



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLOVÍA COMO PARTE DE LA REMODELACIÓN DE LA AV. CHULUCANAS

Alejandro Gamarra-Morales

Piura, enero de 2018

FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Civil

Gamarra, A. (2018). *Aspectos técnicos para la implementación de una ciclovía como parte de la remodelación de la Av. Chulucanas* (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA



ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLOVÍA COMO PARTE DE LA REMODELACIÓN DE LA AV. CHULUCANAS

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

ALEJANDRO ALONSO GAMARRA MORALES

2018

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Aspectos técnicos para la implementación de una ciclovía como parte de la remodelación de la Av. Chulucanas

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Alejandro Alonso Gamarra Morales

Asesor: Dr. Ing. Jorge Reyes Salazar

Piura, Enero 2018

Para mi familia, amigos y personas que siempre confiaron en mi éxito profesional.

A mis docentes, que me brindaron los conocimientos necesarios durante el transcurso de mi carrera.

A El Sentimiento Guinda, por enseñarme a hacer las cosas con pasión y esfuerzo.

PRÓLOGO

En la actualidad, el Perú cuenta con pocos sistemas viales de transporte ciclovionario y su mayoría son ubicados en la capital. Ante ello, los ciclistas de Piura se ven obligados a transitar en vías de alto flujo vehicular exponiendo su vida a pesar de movilizarse en un transporte que es saludable y beneficioso para ellos y el medio ambiente.

Además, cabe resaltar que ante los desastres ocurridos en nuestro país a causa del fenómeno costero, muchas de las avenidas y calles principales de la ciudad de Piura se han visto afectadas y requieren una remodelación inmediata, es así como la Av. Chulucanas, prevista para su remodelación y con un expediente técnico en el cual se ha trabajado, puede convertirse en un claro ejemplo para aquellas calles que serán renovadas a futuro, sobre todo por la propuesta que se quiere presentar: La inclusión de la primera ciclovía en la ciudad de Piura.

Finalmente, quiero agradecer al que fue mi asesor, Mg. Ing. Jorge Timaná Rojas, por su apoyo y asesoramiento a lo largo del tiempo de elaboración de esta tesis hasta su presentación para las observaciones debidas, y al Dr. Ing. Jorge Reyes Salazar quien asumió la finalización de esta tesis hasta su exposición final.

RESUMEN

Este trabajo expone los aspectos básicos a incluir para la elaboración de una ciclovía en una de las principales avenidas de Piura, y ante ello, se desea poder convertirlo en un ejemplo para futuras construcciones viales.

El objetivo es explicar los correctos parámetros para la construcción de una ciclovía a lo largo de la Av. Chulucanas, claro está, partiendo de los estudios previos que se deben realizar, tales como el estudio de tráfico, diseño geométrico, inventario vial, entre otros.

Ante la evaluación de los estudios correspondientes, la construcción de una ciclovía da resultados en mejora de transporte de ciclistas y fomenta el uso de la bicicleta, además de la formación de la Av. Chulucanas como una vía de transporte seguro y sostenible.

La metodología empleada parte por conocer más sobre avenidas que poseen ciclovía y su funcionamiento, así como también el enfoque de las normativas de construcción de ciclovías nacionales que son empleadas en nuestra capital.

Los resultados obtenidos muestran entre todos los tipos de ciclovías la creación de una ciclovía segregada por medio de la berma central con un ancho de 3m., llegando a la conclusión de los parámetros óptimos basándonos en la normativa de la ciclovía.

Índice general

Introducción.....	1
Capítulo 1	3
Marco Teórico	3
1.1. Teoría de la bicicleta.....	3
1.2. Ventajas y desventajas del uso de la bicicleta	5
1.2.1. Ventajas	5
1.2.2. Desventajas.....	6
1.3. Antecedentes de ciclovías en el Perú.....	7
1.3.1. Av. Arequipa	8
1.3.2. Av. Salaverry	9
1.3.3. Av. Colonial	9
1.3.4. Av. Universitaria	10
1.3.5. Malecón de Miraflores.....	11
1.3.6. Av. Larco.....	11
1.4. Ciclovías en el mundo.....	12
1.4.1. Copenhague, Dinamarca.....	12
1.4.2. Amsterdam, Holanda	13
1.4.3. Bogotá, Colombia.....	15
1.4.4. Curitiba, Brasil	16
Capítulo 2	19
Reglamento ciclovionario.....	19
2.1. Criterios básicos de redes ciclovitarias	19
2.1.1. Seguridad	19
2.1.4. Red atractiva	20
2.1.5. Red cómoda	20
2.2. Tipos de ciclovía.....	21

2.2.1.	Vías totalmente segregadas	21
2.2.2.	Vías parcialmente segregadas.....	21
2.2.3.	Vías compartidas	23
2.3.	Diseño geométrico de las ciclovías.....	25
2.3.1.	Dimensionamiento básico de las ciclovías	26
2.3.2.	Dimensionamiento básico de estacionamientos	29
2.3.3.	Ancho de ciclovía	31
2.3.4.	Velocidad de diseño.....	35
2.3.5.	Radio de volteo.....	36
2.3.6.	Sobrecanchos de ciclovías.....	36
2.4.	Diseño de intersecciones.....	37
2.4.1.	Cruzamiento	38
2.4.2.	Seguridad	39
2.4.3.	Cruces según tipo de ciclovía	40
2.4.3.1.	Ciclovías laterales	40
2.4.3.2.	Ciclovías en separador central.....	44
2.4.3.3.	Ciclovías en rotonda.....	46
2.4.4.	Señalización y Seguridad.....	47
Capítulo 3	49
Aspecto técnicos de una ciclovía en la remodelación de la Av. Chulucanas entre la Av. El Tallan y la Av. Los Tallanes.....		49
3.1.	Descripción geográfica de la zona	49
3.2.	Topografía, Geografía, Clima y Acceso	53
3.2.1.	Topografía	53
3.2.2.	Condiciones actuales de pavimentación de la vía	55
3.2.3.	Accesibilidad	57
3.2.4.	Clima	58

3.3.	Inventario vial	58
3.4.	Estudio hidráulico	63
3.5.	Estudio de tráfico	65
3.5.1.	Estaciones de conteo.....	66
3.5.2.	Factor de corrección estacional:	67
3.5.3.	Resultados del conteo vehicular	67
3.5.3.1.	Estación EP- 01: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Don Bosco (Circunvalación)	67
3.5.3.2.	Estación EP- 02: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Grau.....	69
3.5.3.3.	Estación EP- 03: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Sanchez Cerro .	70
3.5.3.4.	Estación EP- 04: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Algarrobos	71
3.5.3.5.	Estación EP- 05: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Tallanes	73
3.6.	Diseño geométrico	74
3.6.1.	Ancho de la ciclovía	75
3.6.2.	Radio de volteo.....	76
3.6.3.	Sobreancho	77
3.6.4.	Estructura del pavimento	78
3.6.5.	Diseño del tramo vial.....	79
	Conclusiones.....	85
	Recomendaciones	87
	Anexo A: Cuadros de conteo vehicular	91
	Anexo B: Ley N°29593. Ley que declara de interés nacional el uso de la bicicleta y promociona su utilización como medio de transporte sostenible	101
	Anexo C: Planos de secciones de ciclovía en la Avenida Chulucanas.....	103

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulado “Aspectos técnicos para la implementación de una ciclovía como parte de la remodelación de la Av. Chulucanas” tiene el objetivo de mostrarnos los parámetros básicos de la construcción de una ciclovía en una pavimentación tomando como ejemplo una avenida importante como lo es la Chulucanas, logrando así establecer un sistema innovador que ha logrado que grandes países del mundo tales como Dinamarca, Holanda, Colombia, entre otros, se vean beneficiados, y donde el Perú ha comenzado a generar un sistema de red ciclovionario en su capital y desea ampliarlo, por lo que otras ciudades del país no deberían quedar ajenas a ello.

De por sí, además de dar hincapié al rubro ingenieril, es importante demostrar cómo es posible la mejora de la calidad de vida a raíz de esta construcción y el ejemplo que generaría a la remodelación de otras avenidas para que así Piura pueda contar con su propia red de transporte en bicicletas.

Además se trata de implementar un enfoque distinto a las habituales pavimentaciones de la ciudad, dando como opción la construcción de la primera ciclovía de esta provincia.

En el primer capítulo se hablará de la historia de la bicicleta desde los inicios, y las ventajas y desventajas que conllevan su uso.

También se hará un análisis de las ciclovías en el mundo y qué consecuencias han traído consigo, además de los aportes hacia el transporte urbano.

En el segundo capítulo se expondrá la metodología de construcción, donde tiene mayor eficacia su implementación dentro de una pavimentación, etc.

En el tercer capítulo se expondrán los estudios realizados tales como estudio de tráfico, inventario vial, diseño geométrico, entre otros. También se dará muestra del diseño para esta avenida y las conclusiones finales.

Capítulo 1

Marco Teórico

1.1. Teoría de la bicicleta

La bicicleta es un medio de transporte no motorizado y hace su aparición en la historia cerca del año 1790, donde se dijo que había sido creado por el Conde francés Mede de Sivrac, por lo que se le considera uno de los vehículos creados de mayor antigüedad.

Conforme pasó el tiempo, se reveló que el Conde Mede de Sivrac fue sólo una mentira escrita por el periodista francés Louis Baudry de Saunier para poder darle el título de creador a alguien de su misma nacionalidad, es por ello que la idea volvió a tener su auge innovador hacia el inventor alemán Karl Drais, quien en 1817 crearía la primera bicicleta del mundo.

A pesar de la paternidad del barón Karl Drais, se dice que la bicicleta tuvo mayores apariciones en la antigüedad, por ejemplo, en el Antiguo Egipto donde se fabricaron artefactos rudimentarios compuestos por dos ruedas unidas por una barra y también en China hechas por ruedas de *bambú*. Sin embargo, si se habla de alguna prueba concisa, sólo basta observar la obra de Leonardo Da Vinci: Codex Atlanticus (1490), en donde se puede ver la imagen de una bicicleta, su asiento y la conexión entre cadena y pedales (**Figura 1**).

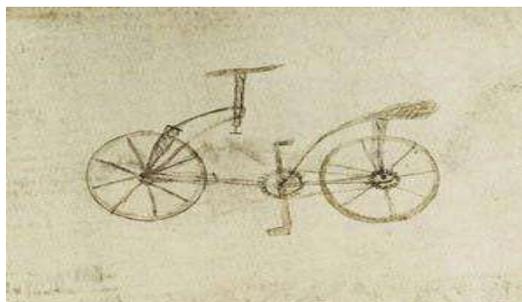


Figura 1. Bicicleta en Codex Atlanticus por Leonardo Da Vinci.
Fuente: La Bicicleta de Leonardo. Pseudópodo (2012).

A lo largo de los años, la bicicleta recibió diversas modificaciones, y es en 1891, cuya última actualización se hace presente, y deja la versión de bicicleta que se tiene hasta el día de hoy.

No se sabe con exactitud la fecha de llegada de la bicicleta al Perú, pero se conoce que fue muy popular entre familias adineradas en Lima, según indica Juan José Pacheco Ibarra (2011).

A fines del siglo XIX, según explica Pacheco Ibarra en su blog “Rincón de historia peruana” (2011) se popularizó su uso en la capital, tanto así que ya no había espacio suficiente para manejar. El jirón de la Unión, en especial el tramo de la calle Mercaderes y la Merced, se llenó de estos vehículos. Los jóvenes y empleados comenzaron a alquilarlas. Preferían el horario nocturno para aprender a manejarlas y así evitar la burla de los transeúntes ante alguna caída o accidente. Algunos prefirieron practicar el ciclismo en el parque de la Exposición donde se inauguró una pista para bicicletas.

Frente al gran número de ciclistas que existían y el tráfico que generaban en el centro de la ciudad, un grupo de ciclistas organizados por Pedro de Osma y Carlos Gildemeister fundaron el Club Ciclista Lima en enero de 1897, concluye Pacheco Ibarra.

Uno de los objetivos de este Club, era la construcción de un Velódromo el cual se llevó a cabo detrás del parque de la Exposición (**Figura 2**).

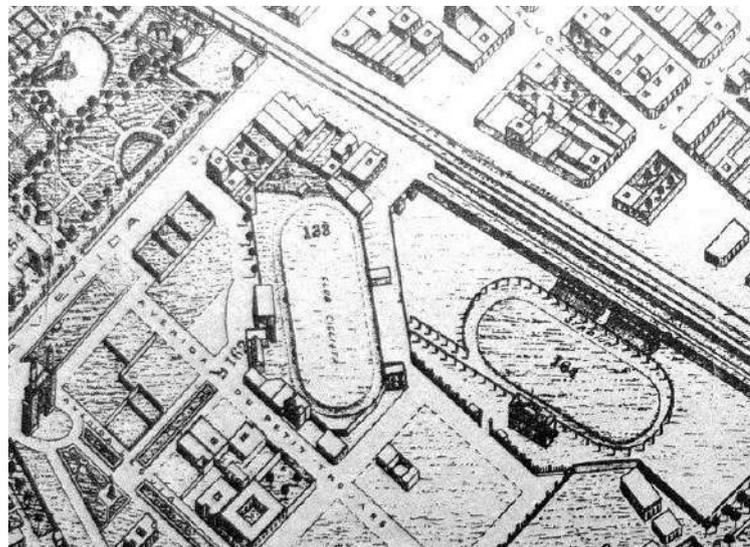


Figura 2. Antiguo Velódromo de Lima (1897 – 1920).
Fuente: Los inicios del ciclismo en Lima. Juan Jose Pacheco Ibarra (2011).

1.2. Ventajas y desventajas del uso de la bicicleta

1.2.1. Ventajas

Se analizará las mayores ventajas del uso de la bicicleta:

Libera de las congestiones viales

En el país es habitual toparse con el exceso de tráfico vehicular, y es que ya sea por distintos motivos (mal diseño del pavimento, erróneo estudio de tráfico, ineficiencia del buen manejo del conductor, etc.), la bicicleta evita, gracias a su liviana composición, el estancamiento en zonas donde es muy común que automóviles no consigan movilizarse con facilidad.

Ingreso económico a largo plazo

Es sin duda algo notorio que el mantenimiento que recibe una bicicleta no tiene punto de comparación con el que recibe un automóvil.

La obtención y mantenimiento de una bicicleta para un conductor estable, el cual explica Tam Wong (2004), tiene un costo de 30 – 40 veces inferior al de los vehículos motorizados, sin contar que no necesita combustible para su uso.

Además, es muy común que un conductor de automóviles dedique cierto tipo de gastos en accesorios que son excesivamente costosos para lucir o incrementar la apariencia voluptuosa de su vehículo, cosa que no realiza tan frecuentemente una persona que maneja bicicleta a menos que se dedique profesionalmente a su uso en la mayoría de los casos.

Beneficio al impacto ambiental

Como se comentó anteriormente, la bicicleta no requiere de combustible, es por ello que no inflige daño en exceso al medio ambiente.

De acuerdo a estadísticas obtenidas por la Federación de Ciclismo de Australia, un automóvil de más de veinticinco mil (25 000) dólares representa un volumen energético de ciento treinta y dos (132) megawatts por hora, cuarenta y un (41) toneladas de CO₂ y más de un millón de litros de agua.

En cambio, una bicicleta requiere entre cincuenta (50) y cincuenta y cinco (55) veces menos energía y materiales: 2,5MWh de energía, emite 0,75 toneladas de dióxido de carbono y requiere veinte (20) mil litros de agua.

Fomenta la salud y el bienestar

El mantenerse activos, y sobre todo la práctica de deporte, hace que las personas se mantengan saludables y físicamente activos. El uso de la bicicleta no sólo

sirve como medio de transporte sino también como medio para mantenerse en forma y lograr así un bienestar corporal.

Según el tiempo en el que se maneja bicicleta, se pueden lograr grandes cambios a nivel de salud, así se estableció en una edición impresa por el Diario El Día en la nota de Alejandro Salamone (2014), por ejemplo:

- 10 min diarios: Mejora la articulación.
- 20 min diarios: Fortalece el sistema inmunológico.
- 30 min diarios: Mejora la función cardiaca.
- 40 min diarios: Mayor capacidad y mejor estamina.
- 50 min diarios: Reduce el metabolismo.
- 60 min diarios: Disminuye el peso corporal, anti-estrés y bienestar general.

1.2.2. Desventajas

No todo conlleva a que el uso de la bicicleta sea 100% factible, como toda buena propuesta, tiene también sus desventajas:

Accidentes en las vías vehiculares

El caos vehicular de una ciudad siempre llega acompañado con diferentes tipos de accidentes, ya sean leves o graves, donde no hay necesidad de mostrar la superioridad con la que un automóvil da mayor seguridad ante choques, que una bicicleta.

A pesar del uso de equipamiento como cascos, rodilleras, coderas, etc. El ciclista, sobre todo uno amateur, no consigue sentirse a salvo ante los peligros que traería consigo un encuentro ante vehículos de mayor magnitud.

Tiempo de traslado

Sin lugar a dudas, un vehículo motorizado llega mucho más rápido a un destino que uno con poder corporal, por lo tanto, 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.

Inseguridad ciudadana

Ante el exceso de robos y asaltos a mano armada y contando la velocidad con la que realiza su recorrido un ciclista, es normal que cualquier persona se sienta desprotegida ante su uso, esto sin contar que no existen estacionamientos para bicicletas mientras que los ciclistas deciden realizar otras actividades luego de haber llegado a su destino.

Clima de la ciudad

Al referirse a la ciudad de Piura, es sin duda una de las mayores desventajas en las cuales la población se identifica: el calor.

Como se sabe, Piura se encuentra ubicada al norte del país, también es conocida como la “Ciudad del eterno calor” y no es ajena a esa denominación, puesto que el sol se hace presente la mayor parte del año con gran intensidad.

Muchas personas dan total desacuerdo al uso de la bicicleta debido a que no quieren sudar o llegar desarreglados a donde tengan que ir, esto genera gran incomodidad.

Estas sin dudas son grandes desventajas que se han podido rescatar de un buen número de encuestados en la ciudad de Piura provincia, donde se encuentra ubicada la Av. Chulucanas, entre las edades de 17-45 años (**Tabla 1**) donde se puede apreciar que los accidentes y el calor de la provincia, predominan sobre otras características.

Tabla 1. Causas principales del no uso de bicicleta en la provincia de Piura

Cantidad de personas que no usan bicicleta en la ciudad de Piura entre 17-45 años	Inseguridad	Calor de ciudad	Choques	Mal diseño de vías	Baja velocidad	No cuentan con una bicicleta
	15%	28%	27%	14%	10%	6%

Fuente: Elaboración propia

1.3. Antecedentes de ciclovías en el Perú

Al igual que la popularidad de la bicicleta y sus inicios en la ciudad de Lima, la mayor cantidad de ciclovías del país yacen en la capital. Es por ello que se presenta un recuento de las ciclovías tanto en buen como en mal estado que existen aquí.

Aproximadamente existen 150 km. de ciclovías en Lima (**Figura 3**) y se esperan construir 500 km. más con miras al bicentenario de la República (Jenny Samanez, 2014).



Figura 3. Red Ciclovitaria de Lima.
Fuente: Google Maps.

Lo que se explicó en el Encuentro Internacional fue el cronograma de proyección de construcción de las vías de uso ciclista, en donde se especulaba que a fines del 2018, Lima tendría ya que contar, por lo menos, con 300 km de ciclovías aptas para transporte.

Además, Samanez se refirió a la educación y cultura que existe en el transporte peruano, en donde no se respeta el orden de preferencia de tránsito, dando menor importancia al peatón y al ciclista, por lo que el hábito del uso de la bicicleta recae en el temor de sufrir algún accidente. Esto en su parte se debe a la idea errónea que tienen muchas autoridades que aún identifican a la bicicleta como un medio recreativo y no evalúan las ventajas que traería su uso como un transporte cotidiano.

A continuación, se hará un recuento de algunas de las ciclovías existentes más importantes en la ciudad de Lima:

1.3.1. Av. Arequipa

Esta ciclovía cuenta con 6km de longitud y un ancho promedio de 2.7m, es de tipo segregada, con ayuda de sardineles sumergidos y peraltados, puesto que se encuentra en el interior de la berma central conectando los distritos de Miraflores (donde se ubica), San Isidro, Lince y Lima, exactamente desde la Av. 28 de Julio hasta José Pardo. A los costados de las bermas se encuentran dos carriles de ambos sentidos donde el flujo automovilístico es alto, como describe Tam Wong (2004) (**Figura 4**).



Figura 4. Ciclovía en Av. Arequipa.
Fuente: Google Maps.

1.3.2. Av. Salaverry

La ciclovía ubicada en la Av. Salaverry cuenta con cerca de 4.8km de longitud y 4m de ancho, tiene acceso en ambas direcciones desde la Av. 28 de Julio hasta la Av. Del Ejército que conecta a los distritos de Jesús María, Lince y San Isidro. Al igual que la ciclovía de la Av. Arequipa, esta se encuentra segregada en la berma central con ayuda de sardineles peraltados, pero a diferencia de esta última, esta ciclovía se encuentra en un mejor estado y cuenta con zonas de descanso como se aprecian en la **Figura 5**.



Figura 5. Ciclovía en Av. Salaverry.
Fuente: Google Maps.

1.3.3. Av. Colonial

Contando con una longitud de 9.25 km. y 2m. de ancho, es la ciclovía de la Av. Colonial una de las más grandes ubicada en el Callao abarcando desde la Av. Guardia Chalaca hasta la Plaza Dos de Mayo (**Figura 6**).

Sin embargo, a diferencia de las otras expuestas, esta ciclovía tiene un único sentido por su angosta sección, y no recubre el paisaje atractivo que debería contar una vía de uso ciclista. A la fecha ya se han realizado cambios para su mejora.

También se encuentra segregada lateralmente en ambos costados por ayuda de sardineles peraltados.



Figura 6. Ciclovía en Av. Colonial.

