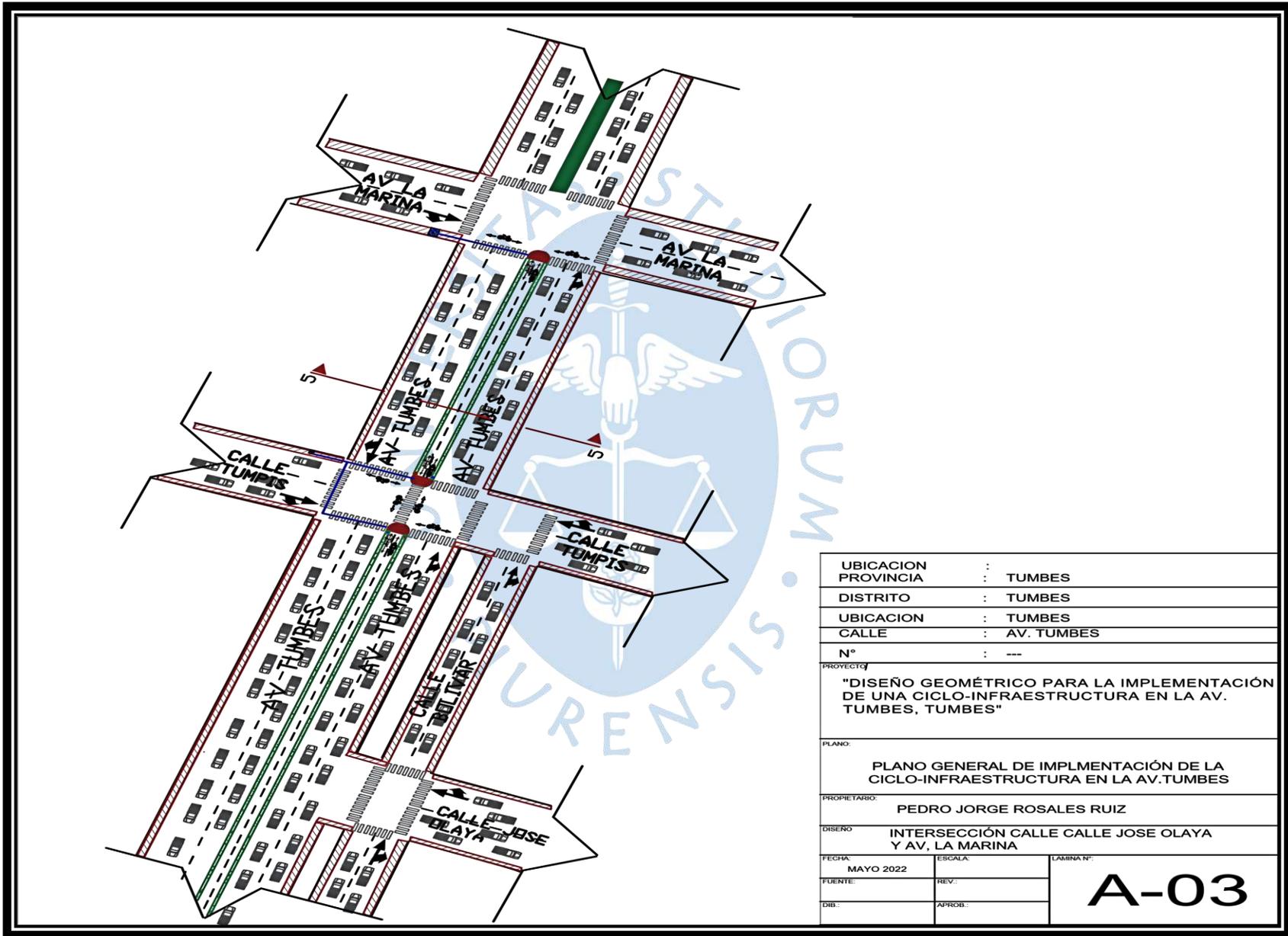




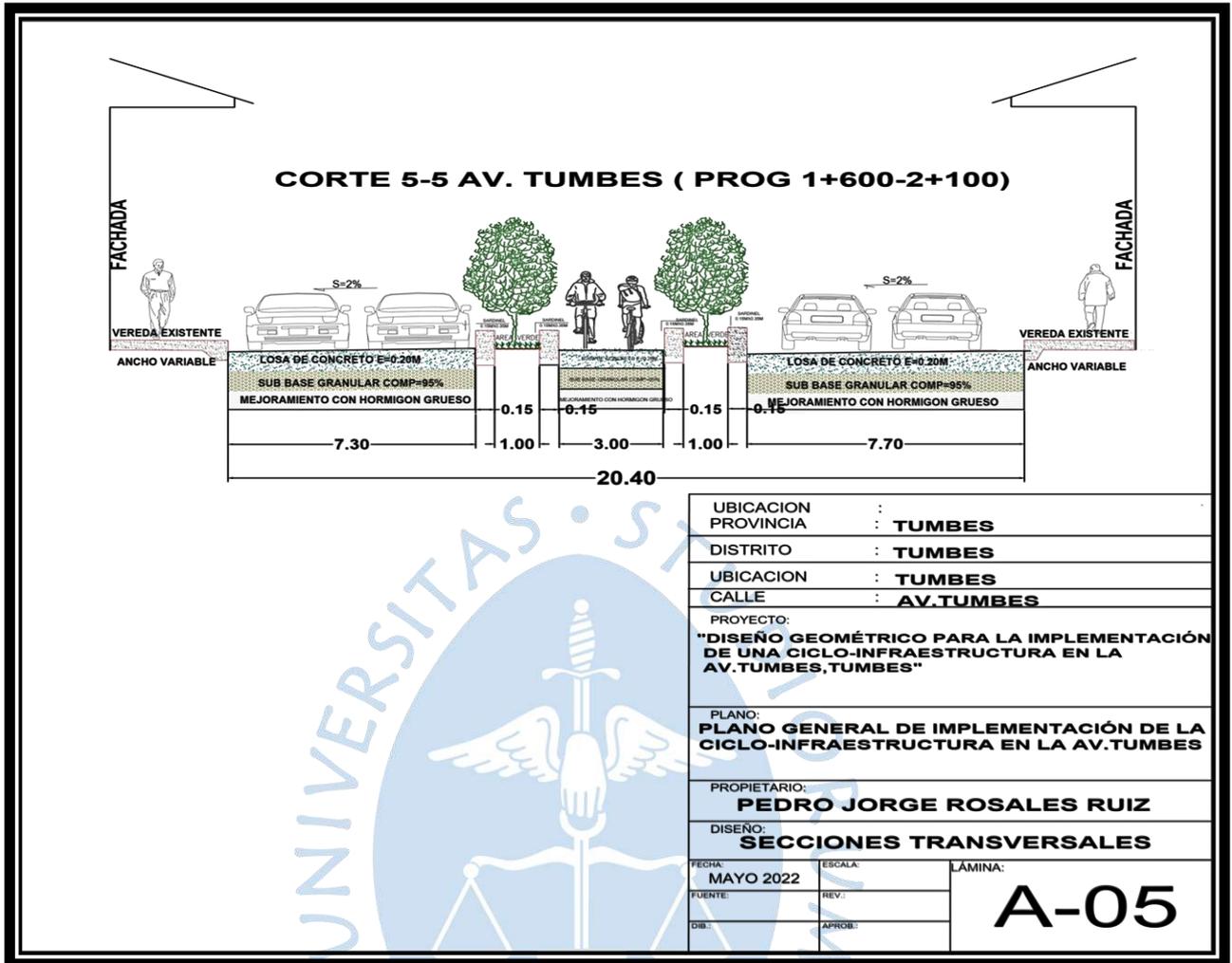