Fuente: Google Maps.

1.3.4. Av. Universitaria

Ubicada en el distrito de los Olivos – San Martín desde la Av. Metropolitana hasta la Av. Colonial, es esta quizás una de las ciclovías en peor estado en sus inicios, pero igual notoria por sus 10.3 km de longitud a pesar de su angosto ancho (1.5m). Por ende, es una ciclovía unidireccional (**Figura 7**).

Se encuentra en ambos extremos de la calzada segregada por sardineles peraltados y, al igual que la ciclovía de la Av. Colonial, mostraba un panorama escaso en vegetación, hasta que en el año 2014, con ayuda de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) se logró reforzar su carpeta asfáltica y se añadieron señales de seguridad para ayuda del ciclista.

Esta ciclovía resulta importante debido a ser una arteria conectora de otras ciclovías, tales como la de las avenidas Colonial, Morales Duárez, Tomás Valle y Angélica Gamarra.



Figura 7. Ciclovía en Av. Universitaria
Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima (2014)

1.3.5. Malecón de Miraflores

Quizás una de las ciclovías de mejor cuidado e infraestructura es la que se encuentra ubicada en el Malecón de Miraflores (**Figura 8**), y es que con casi 4.95km de longitud, esta ciclovía no sólo sirve como ruta de transporte, sino también como medio recreativo debido a su aislamiento del tráfico vehicular.

Esta vía ciclista va desde el Estadio Manuel Bonilla hasta el malecón Armendariz y se encuentra segregada por pintura puesto que es una ciclovía compartida con la vereda, es decir, está hecha de concreto (bici - acera).



Figura 8. Ciclovía en Malecón de Miraflores.
Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima (2014).

1.3.6. Av. Larco

La ciclovía ubicada en la Av. Larco cuenta con 1.33 km y es una vía totalmente segregada separada por sardineles peraltados considerada tanto para el tránsito

unidireccional como bidireccional. Se encuentra distribuida desde la Av. Armendariz hasta la Av. José Pardo del distrito de Miraflores (**Figura 9**).



Figura 9. Ciclovía en Av. Larco.
Fuente: Editora Andina (2015).

1.4. Ciclovías en el mundo

La propuesta planteada viene en relación a un sin número de ejemplos a nivel mundial, donde las ciclovías sin duda han logrado captar la atención de millones de personas como una opción a la mejora del tránsito de las ciudades.

Muchos países del mundo han recurrido a la construcción de ciclovías como medio que fomente el desarrollo físico por la constante práctica de deporte y además por un tema estético, puesto que, la ciclovía da una imagen pacificadora y embellecedora a las vías pavimentadas.

A continuación se muestran algunos ejemplos de países que optaron por la construcción de las mismas:

1.4.1. Copenhague, Dinamarca

La primera ciclovía apareció en el año 1910, pero la mayor parte de la red ciclista ha salido a la luz en los últimos 25 años. Es sin duda, la ciudad de Copenhague, una de las más importantes a nivel de sistema ciclovial, si no tan sólo habría que observar las cifras y darse cuenta que existen más de 40 000 bicicletas que habitantes en su ciudad (**Figura 10**).

Los cuatrocientos kilómetros de ciclovías logran que el tránsito para amantes de las bicicletas sea seguro y eficaz. Incluso durante las horas punta, los ciclistas invaden la ciudad y pasan a través de ella evitando los atascos, mientras los automóviles sufren el trajín del día.

Tanto es la cultura ciclista de esta ciudad que su gobierno establece el uso de bicicletas en algunas zonas con el ejemplo de policías tanto varones como mujeres, usándolas para crear un ambiente pacificador.

Además de las comunes redes de ciclovía con un ancho no mayor a dos metros, se piensa en futuro dar mayor cabida a “ciclopistas” que logren un tránsito más fluido y veloz sin miedo a la intersección con otros vehículos motorizados.



Figura 10. Ciclovía en Copenhague.
Fuente: Diario “Buen diario”. Guido Segal (2014).

1.4.2. Amsterdam, Holanda

Ámsterdam, capital de Holanda, y una de las ciudades más emblemáticas a nivel europeo y mundial, no puede ser ajena al crecimiento ciclovial, ya que al igual que Copenhague, cuenta con un mayor número de bicicletas que habitantes.

Cuenta con alrededor de 400 kilómetros de carriles de ciclovías por toda la ciudad (**Figura 11**).

Además incluyen su propio sistema de semáforos en 4 luces, donde la cuarta refleja a un ciclista y se activa para dar su paso libremente.

Como bien manifiesta Florencia Goldsman en su artículo en la revista Brando (2017), el 40% de los viajes urbanos se realizan en bicicleta.

Hay carriles y señales de tráfico diseñados especialmente para bicicletas y medidas de seguridad pensadas especialmente para el pedaleo. El lugar más famoso para viajar en bicicleta es la rampa en la Estación Central de tren, con espacio para más de siete mil bicicletas donde los viajeros estacionan a diario para seguir su viaje en tren.

El último censo del gobierno de Amsterdam registró 600.000 bicicletas en 2006, y que más del 50% de los viajes son hechos por mujeres, informó Goldsman.

Gracias al nivel de subrasante del terreno, la mayoría de pistas en Amsterdam son planas, por lo que el trayecto de una bicicleta se produce libremente y sin un pedaleo con esfuerzo, es por ello que se ha comprobado que recorrer esta ciudad de norte a sur lleva una hora en automóvil y tan sólo media hora en bicicleta.

También se puede decir que es muy difícil encontrar taxis. El costo en transporte es muy alto, tanto como la compra de un vehículo motorizado, es por ello que los ciudadanos prefieren la compra de una bicicleta, pues esto sale mucho más cómodo.

Por ejemplo, Maria Paz Salas para el Diario el Definido (2013) indica: obtener una licencia de conducir en Holanda cuesta más de US\$1.000 dólares y estacionar en toda la ciudad durante un horario de 9 am a 7 pm tiene un valor de 26,40 euros, mientras que el ticket nocturno, que va desde las 7 pm hasta la medianoche, dependiendo del lugar en que se estacione, puede tener un costo de entre 4,40 a 17,60 euros, Un ticket de estacionamiento semanal cuesta 158,40 euros.

El litro de combustible cuesta en promedio 1,70 euros. Por lo mismo, los taxis son bastante caros y un viaje desde el aeropuerto a un hotel en el centro puede costar 80 euros.

Por otra parte, el boleto de transporte público vale 2,70 euros, por lo que de todas formas, la bicicleta es más conveniente, concluye Paz Salas.



Figura 11. Ciclovía en Amsterdam.
Fuente: Blog Lovilmi. Vilma Mellado (2016).

1.4.3. Bogotá, Colombia

Ya entrando al plano sudamericano, es Bogotá la llamada “Amsterdam latinoamericana” por su visión con respecto a las ciclovías, sin embargo, el porcentaje de bicicletas con respecto a ciudadanos no es tan alto a comparación de Europa, pero sí existe gran número de ciclistas (350 000 aprox.) que se transportan por este medio.

Todo inicia en el año 1974, donde se llevó a cabo el cierre de vías y carriles principales, para el tránsito de bicicletas, entre otros medios como skate, patinetas, patines, etc.

El “Mitín a favor de la Cicla” como lo tituló el periódico El Tiempo (1974), fue iniciativa de una organización independiente sin ánimo de lucro denominada “Prociela” y el Departamento Administrativo de Tránsito y Transporte, que habilitó las dos principales vías de la ciudad, la carretera 7ª y la carretera 13, entre las calles y el centro de la ciudad, por tres horas, de 9:00 a.m. a 12:00 m., para el tránsito de bicicletas, indica el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) de Bogotá (1974).

Es debido al gran número de personas asistentes (5000 aprox.) que la alcaldía de Bogotá toma en marcha el proceso de creación de redes exclusivamente para ciclistas y ya no al cierre de calles por un cierto periodo.

La ciclovía ha sido sede de eventos nacionales e internacionales, más de 26 carreras atléticas al año se desarrollan en algunos de sus circuitos o corredores, incluyendo la Media Maratón de Bogotá. Se cuenta con las programas especiales como las Ciclovías Temáticas, para el mes de los niños, mes de madres, mes de padres, mascotas, amor y amistad, navideñas, Día de la Bicicleta y el Peatón, entre otros.

Además, el IDRD comentó que a través de un estudio desarrollado por La Universidad de Los Andes, se detectó que por cada dólar que se invierte en la Ciclovía de Bogotá, se ahorran por beneficios en salud asociados a la realización de actividad física, 3 dólares, proyectando un ahorro anual neto de 13 millones de dólares.

Es por ello que la ciudad de Bogotá es sin duda una de las más representativas a nivel internacional gracias al apoyo de la Alcaldía Mayor de Bogotá promoviendo un medio de transporte saludable y productivo (**Figura 12**).



Figura 12. Ciclovía en Bogotá.
Fuente: Editorial Brando. Florencia Goldsman (2017).

1.4.4. Curitiba, Brasil

Es sin duda, la ciudad de Curitiba, la pionera en el desarrollo de ciclovías en el país brasileño (**Figura 13**), el cual dio inicio a sus construcciones en el año 1977 hasta hoy con más de 110 km de distancia.

Ha tenido grandes dificultades, puesto que, la mayoría de estacionamientos para bicicletas no se encontraban cerca de las redes de tránsito. Es así que los accidentes hacia ciclistas aumentaron constantemente. En el año 2013 se registraron entre 173 accidentes donde existieron 177 heridos y un muerto por causa de la bicicleta.

Otra causa fue la construcción de una cicloruta en la avenida Marechal Floriano Peixoto, en donde hubo muchas críticas debido a la poca distancia que mantenían respecto a los carriles de vehículos motorizados (0.75m).

A pesar de estas causas, la ciudad de Curitiba tiene en el núcleo de su planificación urbana la bicicleta. En 2007, ocupó el tercer puesto de las "15 Ciudades Verdes" en el mundo, de acuerdo con la revista estadounidense Grist.

En la avenida Sete de Setembro, la arteria que conecta la ciudad de norte a sur, es una de las avenidas donde los ciclistas actualmente luchan por el espacio con los autobuses. Es por ello que la ciudad promete desplegar la primera llamada "vía pacífica". Una longitud de 6,3 km, donde los ciclistas sólo se moverán hacia el lado derecho de la carretera en el área demarcada en línea discontinua.

Sus vías fueron pensadas para que las ciclovías convivan en armonía con el paisaje del río y los valles a ser aprovechados por los ciclistas.



Figura 13. Ciclovía en Curitiba.
Fuente: Gazeta do Povo (2013).

Capítulo 2

Reglamento ciclovionario

2.1. Criterios básicos de redes ciclovitarias

Existen varios factores que se deben tomar en cuenta para la construcción de una carretera que cuente con una ciclovía, y tal como se distribuyen en el Plan Maestro de Ciclovías para el área metropolitana de Lima y Callao, esto depende mucho del terreno, tránsito vehicular, ambiente, etc. A continuación se muestran algunas características que se deben prever:

2.1.1. Seguridad

Al crear una red ciclovitaria, la seguridad debe ir de la mano con esta.

Es necesario lograr que el ciclista se sienta seguro de usar la vía no únicamente en los días, sino en todo momento, por ello, se necesita de un buen sistema de iluminación, personal de seguridad ya sea para el cuidado de actos vandálicos como para mantener el orden en el tránsito vehicular.

2.1.2. Red Coherente

El trazado de la ciclovía deberá ser hecho sin interrupciones y a lo largo de la ruta establecida. Se deberá hacer de este modo para brindar seguridad al ciclista puesto que él debe movilizarse en un entorno propio, y también para los que no son ciclistas, ya que así estarán al tanto de que existe un espacio por el cual no deben transitar.

2.1.3. Red directa

La ciclovía deberá ser comunicada sin necesidad de algún trazado extravagante; los puntos que conectan la ciclovía deben unirse de forma directa y en lo posible paralelos a la vía. Sin embargo, se podrá hacer algunas excepciones si es que la vía cuenta con pendientes muy pronunciadas, tránsito excesivo, etc.

2.1.4. Red atractiva

La construcción de una ciclo vía no es para cualquier avenida. En primer lugar, se debe evaluar si es que efectivamente traerá consigo gran demanda de ciclistas, la vía se presta para su colocación, etc. A continuación estos son los factores principales:

- Si la avenida no cuenta con vegetación es necesario evaluar el suministro y colocación de áreas verdes, esto debido a que el paisaje a visualizar por el ciclista debe ser atractivo, además que la plantación de árboles lograría dar áreas de sombra perfectas para cubrir a los ciclistas.
- Ya sea por red compartida o red segregada, la ciclo vía deberá armonizar con el entorno; esto quiere decir, que no llegue a verse como algo que incomode o limite el tránsito.
- Como se ha dicho en un punto anterior, la red cicloviaria debe contar con un buen paisaje de áreas verdes, pero además deberá ser construida en una zona donde se sabe que asistirán muchas personas, ya sea por centros comerciales, universidades, colegios, instituciones, etc.
- Por último, la separación vereda-ciclo vía o pista-ciclo vía deberá hacerse notoria ya sea por trazado con pintura, colocación de bloquetas, sardineles, etc. Esto logrará que sea notorio y mantenga en seguridad al ciclista.

2.1.5. Red cómoda

Lo atractivo resulta ser cómodo muchas veces, pero la comodidad no siempre resulta atractivo, es por ello que estas dos especificaciones deben ir de la mano. A continuación se muestran algunas características base a tomar en cuenta para que la red cicloviaria sea cómoda:

- La movilización del ciclista deberá ser en lo posible fluida sin necesidad de esfuerzo excesivo, evitando pendientes, baches, etc. y en un área lo suficientemente grande para el posible zigzaguo (mínimo 1m. por carril).
- Mantener las ciclo vías alejadas de zonas de desechos tóxicos, de basura, polución y ruido excesivo.
- Deberá existir tanto señalización horizontal como vertical, que logre ser fácilmente visible para los peatones, ciclistas y conductores de vehículos automotorizados.
- El paquete estructural tendrá que contener una carpeta apta para un tránsito liso.
- Debido al ancho de la ciclo vía, es posible que motocicletas o mototaxis puedan ingresar a ellas para evitar el tránsito de otros vehículos, en lo posible se deberá establecer leyes que multen a aquellos que lo intenten y también colocación de probetas de concreto al inicio que controlen su ingreso.

2.2. Tipos de cicloavía

A continuación se nombrará y describirá los principales tipos de vías para la circulación en bicicleta. Estas vías están diseñadas de acuerdo a las necesidades que se requieran en determinadas zonas.

2.2.1. Vías totalmente segregadas

Son aquellas vías separadas totalmente del tránsito vehicular y peatonal.

Se consideran las más costosas pero también las más seguras al nivel de percepción del ciclista, por lo que aumenta el uso de bicicleta y disminuye el riesgo de accidente. Ésta vía recibe el nombre también de Pista-bici. Está segregada del tráfico motorizado, con trazado y plataforma independiente de las carreteras, en uno o dos sentidos (**Figura 14**).



Figura 14. Pista-bici.

Fuente: Blog Valdebebas (2011).

Siendo la seguridad una gran ventaja, así como también el incremento del uso de la bicicleta, este tipo de vía tiene un problema, y es que no todas las avenidas que se desee implementar cicloavía podrían usar esta modalidad, puesto que depende del ancho de sección, este debe ser muy grande para poder lograr otro tramo exclusivo para ciclistas.

2.2.2. Vías parcialmente segregadas

- Carril-bici protegido: es una vía que se encuentra en la calzada, pero está provisto de elementos laterales que lo separan físicamente del resto de ella. Puede ser en una o dos direcciones. Esto se observa en la **Figura 15**.

Este implemento es mucho más barato puesto que sólo se gasta en la colocación de elementos laterales y pintado del tramo cicloviario.

Además, se recomienda que este tipo de ciclovías sean unidireccionales en el mismo sentido del tránsito más aproximado a ella, o bidireccionales siempre y cuando los ciclistas que se dirijan en sentido contrario a los vehículos más cercanos, se encuentren cerca de la vereda.



Figura 15. Carril-bici protegido.
Fuente: Bicisenderistas novatas (2010).

Existen tres tipos de carriles-bici:

- Junto a la vereda y el tránsito vehicular (Figura 16).
- Junto a la vereda y el estacionamiento (Figura 17).
- Junto al estacionamiento y el tránsito vehicular (Figura 18).

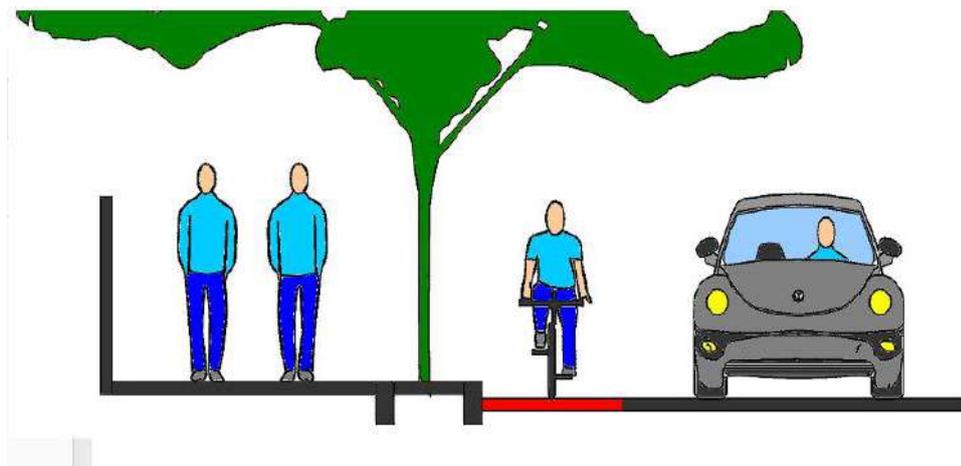


Figura 16. Ciclovía junto a vereda y tránsito vehicular.
Fuente: Ciclovias e ciclofaixas: Critérios para localização e implantação. José Claudio Da Rosa Riccardi. (2010).

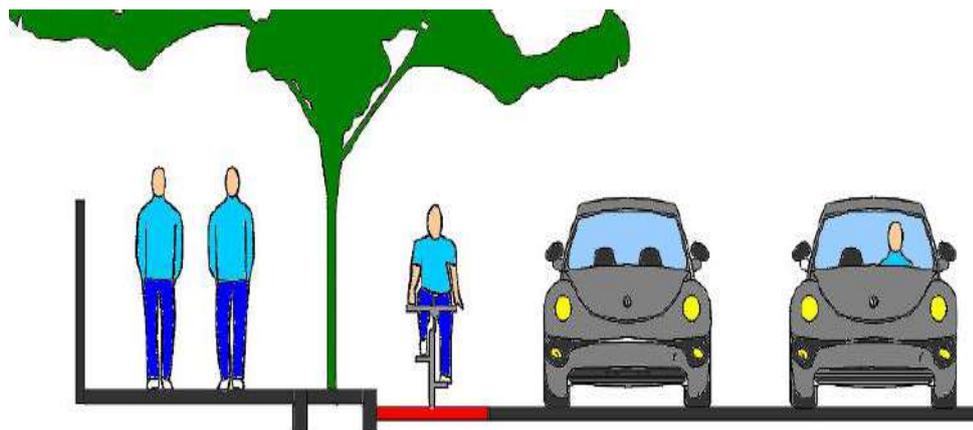


Figura 17. Ciclovía junto a vereda y estacionamiento.
 Fuente: Ciclovias e ciclofaixas: Critérios para localização e implantação. José Claudio Da Rosa Riccardi. (2010).

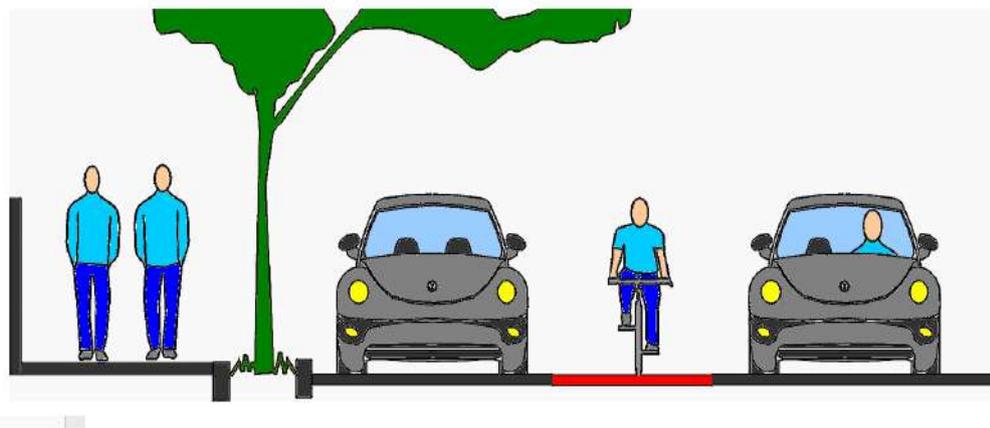


Figura 18. Ciclovía junto a estacionamiento y tránsito vehicular.
 Fuente: Ciclovias e ciclofaixas: Critérios para localização e implantação. José Claudio Da Rosa Riccardi. (2010).

2.2.3. Vías compartidas

De acuerdo a la información dada por Da Rosa Riccardi (2010), este medio es referido al espacio que comparten tanto ciclistas con peatones como ciclistas con vehículos automóviles. Esta modalidad es utilizada en lugares donde existe un bajo volumen de tráfico y las velocidades no exceden los 60km/h.

Sin embargo, ha habido casos en donde con tan sólo 45km/h ya han existido accidentes fatales en zonas europeas. Es por ello, que en muchas ciudades de ese continente, las velocidades no exceden de 30km/h en vías compartidas.

Se recomienda que este diseño sólo se utilice en ciudades pequeñas, sobre todo en zonas residenciales.

- Aceras-bici:

Son tramos de acera habilitados para la circulación ciclista, es decir que las bicicletas comparten espacio con los peatones (**Figura 19**). En este caso como los ciclistas y peatones se mezclan, es necesario garantizar la seguridad de ambos mediante una serie de medidas que se nombran a continuación:

- Establecer una señalización adecuada.
- Tomar en cuenta en el diseño una anchura adecuada que posibilite la convivencia pacífica entre peatón y ciclista.
- Tomar en cuenta las horas punta comerciales para limitar la circulación del ciclista.
- En algunos casos es recomendable la separación entre peatones y bicicletas a través de la habilitación de una acera bici, la cual está a una misma cota y en continuidad con la acera.



Figura 19. Aceras-bici.

Fuente: Seguridad Vial. Somos Pacientes (2016).

- Carril - bici:

Es un carril dentro de una calzada convencional, exclusivamente para ciclistas. La señalización puede tener medidas de protección como resaltes, pintura, etc. La circulación en estos carriles es en la misma dirección del tráfico motorizado (**Figura 20**).



Figura 20. Carril-bici.

Fuente: Seguridad Vial. Somos Pacientes (2016).

- Carril bus – bici:

Es un carril compartido por autobuses y ciclistas. Este carril generalmente se ubica en el lado derecho de la calzada que es por donde los ciclistas circulan más seguros ya que no se encuentran emparedados entre el tráfico motorizado (**Figura 21**).



Figura 21. Carril bus – bici.

Fuente: Seguridad Vial. Somos Pacientes (2016).

2.3. Diseño geométrico de las ciclovías

En particular, el diseño geométrico de una ciclovía se realiza de acuerdo a diversas características de un tramo de vía, muchas veces no depende de la afinidad que un ingeniero pueda tener ya sea por tema estético o simplemente gusto, sino de las circunstancias por las cuales tiene que acatar debido a un estudio previo. Entre criterios de diseño más importantes tenemos:

- **La sección de vía**

Existen tramos de ancho de vía lo suficientemente grandes para dar espacio a la construcción de una ciclovía, ya sea de forma segregada, parcialmente segregada o compartida, manteniendo los anchos característicos de aceras, calzada, bermas centrales o separadores, dependiendo de su diseño. Sin embargo, existen también aquellas vías donde es imposible la creación de un tramo exclusivo para ciclovías debido a su angosta sección sobre todo en aquellas de un solo sentido.

Es necesario que la ciclovía sea construida pensando en el tránsito de las bicicletas en ambos sentidos. Lo más recomendable es que estas rutas se encuentren uno al lado de otro, pero si este diseño no fuese posible, también es posible su construcción a los extremos de la calzada.

- **Seguridad entre peatones, ciclistas y automóviles**

El espacio a mantener entre ellos debe ser el suficiente para que cada uno pueda realizar su actividad sin necesidad o temor de cruzarse de forma accidental con el otro. Es por ello que se debe evaluar en qué circunstancias una ciclovía puede compartir espacio, por ejemplo, con una vereda; esto se debería llevar a cabo siempre y cuando el peatón tenga el espacio suficiente para transitar. O también, en qué casos es posible segregarse la ciclovía al medio de la calzada; esto siempre y cuando no reduzca la sección de vía del carril que se encuentre al costado.

- **Señalización notoria**

Además de la señalización existente para los vehículos y peatones, es necesario implementar señalización tanto horizontal como vertical para el uso de bicicletas, que en lo posible realice la función de advertir a los automóviles y transeúntes del tránsito de ciclistas, que indique los sentidos de los carriles, y quizás también semáforos con implementación para ciclorutas, esto siempre y cuando, las avenidas sean de tránsito extremadamente fluido e intersecciones grandes.

2.3.1. Dimensionamiento básico de las ciclovías

El Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías (p. 5) indica ciertos requisitos indispensables para su construcción. Ante todo se debe evaluar las dimensiones de una bicicleta promedio (**Figura 22**) y el espacio que ocupa en el tramo mientras se ejerce el pedaleo y genera cierto zigzag.

Sin embargo, existen todo tipo de modelos de bicicletas; desde altas, para uso de adultos; hasta pequeñas, usadas por niños. Es por ello que es complicado estimar una dimensión promedio que sirva para la construcción de una ciclovía. A continuación se aprecia en la **Tabla 2** los distintos modelos más usados y sus dimensiones establecidos por el Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (CROW, 2011)¹:

¹ CROW es una plataforma holandesa de información y tecnología para la infraestructura, tráfico, transporte y el espacio público todo en base a las bicicletas.

Tabla 2. Tipos de bicicleta y sus dimensiones

Tipo de bicicleta	Longitud (cm)	Altura (cm)	Ancho de manubrio (cm)	Tamaño de la rueda incluido el neumático (cm)	Grosor del neumático (cm)
Bicicleta de turismo para adultos	180-195	100-120	50-60	66-72	3.7-4
Bicicleta de carrera para adultos	170-190	100-120	45-60	66-72	2.5-3
Bicicleta de montaña	170-190	95-110	60-65	66-72	4.0-5.0
Bicicleta de niño	150-170	80-100	50-55	51-62	3.6-3.8
Bicicleta reclinada	170-220	40-60	60-70	-	-

Fuente: Manual Diseño Tráfico Bicicletas CROW

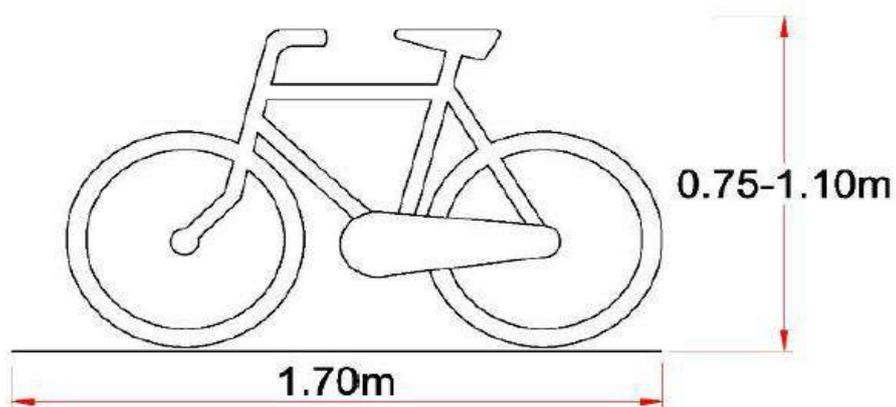


Figura 22. Dimensión de la bicicleta promedio según Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.
Fuente: Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao. Guía para Circulación de Ciclistas, Lima - Perú (1994).

Cada parte de la bicicleta ayuda a evaluar las condiciones de diseño necesarias para la ciclovía; ya sea el manubrio, para identificar el ancho de sección de vía; la longitud, para dar una idea de su zigzag; etc. Es por ello que el ancho de sección, se obtendrá de algunos datos promedio y a las siguientes características:

- Una persona promedio tiene de ancho entre hombro a hombro casi 0.60m, igual a la longitud del manubrio de la bicicleta.
- Al manejar, es imposible que se vaya completamente en línea recta, esto por efecto del zigzag que produce el pedaleo, por lo que se recomienda dar un margen de 0.20m a cada lado. (Total = 1.00m)
- Por último, hay algunas ciclovías que dan un margen adicional de 0.25m a cada lado ante movimientos evasivos o bruscos. (Total =1.50m). Todo esto se observa en la **Figura 23**.

En conclusión, para que un ciclista se transporte con total seguridad se necesitan como máximo 1.50m y como mínimo 1.00m de ancho. Además, también es necesario evaluar la altura, y es que a pesar de estar sentado, una persona promedio alcanza entre 1.60 a 1.80m. Es por ello que la altura de piso a techo necesaria para un transporte cómodo debe ser 2.50m, esto conlleva a una mejor vista del panorama, esencial para el traslado.

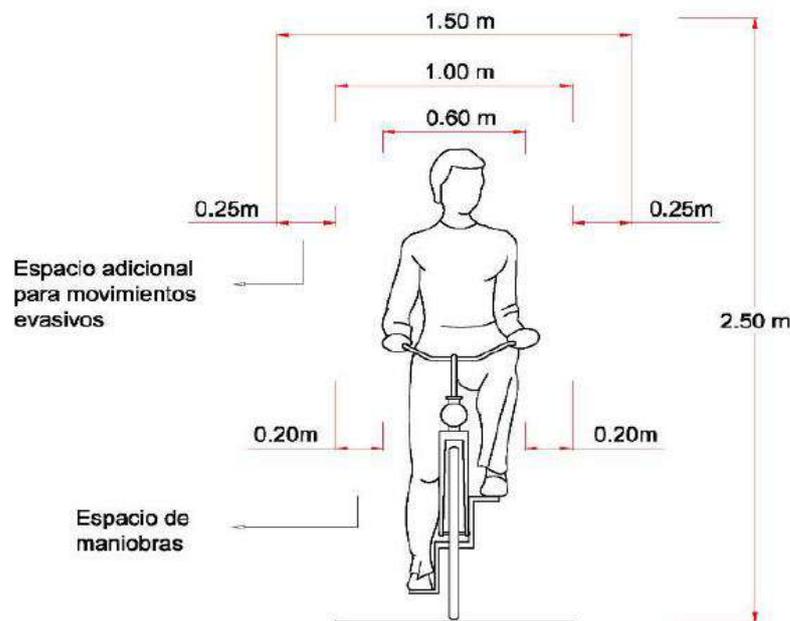


Figura 23. Dimensión operacional de un ciclista.

Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima. Guía para Circulación de Ciclistas, Lima - Perú (1994).

Una vez centradas las dimensiones operacionales en las que un ciclista puede movilizarse, se basará en ello para poder diseñar una ciclovía acorde a las necesidades del uso de la bicicleta.

2.3.2. Dimensionamiento básico de estacionamientos

Los estacionamientos de bicicleta son necesarios en vías de gran longitud y se ubican muchas veces en los descansos hechos en las bermas centrales o también en alguna parte de los estacionamiento de automóviles debidamente señalado.

El ancho de un estacionamiento debe ser mayor al ancho del manubrio de la bicicleta, esto sin contar los estacionamientos de dos niveles donde las bicicletas pueden traslapar sus manubrios, si fuese este el caso, el ancho sí podría ser un poco menor al del manubrio.

Para su longitud se tendrá en cuenta un poco más de la longitud promedio de la bicicleta que hemos evaluado (1.70m), es por ello que se permitiría un espacio largo entre 1.80m a 2.00m.

Estas consideraciones son las que se usan en mayores circunstancias, sin embargo, existen ocasiones en donde se tendrá que prever con acciones distintas, como por ejemplo: bicicletas para dos pasajeros, espacio para canasta delantera (si fuese necesario al realizar compras), o asientos infantiles para niños (**Figura 24**).



Figura 24. Estacionamiento para bicicletas.
Fuente: Diario Zona Lider (2012).

Según la Norma CE-030, que menciona el Diseño y Construcción de Ciclovías, en cada módulo de estacionamiento para bicicletas se recomienda incluir los adecuados elementos de sujeción para asegurar el marco y por lo menos una rueda de la bicicleta, y además establecen sus medidas propias según se muestran en las **Figuras 25 y 26**.

Ejemplo de estacionamiento de bicicletas perpendicular a la ciclovía

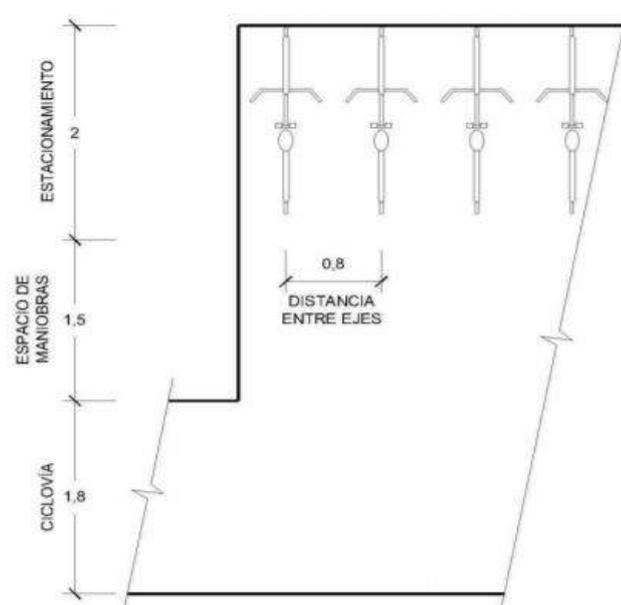


Figura 25.- Estacionamiento de bicicletas perpendicular a la ciclovía.
Fuente: Norma CE-030. Obras Especiales y Complementarias. Capítulo I Diseño y Construcción de Ciclovías.

Ejemplo de estacionamiento de bicicletas a 45° de la ciclovía

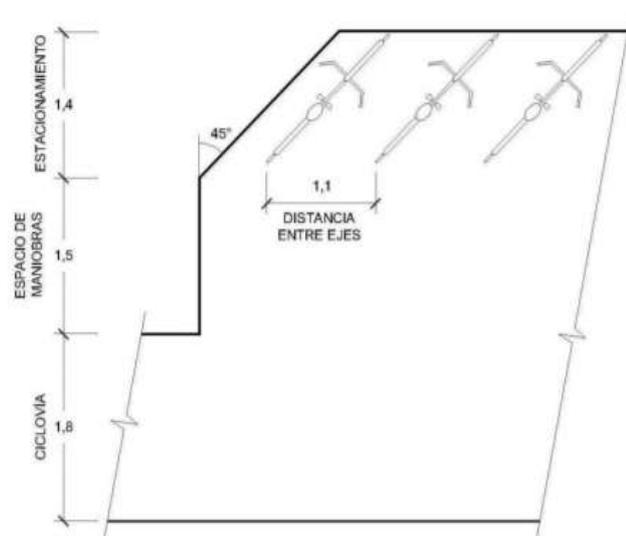


Figura 26.- Estacionamiento de bicicletas a 45° de la ciclovía.
Fuente: Norma CE-030. Obras Especiales y Complementarias. Capítulo I Diseño y Construcción de Ciclovías.

Para finalizar, se deberá tener en cuenta que no sólo se requiere saber cuál será la distancia de una bicicleta estacionada, sino también, del espacio necesario que se requiere para maniobrar y colocarla en el estacionamiento.

En lugares promedio se establece que el ancho necesario para maniobrar y colocar la bicicleta en manera recta al ciclero² es de 1.80m. Sin embargo, si se trata de lugares grandes como colegios, hospitales, centros comerciales, etc., el ancho que se usará deberá variar entre 3 a 3.5m, según informa el Manual de Diseño de Tráfico Bicicletas CROW.

2.3.3. Ancho de ciclo vía

- Ciclo vía unidireccional

Como se dijo anteriormente según al Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclo vías, un ciclista necesita 1.50m de ancho de vía para trasladarse cómodamente por una ciclo vía, sin embargo, esta distancia no incluye el traspaso de un ciclista que decide adelantar a otro, es por ello que se indica que para una vía unidireccional de dos carriles, la distancia necesaria para su ancho es de 2.00m (**Figura 27**).

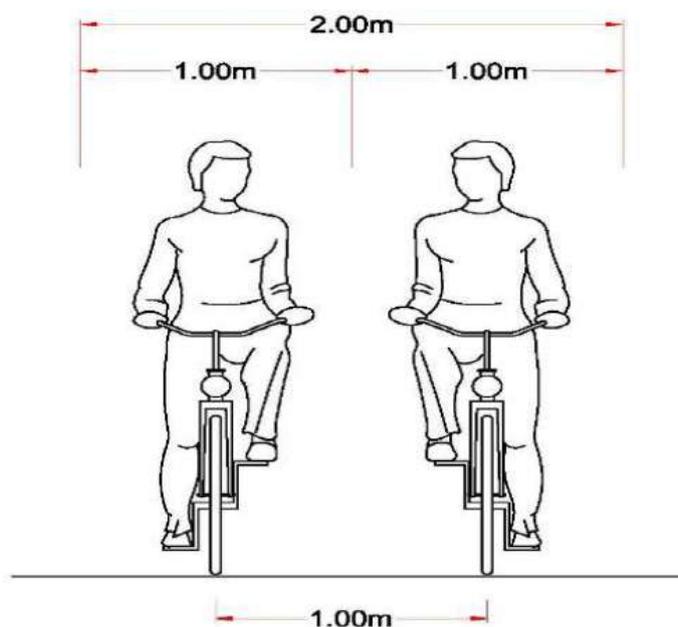


Figura 27. Ancho de vía unidireccional.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclo vías.

- Ciclo vía bidireccional

Para las vías bidireccionales se tienen que tomar en cuenta otra clase de limitaciones, debido a que la perspectiva del conductor cambia al tener al frente a otro ciclista y aumenta sus condiciones de seguridad.

² Ciclero: Término utilizado para nombrar al estacionamiento de uso especial para bicicletas.

Entre estas consideraciones tenemos:

- Vía direccional con sardineles $< 10\text{cm}$

Cuando la ciclovía se encuentra entre dos sardineles menores a 10 cm se tendrá que aumentar el ancho de vía de 2.00m en 0.25m a cada lado, teniendo un total de 2.50m. (**Figura 28**).

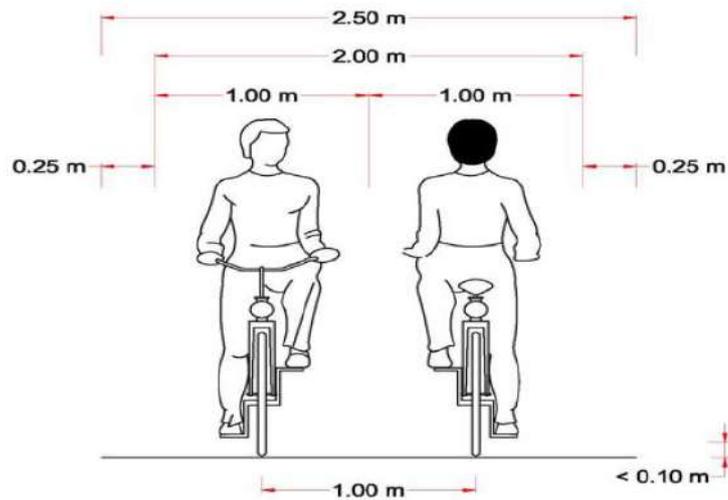


Figura 28. Ancho de vía bidireccional con sardinel $< 0.10\text{m}$.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

- Vía bidireccional con sardineles $> 10\text{cm}$

Debido al impacto que se podría tener con sardineles mayores a 10cm, es necesario evitarlo manteniendo una distancia mucho mayor que con los sardineles menores a 10cm. Para estos casos, se deberá establecer una distancia de 0.50m a cada lado de la ciclovía (**Figura 29**).

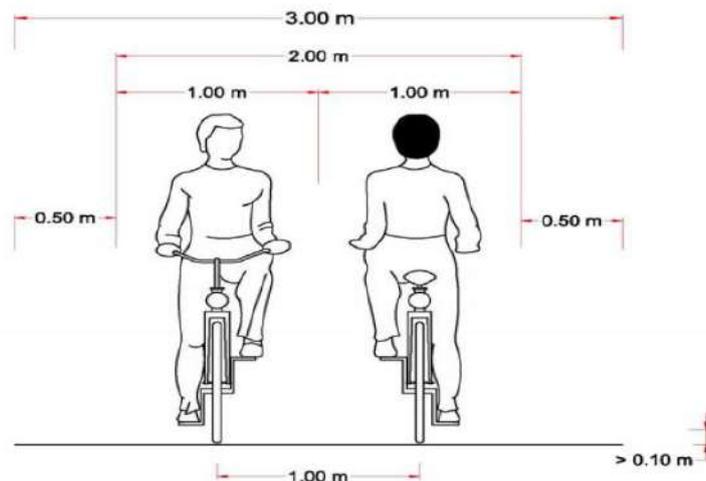


Figura 29. Ancho de vía bidireccional con sardinel $> 0.10\text{m}$.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

- Vía bidireccional con obstáculos laterales

En esta clase de ciclovía se puede encontrar aquellas que se limitan por grandes obstáculos ya sean árboles, postes, paneles, etc. De ser así, se deberá establecer una distancia lateral de 0.75m a ambos lados, adicional a los 0.50m que se agregan por el sardinel, teniendo un total de 3.50m (**Figura 30**).

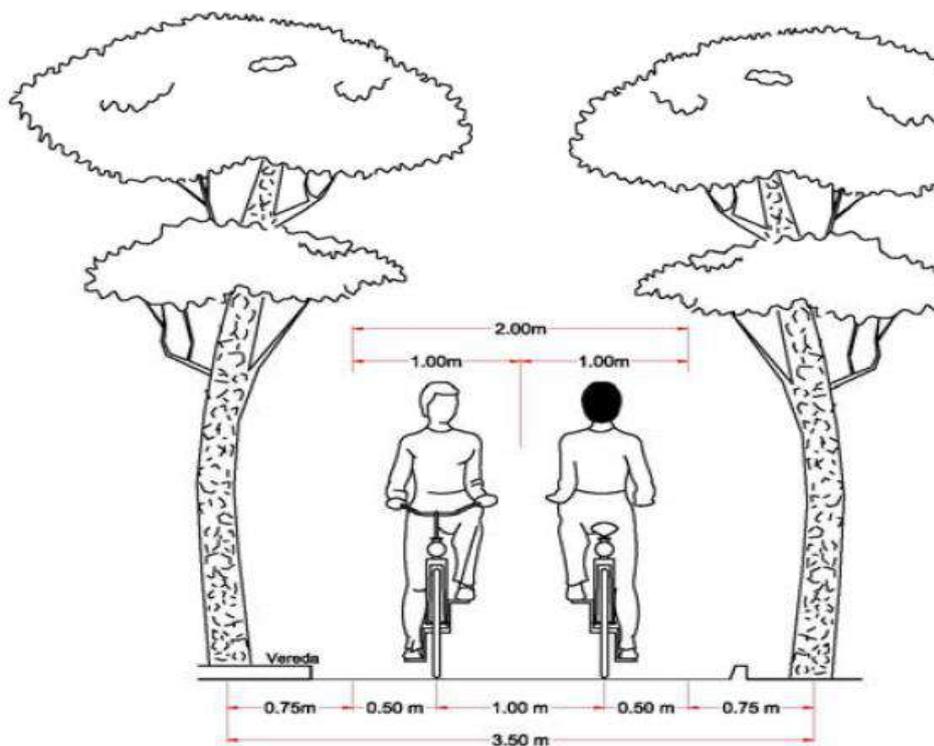


Figura 30. Ancho de vía bidireccional con obstáculos laterales (árboles).
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

Sin embargo, cuando el obstáculo se trata de alguna pared grande, como por ejemplo en túneles, la distancia hacia cada lado de la ciclovía será de 1.00m adicional a los 0.50m ya establecidos, dando un total de 4.00m (**Figura 31**).