LEYENDA

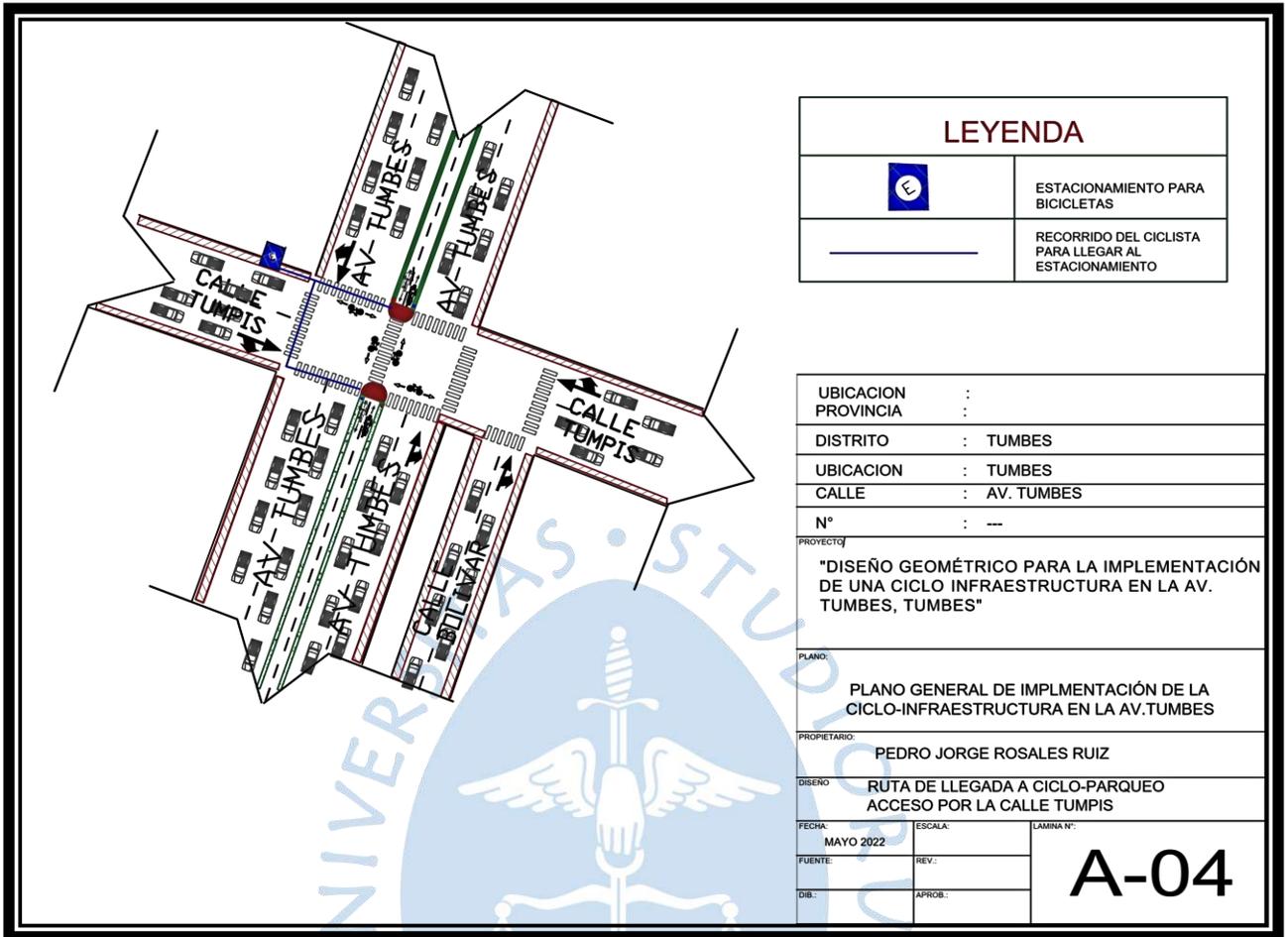
	ESTACIONAMIENTO PARA BICICLETAS
	RECORRIDO DEL CICLISTA PARA LLEGAR AL ESTACIONAMIENTO

UBICACION	:	
PROVINCIA	:	
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV. TUMBES
N°	:	---
PROYECTO	"DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES, TUMBES"	
PLANO:	PLANO GENERAL DE IMPLMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES	
PROPIETARIO:	PEDRO JORGE ROSALES RUIZ	
DISEÑO	RUTA DE LLEGADA A CICLO-PARQUEO ACCESO POR LA AV 24. DE JULIO	
FECHA:	ESCALA:	LAMINA N°:
MAYO 2022		<h1>A-04</h1>
FUENTE:	REV.:	
DIB.:	APROB.:	



UBICACION	:	TUMBES
PROVINCIA	:	TUMBES
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV. TUMBES
N°	:	---
PROYECTO	"DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES, TUMBES"	
PLANO:	PLANO GENERAL DE IMPLMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES	
PROPIETARIO:	PEDRO JORGE ROSALES RUIZ	
DISEÑO:	INTERSECCIÓN CALLE CALLE JOSE OLAYA Y AV. LA MARINA	
FECHA:	ESCALA:	LAMINA N°:
MAYO 2022		A-03
FUENTE:	REV.:	
DIB.:	APROB.:	





LEYENDA	
	ESTACIONAMIENTO PARA BICICLETAS
	RECORRIDO DEL CICLISTA PARA LLEGAR AL ESTACIONAMIENTO

UBICACION	:	
PROVINCIA	:	
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV. TUMBES
N°	:	---

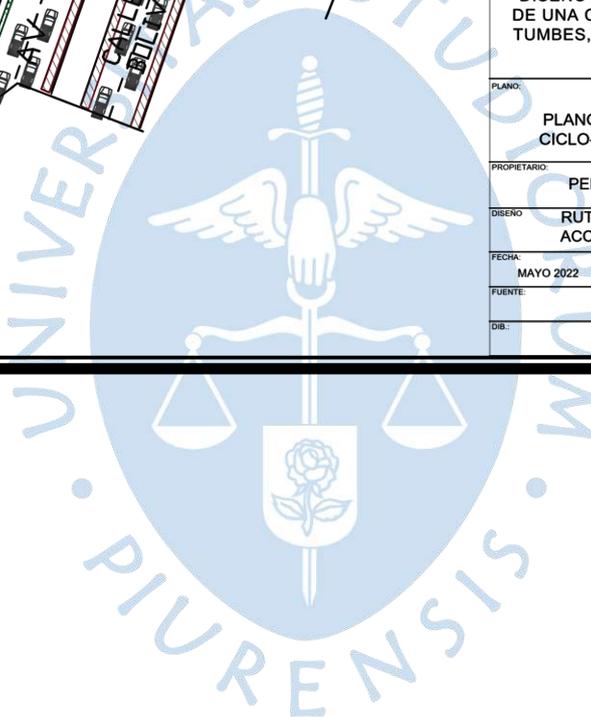
PROYECTO/
 "DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES, TUMBES"