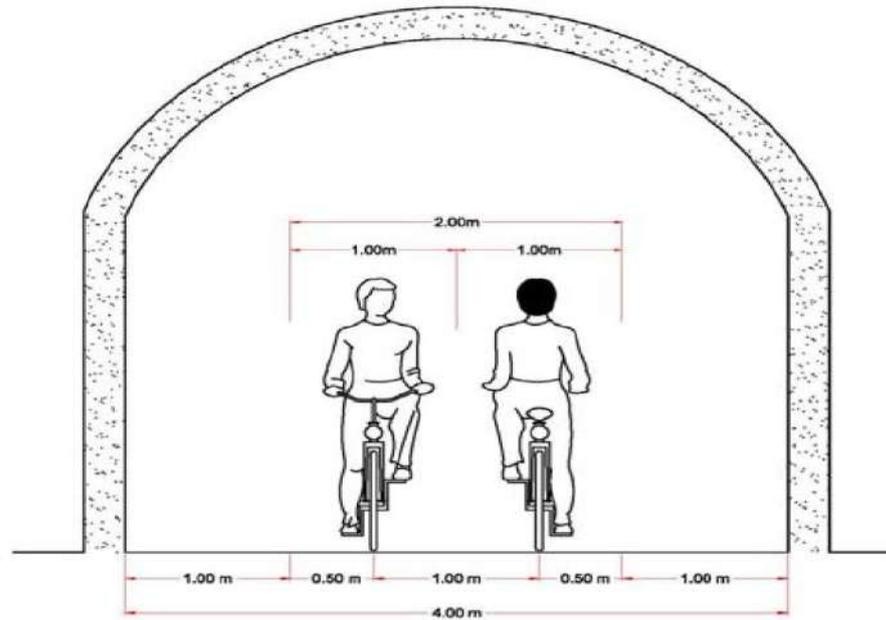


Figura 31. Ancho de vía bidireccional con obstáculos laterales (túnel).
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

- Vía bidireccional junto a estacionamiento

Cuando la ciclovía está junto al estacionamiento, no siempre contará con un obstáculo estático. Sin embargo, cuando lo haya, el ciclista deberá prever que los conductores abren las puertas de sus automóviles para poder bajar de ellos, es por ello que el Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías determina una distancia de 0.80m adicional que debe existir entre los sardineles que limitan la ciclovía y el vehículo (**Figura 32**).

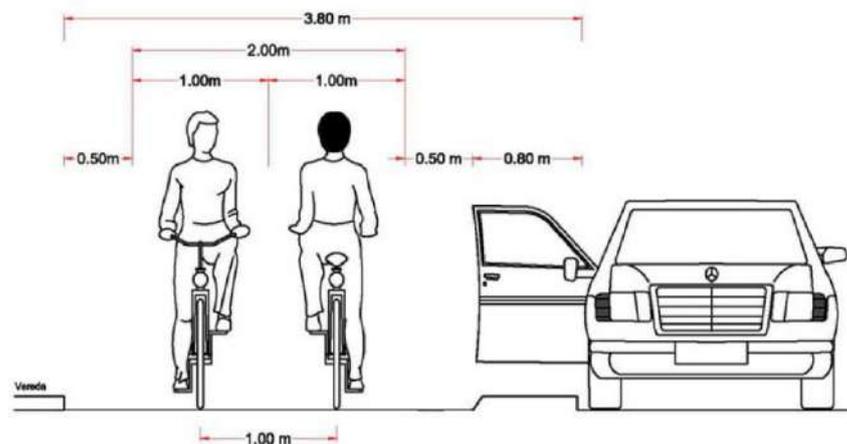


Figura 32. Ancho de vía bidireccional junto a estacionamiento.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

2.3.4. Velocidad de diseño

Los ciclistas deben superar dos fuerzas para poder realizar sus maniobras con tranquilidad: la resistencia al rodamiento y la resistencia aerodinámica. La primera depende de la fuerza y material de los neumáticos, mientras que la otra, del tipo o modelo de bicicleta que se esté manejando.

Según el CROW, la velocidad con la que anda cada ciclista es variable, sin embargo, tomando un valor promedio, una persona pedalea hasta casi 70 veces por minuto, logrando así una velocidad entre 15 a 20 km/h.

La velocidad de diseño es necesaria para poder realizar adecuadamente la construcción de la ciclovía en tramos en los que existen curvas o pendientes, puesto que ayudará a determinar el peralte o también su radio de curva, así como el ancho necesario entre quiebres.

Normalmente en ciclovías pavimentadas, la velocidad de diseño debe ser mucho mayor a la velocidad con la que un ciclista logra trasladarse normalmente. En estas vías, se debe tener presente que los ciclistas se movilizarán rápidamente puesto que no presentan obstáculo, es por ello que se prevé una velocidad de 30km/hr mientras que las que no cuentan con su pavimentación tan sólo se permite 24km/hr. Esto es siempre y cuando no cuenten con alguna pendiente pronunciada, puesto que, en estos casos, se deberá tomar total precaución debido a la velocidad que pueda emitir el ciclista ante una pendiente en descenso, puesto que ésta aumenta.

Según el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovía, existe una relación entre pendiente y longitud, y con ello, una velocidad máxima de diseño que se debería aceptar en cada caso. A continuación se presenta una tabla (**Tabla 3**) con sus valores:

Tabla 3. Velocidad de diseño en función de la pendiente

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	> 150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45km/h
6 a 8	40km/h	45km/h	50km/h
9	45km/h	50km/h	55km/h

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías

Por último, también se debe tener en cuenta la aceleración que posee un ciclista promedio, ya que si parte de un estado estático, su aceleración puede variar entre 0.8 a 1.2 m/s² mientras que la desaceleración varía entre 1.5m/s² en estado normal y hasta 2.6 m/s² cuando realiza un frenado de emergencia.

2.3.5. Radio de volteo

Ante las presentes velocidades de diseño mostradas en el apartado 2.3.4, es necesario establecer, para las curvas, los radios mínimos y máximas velocidades de diseño para evitar así los posibles accidentes ante el giro realizada por el conductor.

Con ayuda de las velocidades se puede, a través de la siguiente fórmula, encontrar el radio de volteo:

$$R=0.24V + 0.42$$

Donde R es igual al radio de volteo en metros (m.) y V a la velocidad en km/h.

Entonces, evaluando las distancias promedio de trayecto realizadas por un ciclista (obviando el tema de las pendientes), se pueden obtener unos radios promedios mostrados en la **Tabla 4**:

Tabla 4. Radios promedios de diseño según la velocidad.

V(km/h)	R (m)
12	3.3
15	4
20	5.2
30	7.6

Fuente: ALFONSO SANZ, Rodrigo Pérez Senderos, Tomás Fernández, la Bicicleta en la ciudad, Manual de políticas y diseño para favorecer el uso de la bicicleta como medio de transporte, Madrid, 1999.

En radios menores a 3m se considera a la curva peligrosa, en radios menores a 2m, se recomienda al ciclista retirarse de la bicicleta, indica el Manual de Diseño de Infraestructura para Ciclovía.

2.3.6. Sobreanchos de ciclovías

Este tema es único en ciclovías con pendiente pronunciada, ya sea en descenso o en ascenso, puesto que, el ciclista necesita un espacio mayor a lo habitual para poder realizar sus maniobras ante el esfuerzo por pedalear (pendiente positiva) o el aumento de velocidad (pendiente negativa).

Es por ello que, en la siguiente **Tabla 5**, se muestran los sobreanchos necesarios que debe tener la ciclovía en relación a la pendiente y su velocidad.

Tabla 5. Sobreancho de ciclovía de acuerdo a la pendiente

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	26 a 75	75 a 150	> 150
>3 a <=6	0 cm	20 cm	30 cm
>6 a <=9	20cm	30 cm	40 cm
>9	30cm	40 cm	50 cm

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclo rutas. Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

Sin embargo, la pendiente no es el único punto en el que se basa para construir ciclovías con sobreancho, también existen los radios de curvatura.

En estos casos, el ciclista necesita mayor espacio para maniobrar debido al giro que realiza con el manubrio, esto obliga al conductor a inclinarse junto con la bicicleta pudiendo lograr el impacto si no se tiene el espacio suficiente para realizar la acción.

En la **Tabla 6**, se muestran algunas distancias de radios de curvatura y el respectivo aumento de ancho dentro de la curva para lograr la adecuada conducción.

Tabla 6. Sobreancho de ciclovía de acuerdo al radio de curvatura.

Radio de curvatura	Sobreancho requerido (Pendientes de 0 a 3%)
24 a 32m	25cm
16 a 24m	50cm
8 a 16m	75cm
0 a 8m	100cm

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclo rutas. Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

2.4. Diseño de intersecciones

Una de las mayores causas de accidentes en bicicleta son las colisiones con otros vehículos motorizados, sin embargo, muchos se preguntan por qué siguen existiendo estas consecuencias en zonas donde existen ciclovías, pues quizás, una de las mayores razones sea la falta de buen diseño en las intersecciones.

Las grandes avenidas de cualquier ciudad se intersectan en su mayoría con otras grandes avenidas, y por lo tanto está de más decir, que en estos espacios, la ciclovía sólo se limitará a la separación por el pintado de la vía, ya que tiene que permitir el pase de los demás vehículos.

Según un dato estadístico, más de la mitad de los accidentes en bicicleta son producidos en zonas urbanas (58%) y dentro de este porcentaje, casi el total en intersecciones que sobrepasan los 50km/h (95%). Ante esto, se han visto varios medios para poder combatir el exceso de accidentes, entre los cuales la solución más próxima es la colocación de semáforos en cada intersección entre avenidas.

El fin de los semáforos es reducir la velocidad de los vehículos hasta llegar al estado estático y permitir el pase a vehículos y peatones que vienen en el sentido contrario, pero ya se ahondará más este tema en la sección de señalización.

En conclusión, el objetivo principal es segregarse a los ciclistas del tránsito motorizado, siendo éste distinto, de acuerdo al tipo de intersecciones en las que se encuentre, ya sea de doble vía, con óvalo, etc. y al tipo de ciclovía con la que se disponga: centrada o lateral.

2.4.1. Cruzamiento

En las intersecciones, son los peatones, y en este caso, los ciclistas quienes tienen menor seguridad. Es por ello que se evalúa, a través de un estudio de tráfico previo, la zona de intersección, la cantidad de vehículos que transitan por hora, la velocidad con la que avanzan, y además el ancho de la vías que se intersectan para saber si el tiempo de cruce será el suficiente.

Según la distribución de Poisson³ para tráfico vehicular, se han tomado los siguientes datos estadísticos elaborados en el Manual Diseño Tráfico Bicicletas (CROW):

- Hasta 800 vm/h, la cruzabilidad es razonable sin una isla central;⁴
- Desde 800 hasta aproximadamente 1.600 vm/h, la cruzabilidad es razonable siempre que se pueda hacer en dos etapas;
- Desde 1.600 hasta aproximadamente 2.000 vm/h, la cruzabilidad es moderada a mala;
- Sobre 2.000 vm/h, la cruzabilidad es (muy) mala.

Es importante que los ciclistas logren avanzar a la vía más cercana y directa, sobre todo en intersecciones anchas y que no cuenten con islas centrales, el ciclista deberá girar hacia la otra avenida y cruzar por los pases peatonales (cuando el semáforo lo permita) bajándose de su bicicleta y así logrando llegar nuevamente a la ciclovía.

³ NdeT: "En teoría de probabilidad y estadística, la distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta. Expresa la probabilidad de un número k de eventos ocurriendo en un tiempo fijo si estos eventos ocurren con una tasa media conocida, y son independientes del tiempo desde el último evento." (Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_de_Poisson, acceso 10-VIII-2009).

⁴ Unidad equivalente a un automóvil: vehículo motorizado (vm) en español.

2.4.2. Seguridad

Mientras un ciclista se sienta seguro, le será mucho más sencillo manejar sin problemas por las calles sin temor a ocasionar algún accidente ya sea con peatones o vehículos mientras cruza una intersección. Para ello, un diseñador debe tener en cuenta la visibilidad que tendrá un vehículo motorizado, y evitar en su mayoría las señalizaciones innecesarias y ciclovías con exceso de curvas.

Conforme lo demuestra el Manual de Diseño de Tráfico de Bicicletas, se debe:

- **Evitar conflictos con el tráfico que viene en dirección contraria.-** La tarea del diseñador es, en lo posible, reducir el número de encuentros con otros vehículos o peatones. Se debe evitar las ciclorutas ondulantes, los desvíos, señalizaciones innecesarias, etc. Por sobre todo, para las facilidades para bicicletas, el diseño apunta a la visibilidad; los ciclistas deben estar dentro del campo visual de los motoristas para que éstos puedan reaccionar a su presencia oportunamente.
- **Evitar conflictos con tráfico que intersecta y cruza.-** En las intersecciones los conflictos con el tráfico que intersecta son inevitables dada la función de intercambio. El diseño de una intersección, sin embargo, tiene un impacto significativo en el número y tipo de conflictos. Las facilidades con pasos a desnivel eliminan completamente los conflictos con el tráfico que intersecta y cruza, pero en la mayoría de los casos no son soluciones viables. Si el intercambio de los flujos vehiculares se da al mismo nivel, todos los usuarios viales (conductores, ciclistas, peatones, etc) deben poder ver la intersección oportunamente (visibilidad de manejo); además, el tráfico que cruza debe tener una buena visión del flujo vehicular a ser cruzado (visibilidad de aproximación). Los conflictos de cruce se pueden convertir parcialmente en conflictos de paso (generalmente menos graves) si una intersección se transforma en rotonda. En intersecciones tipo Y o T es posible realizar menos movimientos que en una intersección en cruz. Las primeras son preferibles en términos de seguridad.
- **Minimizar y juntar los subconflictos.-** Minimizar el número de subconflictos y lograr que el ciclista esté el mayor tiempo posible dentro del campo visual del motorista favorecen la seguridad. En parte es por esto que se prefieren las intersecciones en T o bayoneta (dos intersecciones en T separadas por una pequeña distancia) por sobre las intersecciones en cruz. En lo que concierne a la seguridad, las rotondas también son mejores que las intersecciones normales (en cruz). Para la seguridad de los ciclistas en una intersección es extremadamente importante que el resto del tráfico les pueda ver. Por este motivo, se recomienda que en vías urbanas y en vías locales fuera del área urbana, se curve la cicloruta 2030 metros antes de la intersección (la ciclovía vira hacia la calzada, quedando la distancia entre la ciclovía y el costado de la calzada entre 02 m). Si la ciclovía está al lado o a una distancia corta de la calzada principal, esto crea condiciones óptimas para que los conductores tengan una buena vista de los ciclistas. En vías recolectoras fuera del área urbana no se recomienda realizar estas curvas. Esto no es porque la visibilidad no sea

importante aquí, sino porque, como resultado de la curvatura, los vehículos que viran no tienen espacio de espera entre la calzada y la ciclovía. En vías donde los automóviles circulan a más de 60 km/h, esto podría llevar a serios conflictos, dadas las grandes diferencias de velocidad entre los vehículos que siguen y los que viran.

- Reducir la velocidad en puntos de conflicto.- Dado que muchos conflictos surgen en las intersecciones, se recomienda que se minimice la diferencia de velocidad entre los distintos medios, acercándola a la del ciclista (20 a 30 km/h).
- Evitar que los ciclistas tengan que salirse de la ruta.- Este requisito impone demandas en cuanto a la superficie del pavimento, los radios de giro y la visibilidad. Que las superficies sean lisas es especialmente importante para poder andar bien. Una superficie rugosa, con hoyos y baches, puede causar caídas. Cuando la superficie es dispareja, se forman pozas cuando llueve. Y cuando éstas se congelan, pueden obligar a los ciclistas a salir de la ruta, especialmente en las curvas. La superficie lisa también se relaciona claramente con el requisito de la comodidad; después de todo, los ciclistas disfrutan más andando en una superficie pareja.

2.4.3. Cruces según tipo de ciclovía

Según el diseño de ciclovía que se presente, el ciclista se encontrará con diversos tipos de cruces o movimientos para llegar a su destino. Las facilidades con que pueda realizarlos, dependerá del tipo de ciclovía que se disponga en el tramo. Para ello se puede dividir los cruces en los siguientes diseños de intersecciones:

2.4.3.1. Ciclovías laterales

- Cuando la ciclovía se intersecta con una vía en un solo sentido el ciclista se dispone a pasar por el tramo encerrado de la calzada que señala el cruce de la ciclovía (**Figura 33**).

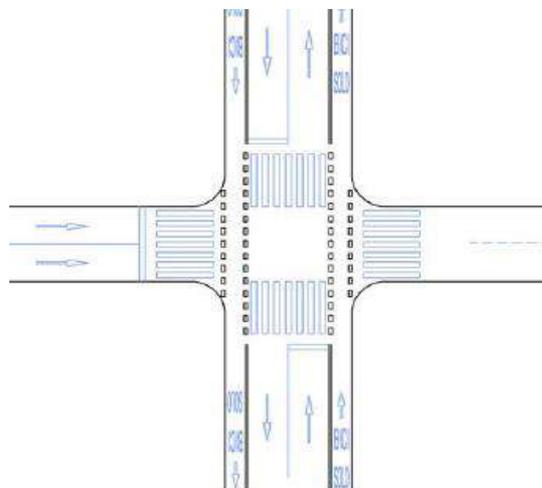


Figura 33.- Ciclovía en cruce con avenida en un solo sentido.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

- Cuando el ciclista desee cruzar por una avenida en doble sentido, la ciclovía deberá generar un ligero ingreso por dicha avenida, y si fuese el caso, cortando la berma central, tal como se muestra en la **Figura 34** :

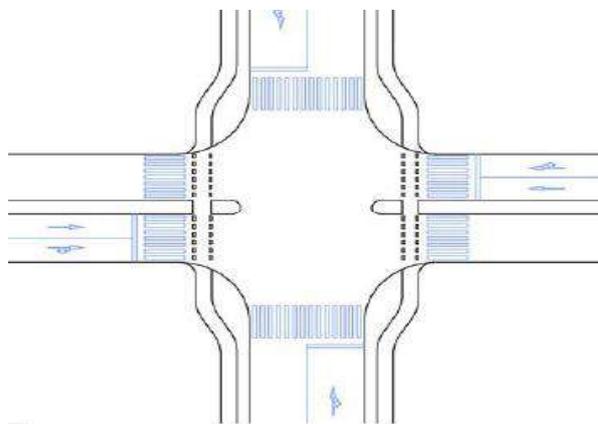


Figura 34.- Ciclovía en cruce con avenida en dos sentidos.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

- Cuando la ciclovía debe cruzar por un punto en el cual se centre un paradero de transporte público, esta deberá ubicarse por detrás de dicho paradero como indica la **Figura 35**:

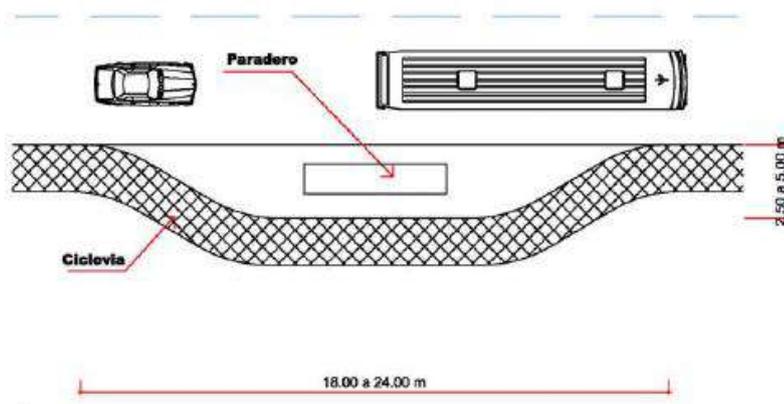


Figura 35.- Ciclovía detrás de paradero.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

- Cuando el ciclista requiere realizar un giro a la izquierda ante el cruce con una avenida, éste debe realizar el movimiento en dos tiempos: primero, yendo al carril de la otra avenida el cual se dirige hacia la izquierda, y segundo, dirigirse de frente hacia el destino (**Figura 36 y 37**).