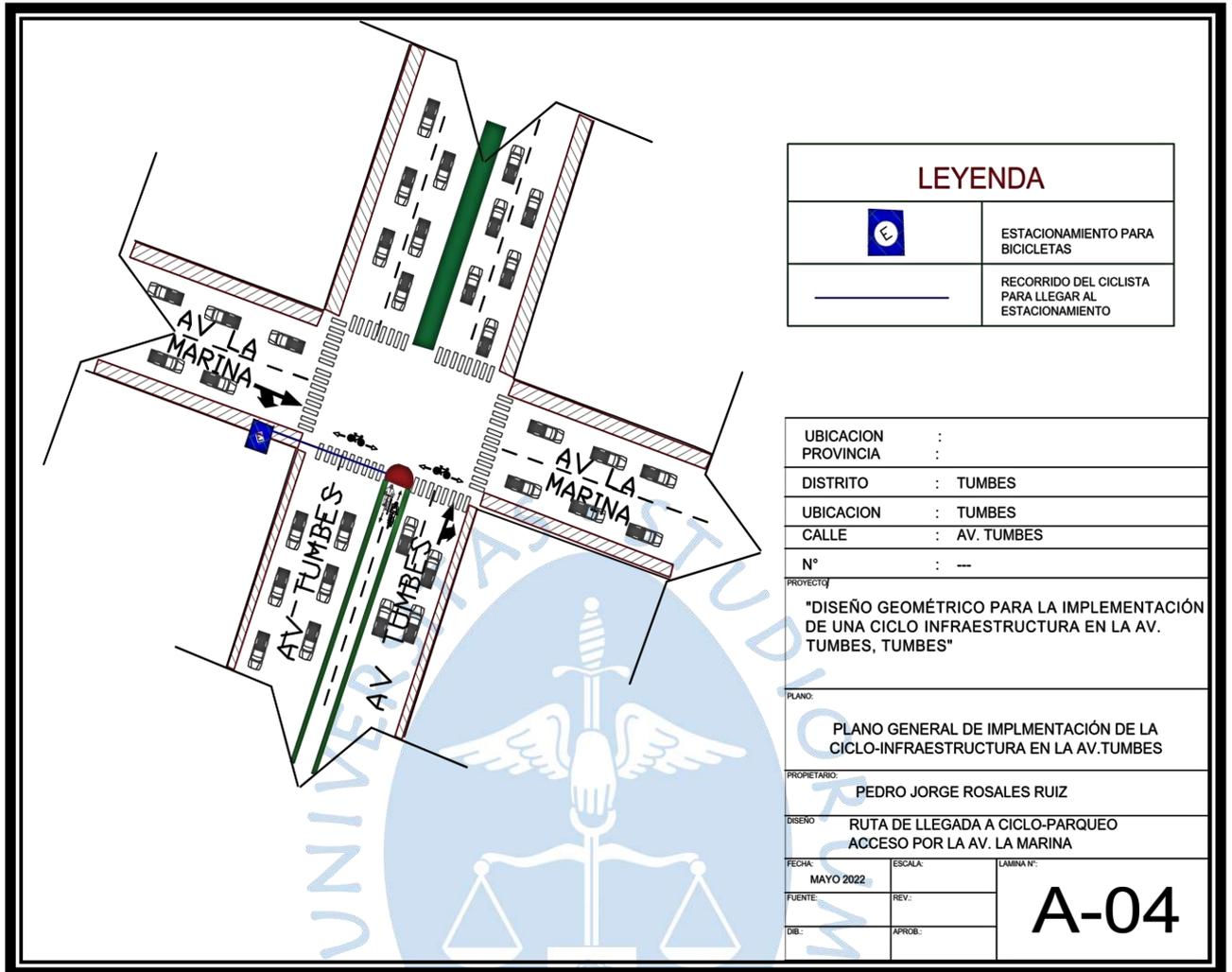
PLANO:
 PLANO GENERAL DE IMPLMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES

PROPIETARIO:
 PEDRO JORGE ROSALES RUIZ

DISEÑO:
 RUTA DE LLEGADA A CICLO-PARQUEO ACCESO POR LA CALLE TUMPI'S

FECHA: MAYO 2022	ESCALA:	LAMINA N°: A-04
FUENTE:	REV.:	
DIB.:	APROB.:	





LEYENDA	
	ESTACIONAMIENTO PARA BICICLETAS
	RECORRIDO DEL CICLISTA PARA LLEGAR AL ESTACIONAMIENTO

UBICACION	:	
PROVINCIA	:	
DISTRITO	:	TUMBES
UBICACION	:	TUMBES
CALLE	:	AV. TUMBES
N°	:	---
PROYECTO	"DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLO INFRAESTRUCTURA EN LA AV. TUMBES, TUMBES"	
PLANO:	PLANO GENERAL DE IMPLMENTACIÓN DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA EN LA AV.TUMBES	
PROPIETARIO:	PEDRO JORGE ROSALES RUIZ	
DISEÑO	RUTA DE LLEGADA A CICLO-PARQUEO ACCESO POR LA AV. LA MARINA	
FECHA:	ESCALA:	LAMINA N°:
MAYO 2022		A-04
FUENTE:	REV.:	
DIB.:	APROB.:	