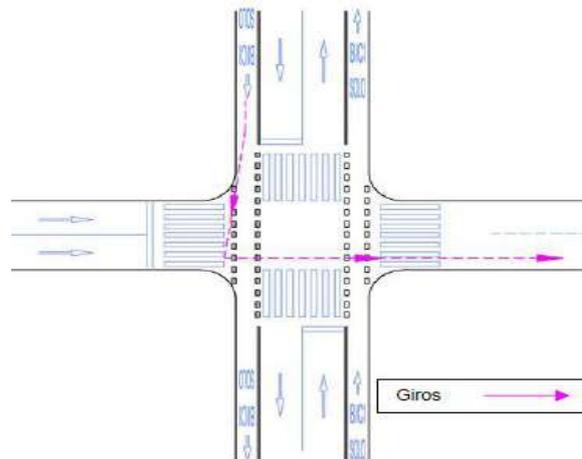


Figura 36.- Movimiento de ciclista para girar a su izquierda en avenida de un sentido.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías

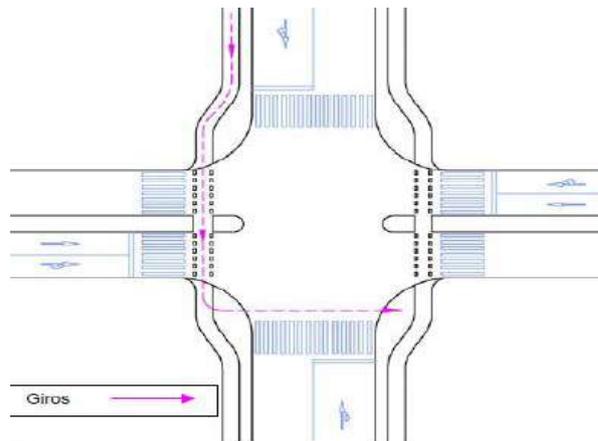


Figura 37.- Movimiento de ciclista para girar a su izquierda en avenida de dos sentidos.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías

- El otro caso se presenta cuando el ciclista requiere realizar un giro hacia la derecha ante el peligro del cruce con vehículos que se dirigen hacia el mismo o en doble sentido. Este movimiento se realiza en tan solo un paso siempre y cuando se tenga presente el riesgo de accidentalidad (**Figura 38 y 39**).

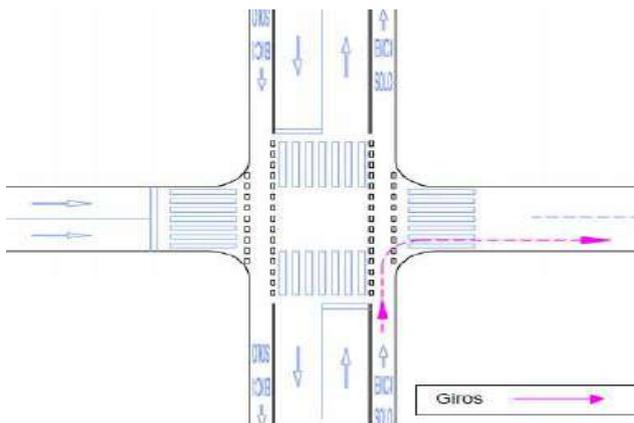


Figura 38.- Movimiento de ciclista para girar a su derecha en avenida de un sentido.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías

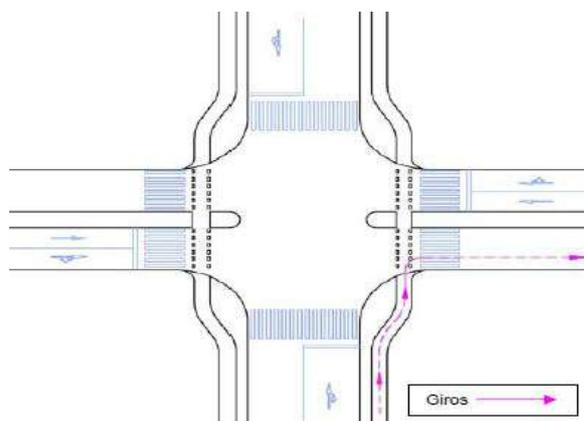


Figura 39.- Movimiento de ciclista para girar a su derecha en avenida de dos sentidos.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías

- En el caso de existir dos vías con ciclovías laterales se tendrá que construir un atajo (si el espacio lo permite) que logre unir ambas ciclovías (**Figura 40**).

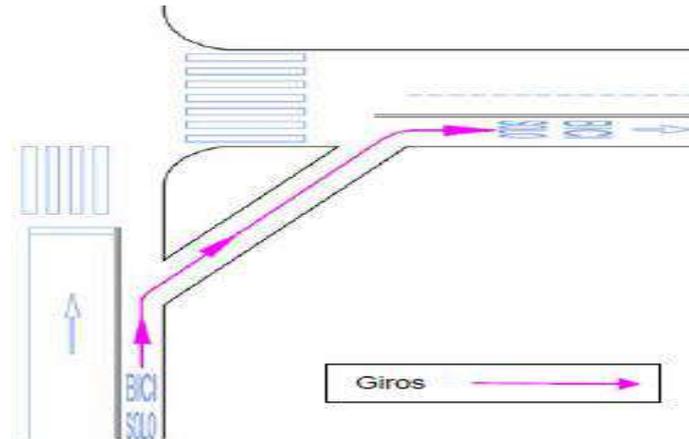


Figura 40.- Unión de dos ciclovías laterales
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías

2.4.3.2. Ciclovías en separador central

- Cuando una ciclovía se encuentre en una berma central y cruce por una vía de una sola dirección, se requerirá utilizar un camellón para reducir la velocidad de los vehículos y el ciclista pueda movilizarse de manera segura (**Figura 39**).

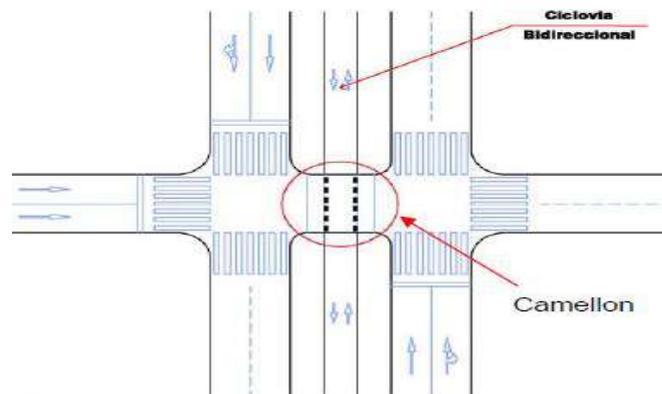


Figura 41.- Ciclovía en cruce con avenida en un solo sentido.
Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

- Cuando una ciclovía se encuentre en una berma central y cruce por una vía de dos direcciones, se requerirá colocar una isla de descanso en el centro de la intersección, que de tiempo al ciclista a realizar el último movimiento (**Figura 42**).

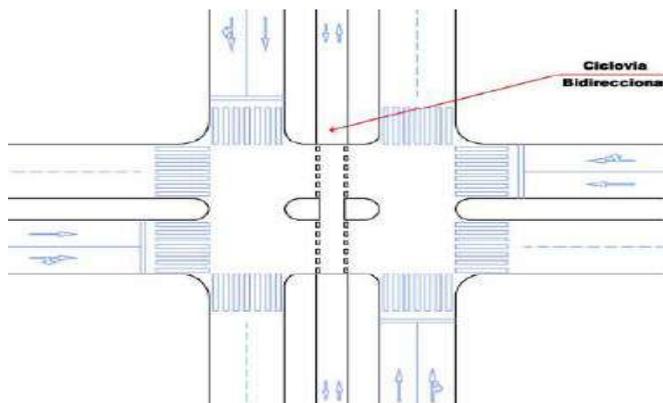


Figura 42.- Ciclovía en cruce con avenida en dos sentidos.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

- Cuando el ciclista desee girar a la izquierda en una avenida de uno o dos sentidos, tendrá que ingresar directamente por el pase peatonal en dos tiempos (**Figura 43 y 44**).

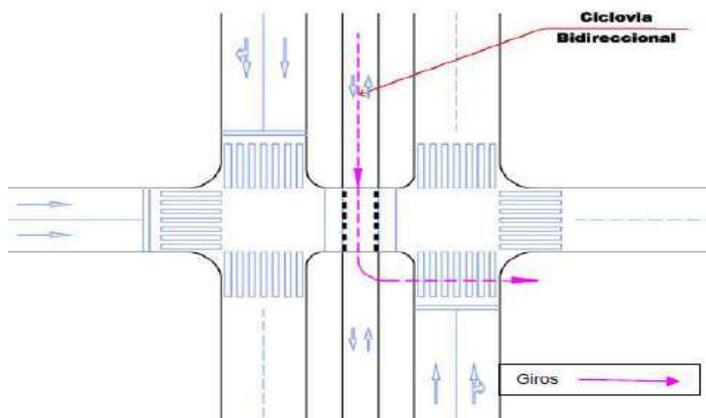


Figura 43.- Movimiento de ciclista para girar a su izquierda en avenida de un sentido.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

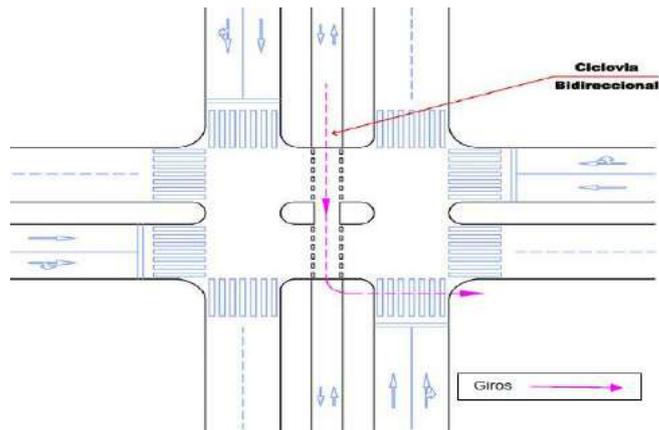


Figura 44.- Movimiento de ciclista para girar a su izquierda en avenida de dos sentidos.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

2.4.3.3. Ciclovías en rotonda

Cuando se encuentra frente a una avenida con presencia de una rotonda es importante evaluar la ubicación de la ciclovía para evitar posibles accidentes (**Figura 45**).

La mayor consecuencia resalta en el cruce de vehículos tanto al ingreso a otra avenida como a su salida. Es importante las señalizaciones ya que en estos casos, la presencia de sardineles peraltados es nula, puesto que no permitiría el cruce de algún vehículo de extremo a extremo.

Las señalizaciones deben ser tanto horizontales (pintura de tráfico en avenida) como verticales (letreros de pare, semáforos, etc).

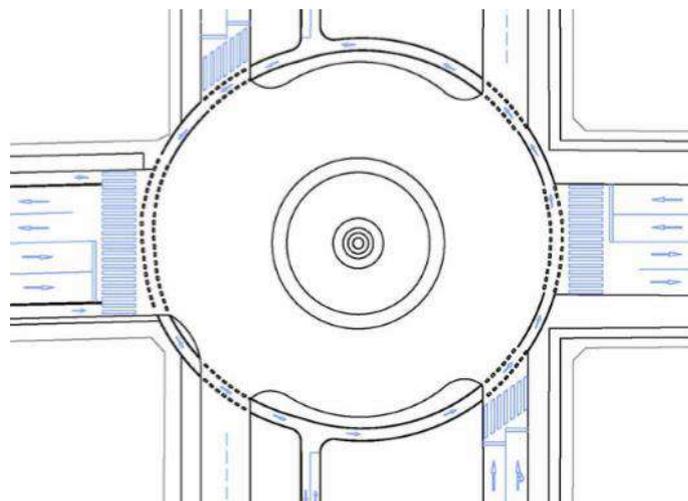


Figura 45.- Ciclovía en Ovalo.

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías.

2.4.4. Señalización y Seguridad

La señalización es de suma importancia para brindar seguridad a los ciclistas, debiéndose respetar ésta tanto por los ciclistas como por los conductores.

En la actualidad se observa en las ciclovías existentes una señalización vertical y horizontal casi nula. En la señalización vertical habría que aumentar su tamaño ya que son muy pequeñas, además de permanecer iluminadas las 24 horas del día. También indicar la presencia de la ciclovía y de los ciclistas para que los conductores de vehículos motorizados estén advertidos de la existencia de ellos y en lo que respecta a la señalización horizontal hay que brindar un mantenimiento continuo, ya que por estar hecho de pinturas reflectivas en el pavimento se deterioran muy rápido, no cumpliendo así la misión de prevenir a los ciclistas (**Figura 46 y 47**).



Figura 46.- Señal preventiva P-46
Fuente: Manual de Diseño para
Infraestructuras de Ciclovías

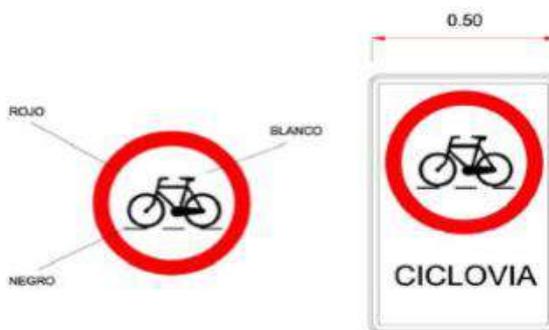


Figura 47.- Señal reguladora R-42
Fuente: Manual de Diseño para
Infraestructuras de Ciclovías

Capítulo 3

Aspecto técnicos de una ciclovía en la remodelación de la Av. Chulucanas entre la Av. El Tallan y la Av. Los Tallanes.

3.1. Descripción geográfica de la zona

La avenida Chulucanas se encuentra ubicada entre los distritos de Piura y Veintiseis de Octubre en la Provincia de Piura, Departamento de Piura (**Figura 48, 49, 50 y 51**). Limita entre las siguientes zonas:

- Hacia el lado izquierdo:

Local Bosconia, A.H. Nueva Esperanza, A.H. San Martín, Campo Ferial «Alejandro Alberdi», Zona Industrial III Etapa, Universidad Privada César Vallejo, Urb. «Los Ingenieros», Urb. «Santa Margarita», Sector Los Claveles I, Sector Villa Jardín, A.H. Manuel Seoane Corrales, UPIS Pueblo Libre. Sector Los Olivos, Posesión Informal Los Pinos, Urb. MINSA, Urb. Las Lomas del Chipe, Urb. Los Médanos del Chipe, Inversiones El Puente, H.U. Las Dunas, Parcela «B», Urb. Los Almendros Sur y Universidad Privada Antenor Orrego.

- Hacia el lado derecho:

A.H. Nueva Esperanza, A.H. Santa Rosa, I.S.T. Miguel Grau, Textil Piura, Zona Industrial III Etapa, Grifo Ángel, Urb. Los Educadores, A.P.V. El Pacífico, A.H. Néstor Martos, Urb. Los Jardines (Ex CORPIURA), A.P.V. Los Jazmines- Santa Rosa, UPIS Villa Santa Rosa, Universidad de Piura, Propiedad de Terceros sin H.U. , A.P.V. Las Gardenias y La Providencia

Esta avenida tiene una longitud total de 6806.36 m y un área de intervención de casi 21Has.



Figura 48: Mapa Político del Perú.
Fuente: Elaboración propia.

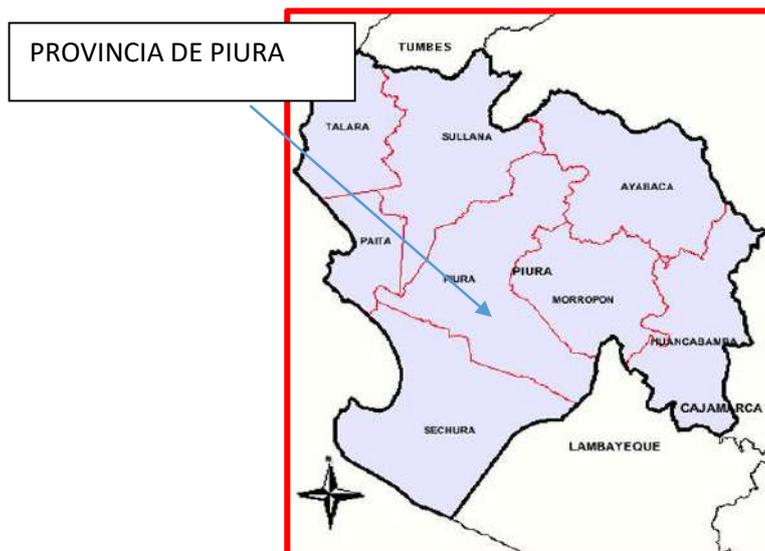


Figura 49: Mapa del Departamento de Piura.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 50: Mapa de la Provincia de Piura.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 51: Mapa del Distrito de Piura.
Fuente: Elaboración propia.

La avenida Chulucanas es extensa, pero, sólo se evaluará la remodelación desde la Av. El Tallán hasta la Av. Los Tallanes, dando un total de 7.5 km de longitud, distancia por la cual se propone dar construcción a una ciclovía (Figura 52).



Figura 52: Tramo del proyecto.
Fuente: Google Earth.

Conforme se va dando el tramo, la Av. Chulucanas se intersecta con diversas calles o avenidas tanto en el Distrito de Piura, como en el Distrito de Veintiséis de Octubre.

A continuación se muestran los nombres de las calles y/o avenidas presentes:

Distrito Piura (Abarca desde la Av. Los Tallanes hasta la Av. José Aguilar Santisteban) 3.5km.

Tabla 7. Calles y/o Avenidas que intersectan a la Av. Chulucanas en el Distrito de Piura

Número	Avenida	Número	Avenida
1	Av. El Tallán	8	Av. Colectora
2	Calle Los Tamarindos	9	Jirón 4
3	Pasaje 6	10	Jirón 3
4	Calle 2	11	Jirón 1 (Proyección Calle Las Diamelas)
5	Pasaje 5	12	Calle 5
6	Pasaje 3	13	Av. San Jose María Escribá (Prolong. Av. Sullana)
7	Pasaje 2	14	Av. José Eugenio Aguilar Santisteban

Fuente: Elaboración propia

- Distrito Veintiseís de Octubre (Abarca desde la Av. José Aguilar Santisteban hasta el A.A.H.H Villa Kurt Beer) 4.1 km.

Tabla 8. Calles y/o Avenidas que intersectan a la Av. Chulucanas en el Distrito de Veintiseís de Octubre

Número	Avenida	Número	Avenida
15	Calle S/N	25	Calle Hermilio Valdizán
16	Calle D	26	Calle San Martín de Porres
17	Las Orquídeas	27	Calle Merino Vigil
18	Los Algarrobos	28	Av. Don Bosco
19	Calle S/N	29	Calle Morropón
20	Calle 14	30	Calle Máncora
21	Panamericana Norte	31	Calle Juan Velasco Alvarado
22	Calle S/N	32	Calle Manuel Sullón
23	ProL. Miguel Grau	33	Calle de la Puente
24	Calle Daniel A. Carrión	34	Calle Nicaragua

Fuente: Elaboración propia

En su totalidad se puede observar que hay un total de 34 calles y/o avenidas que intersectan a la Avenida Chulucanas, es por ello que la elaboración de la ciclovía deberá realizar de tal forma que exista coherencia entre ella y los accesos a otras calles, sin perjudicar con ello el tránsito vehicular.

Además se debe incitar a otras grandes avenidas como la Av. Dos Bosco o la Av. José Eugenio Aguilar a implementar redes de tránsito en bicicleta; y éstas, si en un futuro se desea realizar, deberá tener total facilidad de anclar perfectamente con la Avenida Chulucanas, formando así una “arteria vial”⁵ eficiente en traslado de bicicletas en dicho sector de la ciudad.

3.2. Topografía, Geografía, Clima y Acceso

3.2.1. Topografía

Al realizar un replanteo preliminar se pudo observar que la topografía (**Figura 53 y 54**) de la zona es considerada plana. Esta parte desde la cota 30.40 hasta la 44.00 y presenta sus picos entre las avenidas principales. Se realizaron los levantamientos respectivos en un total de 34 estaciones, igualitarias a la cantidad de intersecciones de la avenida.

⁵ Arteria Vial: Vía de un sistema vial urbano con prelación de circulación de tránsito sobre las demás vías con excepción de la vía férrea y de la autopista.

La ubicación georeferenciada de los componentes se ha establecido de acuerdo al Sistema de Coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM), Datum de Referencia World Geographic System 1984 (WGS84), Zona de Referencia UTM: 17M

Existen dos puntos de control geodésico los cuales se encuentran a inmediaciones de la Universidad César Vallejo. Los levantamientos geodésicos horizontales que se realicen estarán destinados a estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre y en general cualquier trabajo que requiera una precisión de terreno.

A continuación se presentan las coordenadas de los puntos de control los cuales han sido debidamente enlazados a la Red Geodésica Nacional.

Tabla 9. Puntos de control geodésico

COD GNSS	NORTE	ESTE	COD PUNTO	COTA	ERROR	FCRE
GPS0001	9428201.86	537638.131	CHU01	38.9773	0.0003	0.99960958
GPS0002	9428394.13	537758.912	CHU02	40.1932	0.0003	0.9996095

Fuente: Elaboración propia



Figura 53.- Mediciones topográficas en la Av. Chulucanas Punto GPS0001.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 54.- Mediciones topográficas en la Av. Chulucanas Punto GPS0001.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Condiciones actuales de pavimentación de la vía

La actualidad de la Av. Chulucanas no es la requerida para una avenida de tal longitud. Existen distintas zonas a lo largo de ella que simplemente cuentan con una calzada para el transporte en dos direcciones, dos calzadas para el mismo uso, y algunas secciones sin ni siquiera pavimentar.

A continuación se describirá las condiciones actuales la pavimentación de esta avenida:

Iniciando por el distrito Veintiseís de Octubre (Sur a Norte) hasta la Av. Dos Bosco, se cuenta con una calzada de normal estado de dos carriles de 6.00m de ancho (**Figura 55**), continuando hasta la progresiva 0+200 se encuentra un badén, en la Calle Morropón, ya que existe una vía canal del denominado Dren Petroperú. Aquí se nota alrededor de la berma central vegetación colocada por la unidad vecinal de la zona.

Una vez pasada la Prolongación de la Av. Grau, la Av. Chulucanas cuenta con dos calzadas de dos carriles cada una, con un ancho aprox. de 9.00m hasta su término en la Av. Sánchez Cerro (**Figura 56**). Lo notorio es el tamaño de la berma central con un bajo nivel de área verde ante el extenso ancho de sección de la avenida. Espacio suficiente para la remodelación de ella e implementación de nuestra ciclovía sin necesidad de incrementar la tala de árboles.

En la intersección con la Av. Sánchez cerro se aprecia que en tres de las cuatro esquinas se ha respetado los límites de un óvalo, excepto en la esquina correspondiente al Instituto Tecnológico Miguel Grau.

Desde la Av. Sánchez Cerro hasta la Av. Los Algarrobos existen una sola calzada de dos carriles con el mismo ancho de la calzada inicial con la inició nuestra explicación (6.00m) y en un estado regular. A diferencia del tramo entre la Prolongación Grau hasta la Sanchez Cerro, este sí cuenta con mayor plantado forestal en su berma central y además cerca al A.H. Néstor Martos, se observa invasión de área de vía por parte de los pobladores de la zona.

La calzada del mismo ancho continúa por la Av. Los Algarrobos hasta la Av. José Aguilar Santisteban, sin embargo, en esta zona se observa lo denominado como afectaciones prediales⁶ iniciando a la altura del Colegio Turicará en toda la zona de la Urb. Los Almedros Sur.

En el último tramo, desde la Av. Colectora (fin de cerco UPAO) hasta la Av. Los Tallanes se cuenta con una calzada pavimentada en regular estado, de 6.00m. de ancho con dos carriles y parte de vereda junto al muro. Se aprecia que los pobladores han sembrado jardines incluso en la berma central, la cual no está delimitada.

Por último, se debe mencionar la mala situación del cableado eléctrico y de telefonía, esto debido a que si en verdad se requiere de una ciclovía en uso las 24hrs, se necesitará un alumbrado óptimo, si tal fuera el caso, sería de mejor situación estética, uno subterráneo.



Figura 55.- Estado actual de tramo entre el cruce de la Av. Chulucanas y la Av. Don Bosco.

Fuente: Elaboración propia.

⁶ Afectaciones Prediales: Impacto generado por la invasión de construcciones habitacionales que irrumpen con el área a utilizar para el transporte vial.



Figura 56.- Estado actual de tramo entre el cruce de la Av. Grau y la Av. Sanchez Cerro.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Accesibilidad

El distrito de Piura cuenta con una superficie de 330.32 Km². La vía tiene una longitud de 6+806.36 m y un área de intervención de aproximadamente 21Has.

Altitud:

- Cota Máxima : 44.00 m.s.n.m
- Cota Mínima : 30.40 m.s.n.m

Existen seis avenidas principales a lo largo de todo el trayecto de remodelación de esta avenida y tan solo un jirón de acceso. Estas se pueden apreciar en la **Figura 57**.

- Av. Don Bosco (Ex Circunvalación)
- Av. Grau
- Av. Sánchez Cerro
- Av. Los Algarrobos
- Av. José E. Aguilar Santisteban
- Jirón 1
- Av. Los Tallanes.

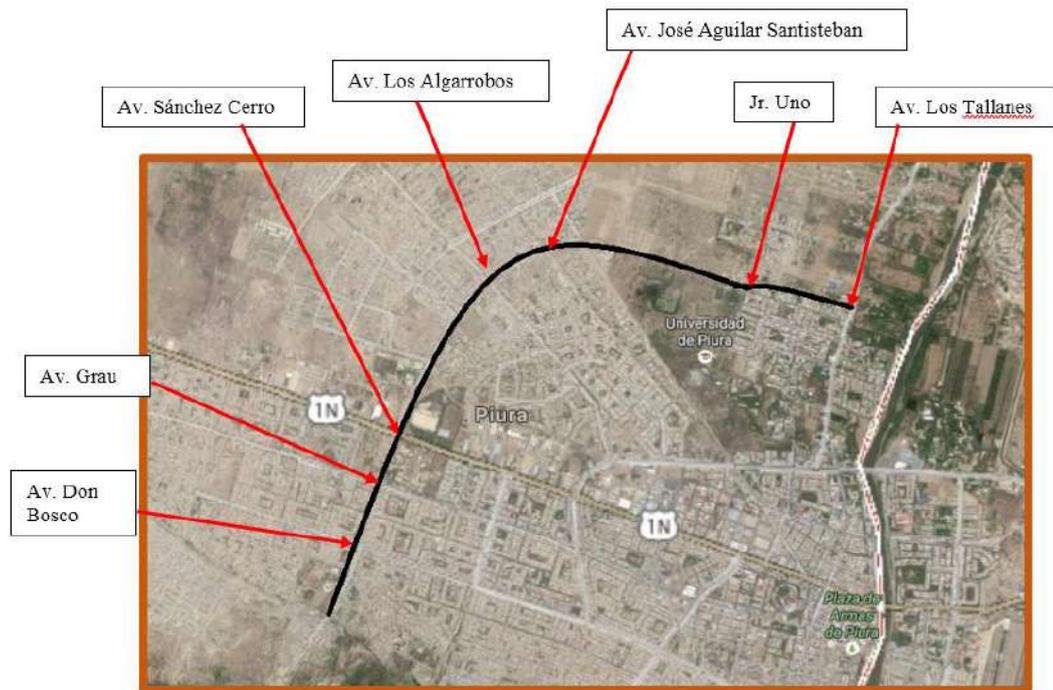


Figura 57.- Accesos a la Av. Chulucanas.
Fuente: Google Earth.

3.2.4. Clima

La zona de estudio se encuentra ubicada en una zona sub-tropical, seca y árida con características similares imperantes en las regiones desérticas donde la temperatura es templada en casi todo el año con una precipitación pluvial anual de 250 mm. notándose una diferencia de mayo a setiembre, donde la temperatura mínima llega a 18°C y la máxima alcanza 37°C.

Las condiciones climáticas de la zona varían cada cierto ciclo, especialmente cuando se produce el "Fenómeno de El Niño- FEN", en cuyo período las lluvias son intensas, alcanzando promedios de hasta 1000 mm.

3.3. Inventario vial

El inventario vial refleja el estado actual de la carretera a estudiar, mostrando sus principales características y estado físico.

La Avenida Chulucanas al contar con casi una totalidad de 7km, es considerada una avenida de importancia urbana. Ha sido intervenida por distintos tipos de mejora en base a mortero asfáltico en baches mayores y el largo de su vía pavimentada es de material asfáltico.

De acuerdo al estudio topográfico explicado previamente, la Av. Chulucanas cuenta con una pavimentación plana en la mayoría de su longitud. Esto genera que el drenaje

superficial de las aguas no sea el adecuado. En la siguiente tabla se muestran los cambios de pendiente con respecto a los tramos.

Tabla 10. Pendientes a lo largo de la Av. Chulucanas

Progresivas		Descripción		
Inicio	Final	Topografía	pendientes %	
			Máxima	Mínima
0+000	1+000	plana	0.010%	0.000%
1+000	2+000	plana	0.011%	0.000%
2+000	3+000	plana	0.020%	0.010%
3+000	4+000	plana	0.020%	0.010%
4+000	5+000	ondulada	0.031%	0.020%
5+000	6+000	plana	0.023%	0.010%
6+000	6+796.74	plana	-0.022%	0.010%

Fuente: Elaboración propia

Tal como se explicó y se detalló anteriormente, existen partes que cuentan con dos calzadas de doble vía y otras de tan sólo una. Esto resume que habrá algunas secciones mucho más grandes que otras. De acuerdo con un análisis realizado, la sección transversal de la Av. Chulucanas varía entre 5.00 a 24.00m, por lo que se debe evaluar si la ciclovía propuesta cumplirá los requisitos establecidos por la norma de ciclovías, sin intervenir o reducir las dimensiones de las partes que conforman la renovación de la avenida, que dicho sea de paso, no cuenta con una señalización adecuada ante la magnitud de su trazo. Sin embargo, no sólo es la sección y la pendiente la que refleja la diferencia entre los tramos de la avenida, también depende del tipo de suelo que la conforma:

- Primer Tramo - Progresiva 0+000 (Av. Tallan) a Progresiva 0+680 (Av. Don Bosco) (**Figura 58**)

Hace casi un año se colocó una superficie de 1cm de espesor a lo largo de este tramo de aproximadamente 6 metros de ancho. El material con el que fue elaborada corresponde al tipo slurry seal (mortero asfáltico) tipo 3, de muy buena calidad debido al tiempo de colocación. Por debajo, su base fue hecha de material de relleno con suelo arcilloso arenoso tipo SUCS “CL” o AASHTO A – 6, mientras que la subrasante fue elaborada de arena mal graduada, de consistencia suave, color beige y de estructura homogénea. Clasificada en el sistema SUCS como un SP. En la progresiva Km. 0+6000 (Badén de concreto armado) de 20 metros de longitud, bajo este elemento se observaron que los suelos están constituidos por una capa superficial de material de relleno con suelos arenosos tipo SUCS “SP”.

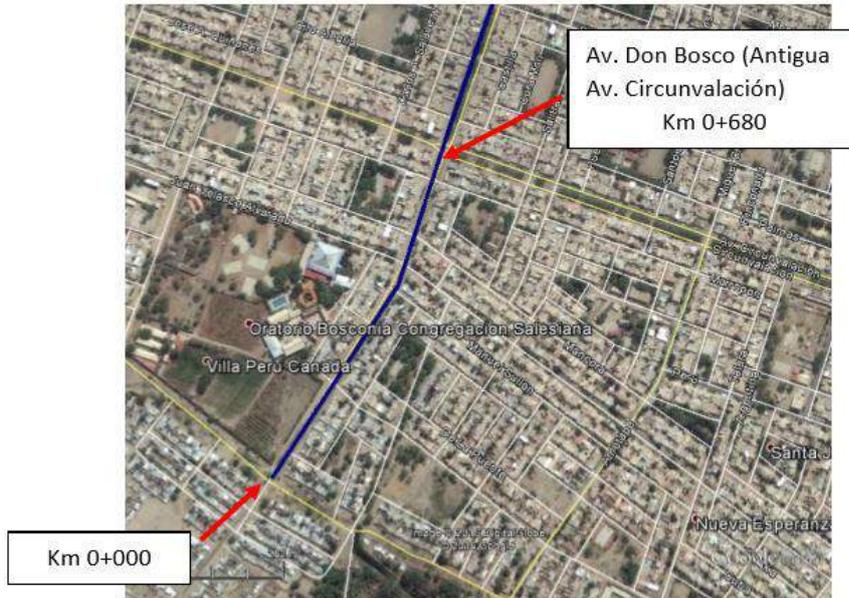


Figura 58.- Primer Tramo - Progresiva 0+000 (Av. Tallan) a Progresiva 0+680 (Av. Don Bosco).

Fuente: Google Earth.

- Segundo Tramo - Progresiva 0+680 (Av. Don Bosco) a progresiva 1+400(Av. Miguel Grau) (**Figura 59**)

Debido al incremento en su ancho de sección, el segundo tramo que finaliza en la Avenida Miguel Grau cuenta con casi 12 metros de ancho, por lo que se especifica sus dos calzadas de doble sentido, estas cuentan con un espesor mucho mayor al tramo anterior (2'') y de mayor tiempo de fabricación. El material usado para su base es el mismo, sin embargo, su subrasante y por debajo se ubican arenas limosas de condición seca, de consistencia suave, color gris claro y de estructura homogénea, clasificada en el sistema SUCS como un SM.



Figura 59.- Segundo Tramo Progresiva 0+680 (Av. Don Bosco) a progresiva 1+400(Av. Miguel Grau).

Fuente: Google Earth.

- Tercer Tramo - Progresiva 1+260 (Av. Miguel Grau) a progresiva 1+740 (Av. Sánchez Cerro) (**Figura 60**)

En este tramo la doble calzada sigue siendo existente pero denota un ancho menor al tramo anterior (8.00 m), la superficie de rodadura contiene 2'' de espesor la misma que presenta un nivel de conservación bajo. A nivel de la base sus condiciones mantienen el mismo material: relleno con suelo arcillo arenosos tipo SUCS "CL" o AASTHO A - 6, y por último su sub rasante cuenta con arcilla arenosa tipo SUCS "CL" o AASTHO A - 6., la cual, igual al segundo tramo, presenta arenas limosas por debajo de ella con exactamente las mismas características.



Figura 60.- Tercer Tramo - Progresiva 1+260 (Av. Miguel Grau) a progresiva 1+740 (Av. Sánchez Cerro).

Fuente: Google Earth.

- Cuarto Tramo- Progresiva 1+740 (Av. Sánchez Cerro) a progresiva 3+330 (Av. Los Algarrobos) (**Figura 61**)

En el tramo que intersecta la Av. Sanchez Cerro con la Av. Chulucanas las características son similares al primer tramo: una carpeta asfáltica que contará con una sola calzada de 6m de ancho y con el mismo tipo de suelo tanto en su base como por debajo según la clasificación AASHTO.



Figura 61.- Cuarto Tramo- Progresiva 1+740 (Av. Sánchez Cerro) a progresiva 3+330 (Av. Los Algarrobos).

Fuente: Google Earth.

- Quinto tramo: Progresiva 3+340 (Av. Los Algarrobos) a progresiva 3+940 (Av. Prolongación Av. José Aguilar Santisteban) (**Figura 62**)

Este tramo inicia en la Av. Los Algarrobos hasta la intersección de la Av. José Aguilar Santisteban y cuenta con las mismas especificaciones del tramo anterior explicado.

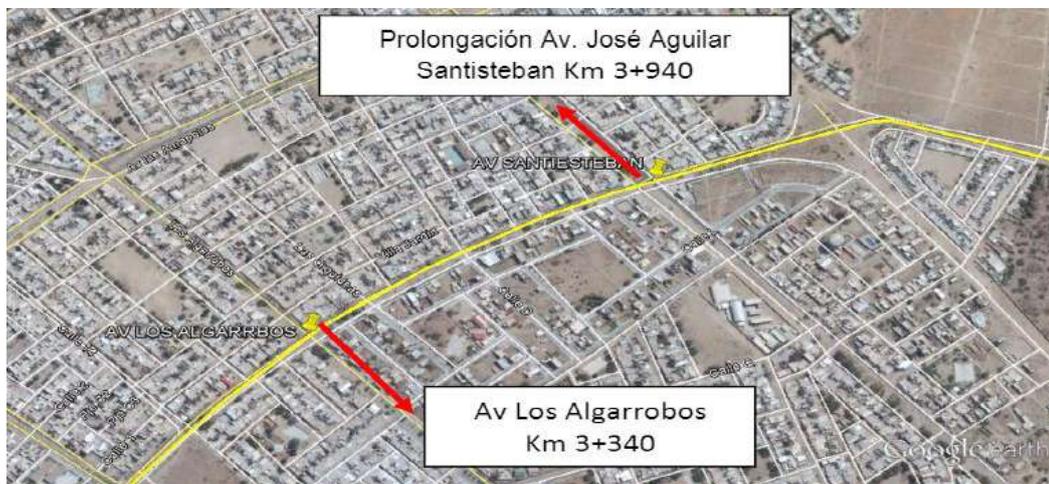


Figura 62.- Quinto tramo: Progresiva 3+340 (Av. Los Algarrobos) a progresiva 3+940 (Av. Prolongación Av. José Aguilar Santisteban).

Fuente: Google Earth.

- Sexto tramo: Progresiva 3+940 (Prolongación Av. José Aguilar Santisteban) a progresiva 6+796.74 (Av. Los Tallanes) (**Figura 63**)

Desde 3+940 a 5+800: Cuenta con las mismas características explicadas del primer tramo.

Desde 5+800 a 5+840: Los suelos están constituidos por una capa superficial de afirmado tipo gravas arcillosas, que se encuentra deteriorado por el uso vehicular.

Debajo de este estrato, existen suelos tipo arcillas arenosas (“CL” o A – 6) de baja a mediana plasticidad, compacidad, media, de color marrón claro y algunas alternancias de mezclas de arcillas arenosas con limos inorgánicos (SUCS “CL” – ML o AASTHO A – 6)

Desde 5+840 a 6+100: No existe transitividad vehicular

Desde 6+100 a 6+796.74: En este tramo los suelos están constituidos por una capa superficial de mortero asfáltico debido al reciente tratamiento superficial que se realizó en este tramo. A nivel de base se observó la presencia de material de relleno con suelos arcillo arenosos tipo SUCS “CL” o AASTHO A - 6, debajo se ubican de sub rasante tipo arcilla arenosa tipo SUCS “CL” o AASTHO A - 6.



Figura 63.- Sexto tramo: PROGRESIVA 3+940 (Prolongación Av. José Aguilar Santisteban) A PROGRESIVA 6+796.74 (Av. Los Tallanes).

Fuente: Google Earth.

El considerar el análisis de los tipos de suelo existentes, su conformación en la carpeta asfáltica, la ubicación de la calzada, la longitud, y realidad en la que se encuentra; ayudará a tomar la decisión del tipo de material con el cual se elaborará la ciclovía, su ubicación, y si el ancho según establecido por el manual de ciclovías podrá ser aceptado por el ancho de sección de vía sin interrumpir con los estándares establecidos para la remodelación completa de la avenida.

3.4. Estudio hidráulico

Las constantes inundaciones en la ciudad de Piura, dan como ejemplo el mal estudio hidráulico que se le ha podido hacer a distintas avenidas y calles que la conforman. El tránsito vehicular y peatonal es obstruido por la cantidad de agua que aflora en la calzada debido a que no hay de un sistema de drenaje pluvial. Si tan sólo estas dos modalidades de transporte son difíciles de realizar ¿qué se puede pensar de los ciclistas que decidan movilizarse? La inclusión de una ciclovía resulta atractiva ante la fluidez con la que un ciclista pueda transportarse, ya que así puede evitar el contacto con peatones o vehículos, pero conforme se va analizando, se puede observar que no sólo se debe preocupar por ello, sino también por la naturaleza. El estudio hidráulico

ayuda a mostrar las zonas de mayor peligro de acumulación de agua, y así dar como resultado la altura correcta de sardinel a usar para nuestra berma central que cubrirá la ciclovía y además de los puntos de acceso por los cuales el agua fluirá con mayor facilidad hacia las rejillas de evacuación pluvial. Este estudio fue realizado con ayuda del programa HCanales⁷ tomando de referencia la fórmula de Manning: $Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$, donde Q= caudal (m^3/s), A= área hidráulica (m^2), R= Radio hidráulico (m), S= Pendiente (m/m), n=coeficiente de rugosidad de Manning.

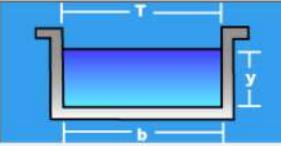
Para ello se tomará como ejemplo uno de los tramos de la avenida y su análisis:

- **Tramo 1+760 a 2+000**

En la **Figura 64** se puede observar la inclusión de los datos y la obtención de resultados del programa, y al no contar con un talud, la altura de sardinel obtenida será constante a lo largo de este tramo. Se puede ver que la altura de tirante es igual a 0.1139 m; por cuestiones de seguridad se usará una altura de vereda o sardinel de 0.20m.

Lugar:	AV CHULUCANAS	Proyecto:	PAVIMENTACION
Tramo:	1+760-2000	Revestimiento:	ASFALTO

Datos:	
Caudal (Q):	0.71 m ³ /s
Ancho de solera (b):	8.50 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.018
Pendiente (S):	0.00327 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1139 m	Perímetro (p):	8.7278 m
Área hidráulica (A):	0.9681 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1109 m
Espejo de agua (T):	8.5000 m	Velocidad (v):	0.7334 m/s
Número de Froude (F):	0.6938	Energía específica (E):	0.1413 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Figura 64.- Datos de estudio hidráulico obtenidos.

Fuente: Programa HCanales.

Debido a que se necesitan las alturas de las veredas o sardineles para el diseño de la berma central que rodeará a nuestra ciclovía se utilizará el programa para los distintos tramos de la avenida, estos fueron los resultados:

⁷ HCANALES es un sistema permite resolver los problemas más frecuentes que se presentan en el diseño de canales y estructuras hidráulicas

Tabla 11. Altura de vereda o sardineles en la Av. Chulucanas

Progresivas		Descripción
Inicio	Final	altura de vereda o sardinel
0+000	0+430	0.20
0+430	1+760	0.30
1+760	2+000	0.20
2+000	3+350	0.30
3+350	5+660	0.25
5+660	6+120	0.20
6+120	6+540	0.25
6+540	6+797	0.20

Fuente: Elaboración propia

3.5. Estudio de tráfico

El objetivo primordial del estudio de tráfico es llevar un conteo y análisis de la cantidad de vehículos que transitan en una avenida para poder tener un mejor diseño que pueda soportar la movilización. Siendo la ciclovía el objetivo de esta tesis, se debe comparar la intensidad del flujo vehicular que existe junto a la cantidad de ciclistas que llegan a transitar por la avenida.

Para ello se debe priorizar en obtener el Índice Medio Diario Anual (IMDA), Índice Medio Diario (IMD) y Ejes Equivalentes (ESAL) basándose en el tránsito vehicular, ya que es vital para comprobar la demanda de transporte de una avenida o carretera y la prevención de posibles necesidades o problemas que puedan aparecer, requiriendo su mejoramiento y/o mantenimiento de la total infraestructura vial.

Para iniciar, se debe establecer los puntos en los que se realizará el conteo de vehículos. A estos lugares se les conoce como estaciones de conteo y se evaluará la cantidad a lo largo de la avenida.

Una vez realizado el estudio de tráfico se podrá verificar cuan óptimo es la construcción de una ciclovía en esta avenida. Sin embargo, existen diversos factores que predominan sobre cualquier estudio realizado, teniendo en cuenta una proyección a futuro y analizando las construcciones que actualmente existen en esta avenida, tales como: universidades (César Vallejo y Antenor Orrego), hospital, e interconectan con avenidas principales como son: la Av. Sanchez Cerro, Av Grau, Av, Don Bosco, entre otras, se podrá estimar que en ella, las construcciones aumentarán, eso sin tomar en cuenta la remodelación total de la avenida.

3.5.1. Estaciones de conteo

Para esta investigación se registró cinco (5) estaciones de conteo a lo largo de la avenida tal y como muestra la **Tabla 12**:

Tabla 12. Ubicación de estaciones de conteo

Estación	Ubicación
EP-01	Ubicada en la av. Don Bosco
EP-02	Ubicada en la Prolongación Grau
EP-03	Ubicada en la Av. Sánchez Cerro
EP-04	Ubicada en la Av. Los Algarrobos
EP-05	Ubicada en la Av. Los Tallanes,

Fuente: Elaboración propia

Debido al frecuente tránsito de mototaxis y motos lineales, se ha establecido el siguiente factor de conversión, el mismo que se ha aplicado directamente al conteo para ajustarse al formato oficial:

- 03 mototaxis equivalen a 01 automóvil
- 04 motos lineales equivalen a 01 automóvil

La información obtenida de los conteos tiene por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como la composición vehicular y variación diaria y horaria.

Determinación del IMD Anual

Para convertir el volumen de tráfico obtenido en Índice Medio Diario Anual (IMD), de las estaciones principales, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IMDA} = \frac{(\text{VDL1} + \text{VDL2} + \text{VDL3} + \text{VDL4} + \text{VDSab} + \text{VDdom} + \text{VDL5})}{7} \times \text{F.C.E.}$$

Donde:

VDL1, VDL2, VDL3, VDL4 y VDL5..... Volúmenes de tráfico registrados.
 VD SAB..... Volumen de tráfico registrado sábado.
 VD DOM..... Volumen de tráfico registrado domingo.
 FCE..... Factor de corrección estacional.
 IMD Anual..... Índice Medio Diario Anual.

3.5.2. Factor de corrección estacional:

Los volúmenes de tráfico varían cada mes dependiendo de las épocas de cosecha, lluvias, estaciones del año, festividades, vacaciones, etc.; siendo necesario para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMD), hacer uso de un factor de corrección. Sin embargo por tratarse de una vía urbana no se cuenta con información estadística.

De acuerdo a la Guía Metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad urbana, a nivel de perfil, se ha tomado el FC=1.00. (Ver **Tabla 13**)

Tabla 13. Factor de corrección estacional del mes de julio

Año	Factor de corrección Julio	
	Ligeros	Pesados
Factor Promedio 2000 al 2010	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Resultados del conteo vehicular

Luego de consolidar y procesar la información obtenida del conteo en las estaciones definidas, se analizó los resultados de los volúmenes de tráfico por tipo de vehículo y sentido, y la suma de ambos sentidos.

En el **Anexo A** del presente informe se muestran los cuadros del conteo de tráfico diario y las variaciones horarias y diarias, el total del tráfico y la clasificación vehicular. A continuación se hace un breve resumen de los resultados de la estación y tramo analizado.

3.5.3.1. Estación EP- 01: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Don Bosco (Circunvalación)

- Conteo y Clasificación Vehicular por Día

En la estación (EP-01) ubicada en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Don Bosco (Circunvalación), se realizó el conteo vehicular en horas en las que se consideraban de tráfico excesivo (7am, 1p.m y 7p.m.).

- Tráfico Vehicular Promedio Diario del día 1 de conteo

El promedio diario del tráfico vehicular de la semana se obtiene aplicando la fórmula indicada en la metodología (sin el FCE). En **la Tabla 14**, se presenta el cálculo del tráfico del día en donde existe un total de 96

mototaxis, 37 motos lineales y 118 automóviles (datos convertidos en la tabla).

Tabla 14. Consolidado flujo vehicular EP-01 en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Don Bosco

CONSOLIDADO FLUJO VEHICULAR																						
DÍA	Sentido	Auto	Bicicleta	Station Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus		Camion			Semiraylers				Traylers				Total
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DÍA 1	Entrada	159	2	7	6	4	-	-	-	-	5	1	2	-	-	-	2	-	-	1	1	190

Fuente: Elaboración propia

- Índice Medio Diario Anual (IMD)

El índice medio anual (IMD) determinado multiplicando el promedio del tráfico de 01 día por el factor de corrección, de los cuales los vehículos ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representan el 93.7%; y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) el 6.3% El mayor flujo de ligeros se explica por qué la zona de atracción de viajes es urbanizaciones y asentamientos humanos. Tal como se refleja en la **Tabla 15 y Figura 65.**

Tabla 15. Porcentajes de vehículos en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Don Bosco.

Tipo de Vehículo		%
Veh. Ligeros	178	93.7%
Buses	-	0.0%
Camiones y Articulados	12	6.3%
Total	190	100.00%

Fuente: Elaboración propia

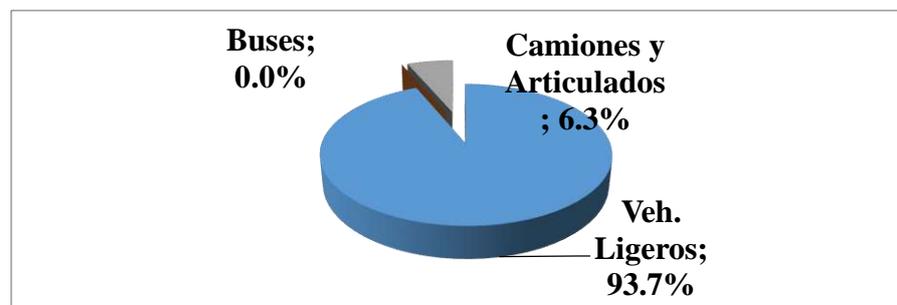


Figura 65.- Composición del tráfico en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Don Bosco.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.3.2. Estación EP- 02: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Grau

- Conteo y Clasificación Vehicular por Día

En la estación (EP-02) ubicada en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Grau, se realizó el conteo vehicular en horas en las que se consideraban de tráfico excesivo (7am, 1p.m y 7p.m.).

- Tráfico Vehicular Promedio Diario del día de conteo

El promedio diario del tráfico vehicular de la semana se obtiene aplicando la fórmula indicada en la metodología (sin el FCE). En **la Tabla 16**, se presenta el cálculo del tráfico del día en donde existe un total de 215 mototaxis, 79 motos lineales y 278 automóviles (datos convertidos en la tabla).

Tabla 16. Consolidado flujo vehicular EP-02 en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Grau.

CONSOLIDADO FLUJO VEHICULAR																					
DÍA	Sentido	Auto	Bicicleta	Station Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers			Total
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	
DÍA 2	Entrada	369	7	26	26	6	11	74	-	1	7	4	-	-	-	-	-	-	-	2	533

Fuente: Elaboración Propia

- Índice Medio Diario Anual (IMD)

El índice medio anual (IMD) determinado multiplicando el promedio del tráfico de 01 día por el factor de corrección, de los cuales los vehículos ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representan el 97.4%; y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) el 2.4% El mayor flujo de ligeros se explica por qué la zona de atracción de viajes es urbanizaciones y asentamientos humanos. Tal como se refleja en la **Tabla 17 y Figura 66**.

Tabla 17. Porcentajes de vehículos en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Grau.

Tipo de Vehículo	DÍA 2	%
Veh. Ligeros	519	97.4%
Buses	1	0.2%
Camiones y Articulados	13	2.4%
Total	533	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

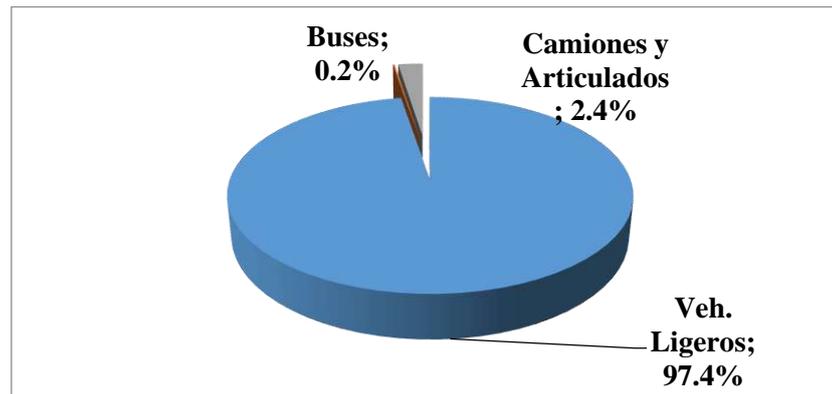


Figura 66.- Composición del tráfico en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Grau.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.3.3. Estación EP- 03: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Sanchez Cerro

- Conteo y Clasificación Vehicular por Día

En la estación (EP-03) ubicada en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Sanchez Cerro, se realizó el conteo vehicular en horas en las que se consideraban de tráfico excesivo (7am, 1p.m y 7p.m.).

- Tráfico Vehicular Promedio Diario del día de conteo

El promedio diario del tráfico vehicular de la semana se obtiene aplicando la fórmula indicada en la metodología (sin el FCE). En la **Tabla 18**, se presenta el cálculo del tráfico del día en donde existen 414 mototaxis, 112 motos lineales y 779 automóviles (datos convertidos en la tabla).

Tabla 18. Consolidado flujo vehicular EP-03 en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Sanchez Cerro.

CONSOLIDADO FLUJO VEHICULAR																						
DÍA	Sentido	Auto	Bicicleta	Station				Micro	Omnibus		Camión			Semitrayers				Trayers				Total
				Wagon	Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>3S3	2T2	2T3	3T2	>3T3	
DÍA 3	Entrada	945	5	34	215	18	14	5	6	.	14	3	1,259		

Fuente: Elaboración Propia

- Índice Medio Diario Anual (IMD)

El índice medio anual (IMD) determinado multiplicando el promedio del tráfico de 01 día por el factor de corrección, de los cuales los vehículos ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representan el 98.2%;

y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) el 1.9% El mayor flujo de ligeros se explica por qué la zona de atracción de viajes es urbanizaciones y asentamientos humanos. Tal como se refleja en la **Tabla 19 y Figura 67:**

Tabla 19. Porcentajes de vehículos en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Sanchez Cerro.

Tipo de Vehículo	DÍA 3	%
Veh. Ligeros	1,236	98.2%
Buses	6	0.5%
Camiones y Articulados	17	1.4%
Total	1259	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

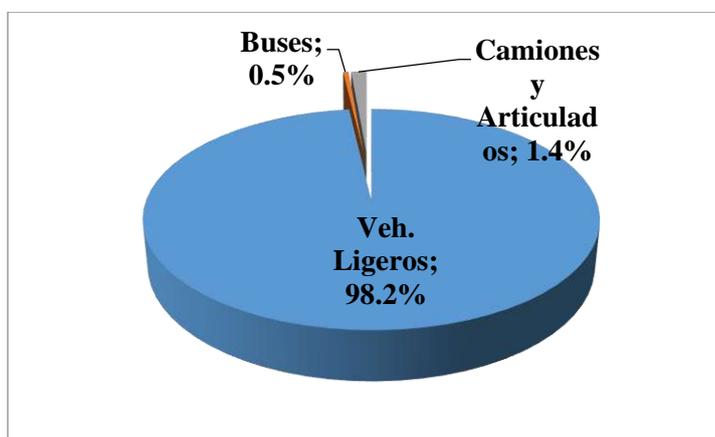


Figura 67.- Composición del tráfico en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Sanchez Cerro.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.3.4. Estación EP- 04: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Algarrobos

- Conteo y Clasificación Vehicular por Día

En la estación (EP-04) ubicada en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Algarrobos, se realizó el conteo vehicular en horas en las que se consideraban de tráfico excesivo (7am, 1p.m y 7p.m.).

- Tráfico Vehicular Promedio Diario del día de conteo

El promedio diario del tráfico vehicular de la semana se obtiene aplicando la fórmula indicada en la metodología (sin el FCE). En la **Tabla 20**, se presenta el cálculo del tráfico del día en donde hubo 253 mototaxis, 86 motos lineales y 233 automóviles (datos convertidos en la tabla).

Tabla 20. Consolidado flujo vehicular EP-04 en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Algarrobos.

CONSOLIDADO FLUJO VEHICULAR																						
DÍA	Sentido	Auto	Bicicleta	Station Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus		Camión			Semitraviers				Traviers				Total
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>3S3	2T2	2T3	3T2	>3T3	
DÍA 4	Entrada	339	10	28	47	6	10	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	455	

Fuente: Elaboración Propia

- Índice Medio Diario Anual (IMD)

El índice medio anual (IMD) determinado multiplicando el promedio del tráfico de 01 día por el factor de corrección, de los cuales los vehículos ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representan el 98.9%; y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) el 1.1%. El mayor flujo de ligeros se explica por qué la zona de atracción de viajes es urbanizaciones y asentamientos humanos. Tal como se refleja en la **Tabla 21** y **Figura 68**:

Tabla 21. Porcentajes de vehículos en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Algarrobos

Tipo de Vehículo	DÍA 4	%
Veh. Ligeros	450	98.9%
Buses	5	1.1%
Camiones y Articulados	-	0.0%
Total	455	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

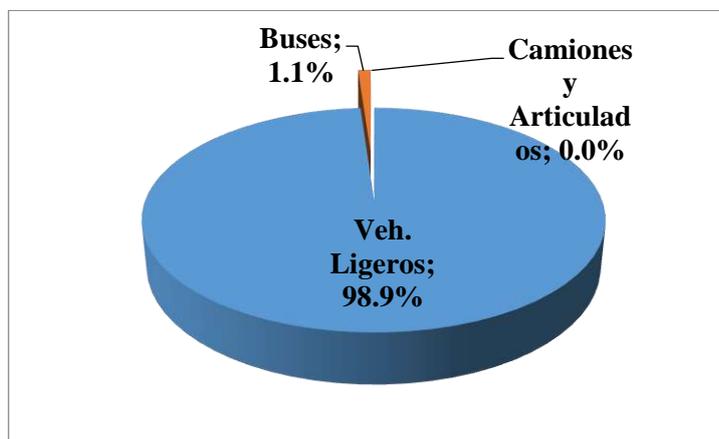


Figura 68.- Composición del tráfico en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Algarrobos.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.3.5. Estación EP- 05: Cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Tallanes

- Conteo y Clasificación Vehicular por Día

En la estación (EP-05) ubicada en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Tallanes, se realizó el conteo vehicular en horas en las que se consideraban de tráfico excesivo (7am, 1p.m y 7p.m.).

- Tráfico Vehicular Promedio Diario de los 3 días de conteo

El promedio diario del tráfico vehicular de la semana se obtiene aplicando la fórmula indicada en la metodología (sin el FCE). En **la Tabla 22**, se presenta el cálculo del tráfico del día en donde hubo 46 mototaxis, 15 motos lineales y 38 automóviles (datos convertidos en la tabla).

Tabla 22. Consolidado flujo vehicular EP-05 en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Tallanes.

CONSOLIDADO FLUJO VEHICULAR																						
DÍA	Sentido	Auto	Bicicleta	Station Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camión			Semitrucks			Trucks			Total	
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>3S3	2T2	2T3	3T2	>3T3			
DÍA 5	Entrada	57	-	17	18	-	3	3	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101

Fuente: Elaboración Propia

- Índice Medio Diario Anual (IMD)

El índice medio anual (IMD) determinado multiplicando el promedio del tráfico de 01 día por el factor de corrección, de los cuales los vehículos ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representan el 98.9%; y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) el 1.1% El mayor flujo de ligeros se explica por qué la zona de atracción de viajes es urbanizaciones y asentamientos humanos. Tal como se refleja en la **Tabla 23 y Figura 69:**

Tabla 23. Porcentajes de vehículos en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Tallanes.

Tipo de Vehículo	DÍA 5	%
Veh. Ligeros	98	97.0%
Buses	2	2.0%
Camiones y Articulados	1	1.0%
Total	101	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

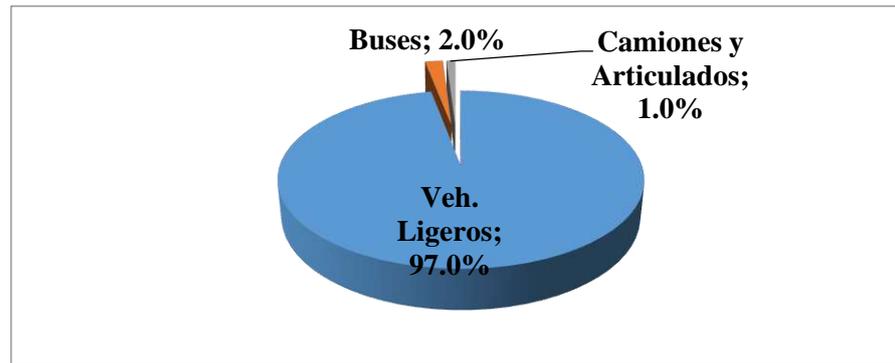


Figura 69.- Composición del tráfico en el cruce de la Av. Chulucanas con Av. Los Tallanes.

Fuente: Elaboración Propia.

3.6. Diseño geométrico

El diseño geométrico tiene como objetivo dar un “bosquejo” de la distribución de la ciclovía a lo largo de la vía para presentar su serviciabilidad y mejora.

Para ello es necesario contar con toda la información necesaria (velocidades, radio, visibilidad, pendiente, etc.) que puedan mostrar una idea de las características necesarias con las que la ciclovía debe contar.

Teniendo en cuenta el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovía del cual se detalló debidamente la información teórica del diseño en el Capítulo 2 de esta investigación se basará para hacer el diseño de la ciclovía.

Como se explicó anteriormente existen tres tipos de ciclovía: segregada, parcialmente segregada y compartida. En este apartado se comentará cuál es la más apta para ser considerada en el diseño final

La avenida Chulucanas cuenta con un promedio de sección de vía de 31.5m y casi una longitud de 7km desde la Av. El Tallán hasta la Av. Los Tallanes. La remodelación de esta avenida está dispuesta para crear dos calzadas de doble sentido, entonces ¿Cómo se podría lograr que un ciclista se encuentre totalmente seguro ante dicha dispuesta? Tomando en cuenta el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas se obtiene la información dispuesta en la Tabla 24:

Tabla 24. Velocidad promedio alcanzada por vehículos ligeros y pesados en la Av. Chulucanas

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 GEOMETRICO DE VIAS URBANAS – 2005

Como podemos observar, los vehículos no sobrepasan las velocidades de 60km/h determinados por el Ministerio de Transportes para zonas urbanas, además de ello, también se determina que para zonas que cuentan con instituciones educativas como colegios o universidades, y hospitales; los vehículos que transiten no deberán superar la velocidad de 30km/h.

En este caso, la avenida Chulucanas cuenta con ambos de estos casos: dos universidades (Universidad César Vallejo y Universidad Peruana Antenor Orrego) en las progresivas 2+300 y 6+300 y un hospital (Hospital I Sta. Rosa) en la progresiva 1+200.

En conclusión habrá tramos en donde los vehículos deberán recorrer con 60 km/h y otros con 30km/h y si se recuerda lo indicado en el Capítulo 2, cuando los vehículos cuentan con velocidades de 60km/h o mayores, no es recomendable contar con ciclovías compartidas, sobre todo aquellas como los carriles bici o carriles bus-bici.

3.6.1. Ancho de la ciclovía

- Vía segregada:

En este caso se optaría por una ciclovía en la berma central, encerrada por sardineles a ambos lados y con árboles en la berma. La ciclovía sería bidireccional.

Tomando en cuenta los 2m de ancho óptimos para la ciclovía y sabiendo que existirán sardineles mucho mayores a 10cm; según la norma, la ciclovía debería tener un total de 3m (1,5m en cada sentido) y la planta de árboles debería estar ubicada a 0.75m del eje de la bicicleta, es decir a 0.25 del sardinel en cada lado. Dando una distancia total de 3.5m

- Vía parcialmente segregada:

Al costado de la vereda y resguardada por seguros cerca al estacionamiento de la avenida. La ciclovía sería bidireccional.

Tomando en cuenta los 2m de ancho óptimos para la ciclovía y sabiendo que estará cerca a un sardinel de vereda y a unos seguros, el ancho total será igual a

3m. Ahora conociendo que estará cerca de un estacionamiento y por ende, las puertas de los vehículos se abrirán constantemente, la norma indica que se debe dejar un espacio entre estacionamiento y ciclovía de 0.80m. haciendo una longitud total de 3.8m.

En conclusión, de acuerdo a la norma, se tendría que disponer de un ancho de vía mucho mayor si se desea tomar una ciclovía parcialmente segregada que una ciclovía segregada, esto llevaría consigo a reducción de ciertos espacios de áreas verdes.

Entonces por temas de uso, correspondería la creación de una **ciclovía segregada** por medio de la berma central.

3.6.2. Radio de volteo

Existe una amplia cantidad de cruces a lo largo de la avenida y debido a la amplitud que la conforma, es entendible que un ciclista aumente la velocidad cada cierto tramo. Por ejemplo, el tramo existente entre el cruce de la Av. Chulucanas con las Av. Grau (Prog 1+300) y Av. Sanchez Cerro (Prog 1+800) tiene una longitud de 500m como se muestra en la **Figura 70**:



Figura 70.- Distancia entre Av. Sanchez y Av Grau.

Fuente: Google Earth.

Por lo tanto se podría estar hablando de casi 45km/h según lo que indica el reglamento, pero eso sobrepasaría las dimensiones estandarizadas con las que se planea hacer el diseño de la ciclovía, entonces haciendo un paréntesis: ¿Sería apto y seguro hacer la ciclovía como una vía parcialmente segregada? Y si este fuera el caso, ¿habría suficiente radio de giro para que el ciclista pueda ingresar hacia otra avenida?

Según la teoría que ya se ha explicado y de acuerdo a la velocidad de diseño acorde a lo que se ha escogido, el radio de giro o volteo sería el tomado en la siguiente **Tabla 25** :

Tabla 25. Velocidad de diseño en función de la pendiente en la Av. Chulucanas

V(km/h)	R (m)
12	3.3
15	4
20	5.2
30	7.6

Fuente: ALFONSO SANZ, Rodrigo Pérez Senderos, Tomás Fernández, la Bicicleta En La Ciudad, Manual De Políticas Y Diseño Para Favorecer El Uso De La Bicicleta como Medio De Transporte, Madrid, 1999

3.6.3. Sobreancho

De acuerdo a lo descrito en el **Apartado 3.6.1.** se ha deducido que lo óptimo para las condiciones de la Av. Chulucanas sería la construcción de una ciclovía segregada con una sección mínima de 3.5m. Esta distancia sería incluyendo la distancia hasta el plantado de árboles de la berma central. Sin embargo, la sección transitable sólo contará con 3m (1.5m a cada lado) debido a los sardineles peraltados.

La norma además indica que las ciclovías deberán contar con un sobreancho mínimo para que el ciclista pueda realizar sus movimientos sin ningún problema, esta se rige en base a dos medios: por la pendiente o por el radio de curvatura.

- Por pendiente

La Av. Chulucanas cuenta con un terreno plano, según el diseño geométrico hecho para su avenida en base a la Norma de Diseño de Carreteras del 2014, se obtienen los siguientes valores de pendiente para una Vía Colectora en la **Tabla 26**:

Tabla 26. Pendientes máximas de acuerdo al tipo y terreno de vía en la Av. Chulucanas

Tipo de Vía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3.00%	4.00%	4.00%
Vía Arterial	4.00%	5.00%	7.00%
Vía Colectora	6.00%	8.00%	9.00%
Vía Local	Según Topografía	10.00%	10.00%

Fuente: Diseño Geométrico Av. Chulucanas

Teniendo esta información se pueden obtener los valores adecuados de sobreancho de la Norma de Infraestructura de Ciclovías en la **Tabla 27**:

Tabla 27. Sobreancho de ciclovía de acuerdo a la pendiente en la Av. Chulucanas

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	26 a 75	75 a 150	> 150
>3 a <=6	0 cm	20 cm	30 cm
>6 a <=9	20cm	30 cm	40 cm
>9	30cm	40 cm	50 cm

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclo rutas
Para Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

- Por Radio de Curvatura

Como se explicó en el Capítulo 2, se hace un incremento de sobreancho debido al giro que el ciclista debe tomar debido a la curva de la vía, sin embargo, esto es en base a pendientes entre los 0 a 3% por lo que la Av. Chulucanas no tendrá por qué tomarse en cuenta.

Tabla 28. Sobreancho de ciclovía de acuerdo al radio de curvatura en la Av. Chulucanas

Radio de curvatura	Sobreancho requerido (Pendientes de 0 a 3%)
24 a 32m	25cm
16 a 24m	50cm
8 a 16m	75cm
0 a 8m	100cm

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclo rutas
Para Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

3.6.4. Estructura del pavimento

La construcción del pavimento de la ciclovía en la Av. Chulucanas no debería ser tan complicado a comparación a la composición determinada por una autopista puesto a que no soporta la misma cantidad de cargas.

A diferencia de ello, la composición no está dividida entre carpeta, sub base y base. Si no más bien se centrará en dos únicos componentes: carpeta y base.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Según el Manual de Diseño, la base debe ser compactada con espesores menores a 150 mm y debe estar compactada con el 95% de la densidad del próctor

modificado. El material debe ser compactado con la humedad óptima para así obtener la densidad deseada.

También hace referencia a la capa de rodadura la cual tiene dos funciones: la de dar un movimiento seguro al ciclista y proteger la base (**Figura 71**).

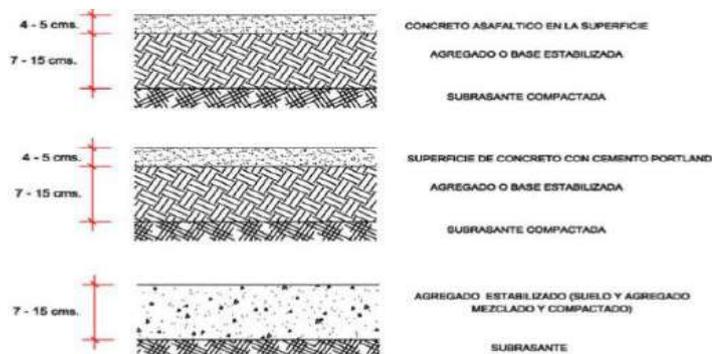


Figura 71.- Tipo de pavimentos

Fuente: Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías

De acuerdo al Manual, la ciclovía debe tener un máximo de 15cm de base y 5cm de carpeta asfáltica, aunque para el caso en el que se requiera utilizar el proceso de adoquinado, se dispondrá de una cama de arena gruesa por debajo de los adoquines entre 4-5cm y adoquines en medida de 20x10x4cm.

3.6.5. Diseño del tramo vial

Teniendo en cuenta los estudios realizados, las normas e investigación, se ha podido realizar un diseño de la ciclovía en la Av. Chulucanas. Ésta, según lo mencionado anteriormente, se ubicará al centro de la avenida, en la berma central y limitada por sardineles peraltados.

La Av. Chulucanas presentará una rotonda, intersecciones con avenidas principales, una remodelación de vía de cuatro ejes (por lo que se tiene que tener mayor seguridad en cruces), universidades entre extremos, entre otras características que de acuerdo con las normas, se han tenido en cuenta para elaboración de su diseño.

A continuación se presentan tramos importantes de la ciclovía que se ubica al centro de la avenida y que también se pueden ver en mayor escala en el **Anexo C**:

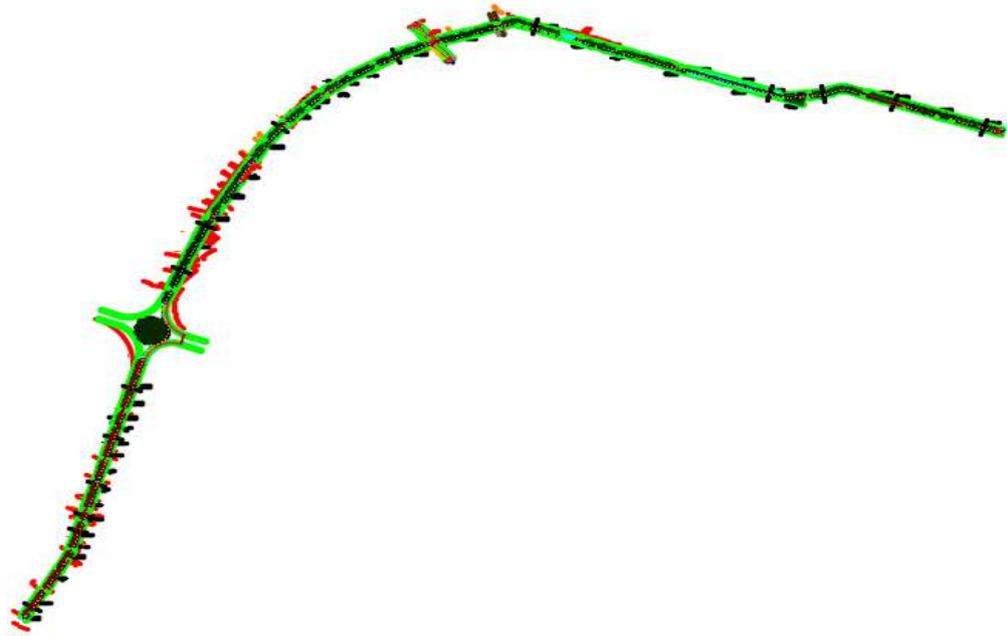


Figura 72.- Ciclovía en Av. Chulucanas – Vista General de la propuesta
Fuente: Elaboración propia

Para ingresar a la rotonda, la ciclovía tendrá que hacer un desvío cruzando por el cruce peatonal en el instante en el cual los automóviles se encuentren estáticos ante el semáforo (**Figura 73**).

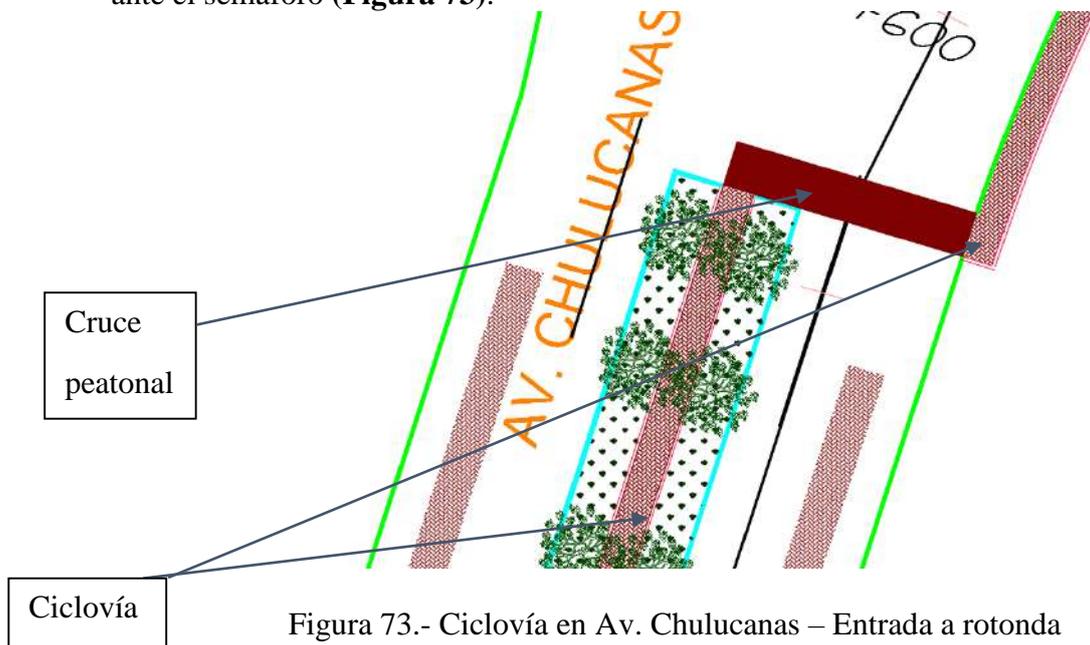


Figura 73.- Ciclovía en Av. Chulucanas – Entrada a rotonda
Fuente: Elaboración propia

Una vez pasado el pase peatonal, el ciclista deberá conducir respetando el radio de giro establecido por la construcción de la rotonda (**Figura 74**).

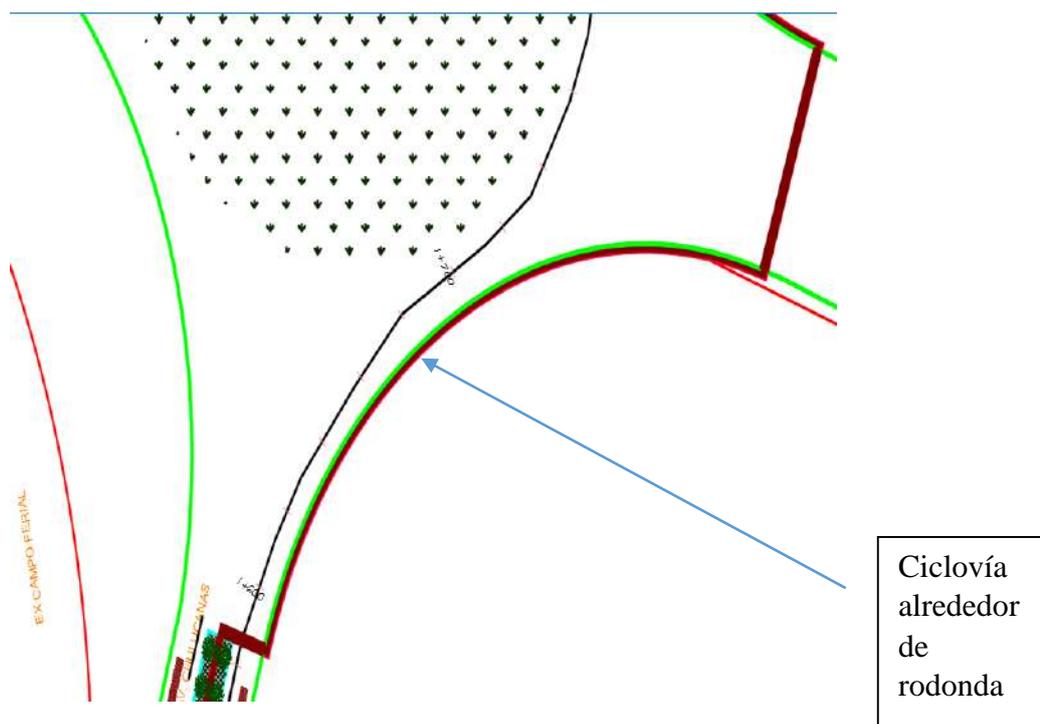


Figura 74.- Ciclovía en Av. Chulucanas – Curvatura de rotonda. Vista en planta.
Fuente: Elaboración propia

Habrán tramos de la ciclovía los cuales no tendrá seguridad de berma central debido a que la Av. Chulucanas se intersecta con diferentes avenidas a lo largo de su longitud. Ante ello se deberá señalizar en el pavimento el espacio por el cual el ciclista podrá desplazarse, teniendo en cuenta el flujo vehicular que intersecta (**Figura 75**).



Figura 75.- Ciclovía en Av. Chulucanas y cruce con Vía Colectora
Fuente: Elaboración propia

También se prevee la construcción de zonas de descanso entre los tramos de la berma central a lo largo de la ciclovía que contengan estacionamientos para bicicletas y asientos para ciclistas.

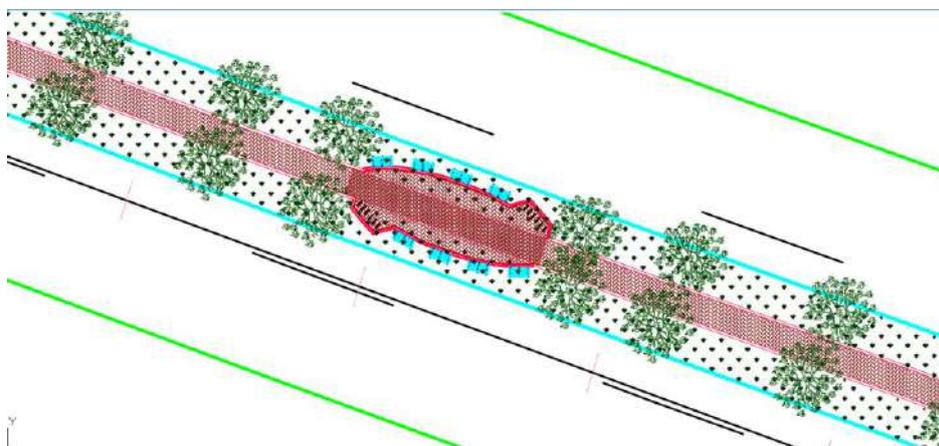


Figura 76.- Estacionamiento para ciclovía en Av. Chulucanas. Vista en planta.
Fuente: Elaboración propia

Lo que hace interesante la construcción de una ciclovía en una avenida de menor tránsito que el de otras tales como: Av. Sánchez Cerro, Av. Grau o Av. Don Bosco, es que para su remodelación no se invertirá tanto en un plan de desvío como se haría en todas ellas.

De acuerdo a lo mostrado a lo largo de la investigación, se puede llegar a la conclusión que la elaboración de una ciclovía en una ciudad promueve la práctica del deporte y el bienestar de la población debido a que incluye una forma de transporte sana y estable.

La propuesta de construcción de una ciclovía en la Av. Chulucanas se incluye debido a tres puntos importantes:

- Aprovechar las prontas construcciones de la ciudad para dar iniciativa al ejemplo de construcciones que se realizarán en el futuro.
- Tomar una avenida de tramo significativo (7.5km. aprox.) que incluye dos distritos y una dos universidades para poder fomentar el transporte de personas que decidan moverse de manera segura.
- La Av. Chulucanas se encuentra en el marco de avenidas de la ciudad de Piura que formaría una red de ciclovías tal y como se mostró en la ciudad de Lima en la Figura 3 del capítulo 1. En ese marco, la red ciclovitaria de una ciudad debe formarse con aquellas avenidas principales para que el uso que se le dé sea realmente productivo.

Además cabe recalcar que el Estado peruano ha promulgado la Ley N° 29593, ley que declara de interés nacional el uso de la bicicleta y promueve su utilización como medio de transporte sostenible (**Anexo B**).

Actualmente si se quiere iniciar la reconstrucción de una vía con tendencia urbana moderna con promoción en transporte sostenible se debe incluir una ciclovía como mejora en su sistema, más aún cuando ésta puede constituir un circuito ciclovial de alto impacto para la ciudad de Piura, al conectar un potencial foco turístico como es el Parque Kurt Beer con la Av. El Tallán.

Es por ello que las recomendaciones de las Naciones Unidas para ciudades ciclo-inclusivas⁸, y para impulsar el uso de la bicicleta indican que se debe determinar la inclusión de una ciclovía a lo largo de toda la remodelación de la avenida.

⁸ Ciudad ciclo-inclusiva: Ciudad que incluye una red ciclovitaria como medio de transporte sostenible.

CONCLUSIONES

- Las ciclovías al soportar una carga conveniente al solo tránsito del ciclista y su bicicleta, no requieren la construcción de una carpeta asfáltica de espesores de gran consistencia, por lo que resulta un costo-beneficio muy apropiado.
- El ejemplo que trae consigo la construcción de una ciclovía, conlleva a la construcción de otras a lo largo de la ciudad. Evitan el tráfico, disminuyen accidentes, y mejoran el medio ambiente reduciendo la cantidad de vehículos automovilísticos. Además de llevar consigo al desarrollo del deporte y cultura de primer mundo.
- Es importante plantear encuestas en base al desarrollo de ciclovías, para poder analizar en qué avenidas sería más recomendable su ejecución y aprovechar las próximas construcciones de la ciudad para implementarlas.
- Las ciclovías siempre deben estar construidas tomando en cuenta un correcto estudio del tráfico y estudio hidráulico que puedan evitar el desorden vehicular o la acumulación de agua en la ruta.
- La Av. Chulucanas se encuentra en una red de avenidas principales de la ciudad de Piura, junto con avenidas como la Don Bosco, Av. Sanchez Cerro, entre otras, que a la larga, fomentando la construcción de ciclovías en dichas avenidas, crearía una red de ciclovías tal y como se mostró en la ciudad de Lima en la Figura 3 del capítulo 1. En ese marco, la red ciclovitaria de una ciudad debe formarse con aquellas avenidas principales para que el uso que se le dé sea realmente productivo.

RECOMENDACIONES

- Seguir las normas constituidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para su correcta construcción.
- Las señalizaciones horizontales y verticales deben estar completamente visibles a lo largo del día. Esto debido a que existen bicicletas que no cuentan con la iluminación correspondiente y no cuentan con ventaja alguna ante un accidente.
- Fomentar el uso de la bicicleta a través de anuncios, campañas, maratones, para que el tránsito por las ciclovías sea mucho más constante de lo habitual.

BIBLIOGRAFIA

- Averoz, M. V. (2010). Propuesta de diseño y factibilidad de una ciclovía en Guayaquil como una alternativa de transporte recreacional. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.
- Da Rosa, J. C. (2010). Ciclovias e ciclofaixas: Critérios para localização e implantação (Tesis de pregrado). Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Dextre, J.C. (2016). Ciudades Seguras por Diseño. [Diapositiva Power Point]. Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Goldsman, F. (2013). Bicicletas: Conoce las ciudades más amigables para pedalear. Brando. Recuperado de <http://www.conexionbrando.com/1339604-bicicletas-conoce-las-ciudades-mas-amigables-para-pedalear>
- Manual de diseño para infraestructura de ciclovías. (s/n). Recuperado el 4 de mayo del 2016, de <https://es.scribd.com/document/74905617/MANUAL-DE-DISENO-PARA-INFRAESTRUCTURA-DE-CICLOVIAS>
- Plan Maestro De Ciclo rutas Para Santa Fé De Bogotá. Manual De Diseño De Ciclorutas. (s/f). Recuperado el 5 de agosto del 2016 de http://www.cleanairinstitute.org/cops/bd/file/tnm/97-linked-NB_Bogota-bikeguide.pdf
- Serrano, J.A. (2015). *Propuesta de una red de ciclovías para el uso del transporte urbano sostenible no motorizado: Polígono Universitario Ciclista en la ciudad de Toluca, 2014-2015* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Tam Wong, E. W. (2004). *Plan maestro de ciclovías para el área metropolitana de Lima y Callao* (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Torres A, Sarmiento OL, Stauber C, Zarama R. (2013). *The Ciclovia and Cicloruta Programs: Promising Interventions to Promote Physical Activity and Social Capital in Bogotá, Colombia*. DOI 10.2105/AJPH.2012.301142

ANEXO A CUADROS DE CONTEO VEHICULAR

CUADRO DE CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN EP-01

Tramo	HACIA UCV
Cod Estación	E1
Estación	ESTACION 1 - AV. PROLONGACIÓN CHULUCANAS - AV. CIRCUNVALACION

Ubicación	AV. PROLONGACION CHULUCANAS
Sentido	
Fecha	domingo, 24/07/2016

Hora	Auto	Bicicleta	Station Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers			Total			
				Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3		
08 am - 9 am																						-	
9 am - 10 am																							-
10 am - 11 am																							-
11 am - 12 pm																							-
12 pm - 13 pm																							-
13 pm - 14 pm	41	1	5	1	3	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	54
14 pm - 15 pm																							-
15 pm - 16 pm																							-
16 pm - 17 pm																							-
17 pm - 18 pm																							-
18 pm - 19 pm																							-
19 pm - 20 pm	48	1	2	4	1	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	61
20 pm - 21 pm																							-
21 pm - 22 pm																							-
22 pm - 23 pm																							-
23 pm - 00 am																							-
00 am - 01 am																							-
1 am - 2 am																							-
2 am - 3 am																							-
3 am - 4 am																							-
4 am - 5 am																							-
5 am - 6 am																							-
6 am - 7 am																							-
7 am - 8 am	70		-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75
TOTAL	159	2	7	6	4	-	-	-	-	5	1	2	-	-	-	-	2	-	-	-	1	1	190

ANEXO B

LEY N°29593

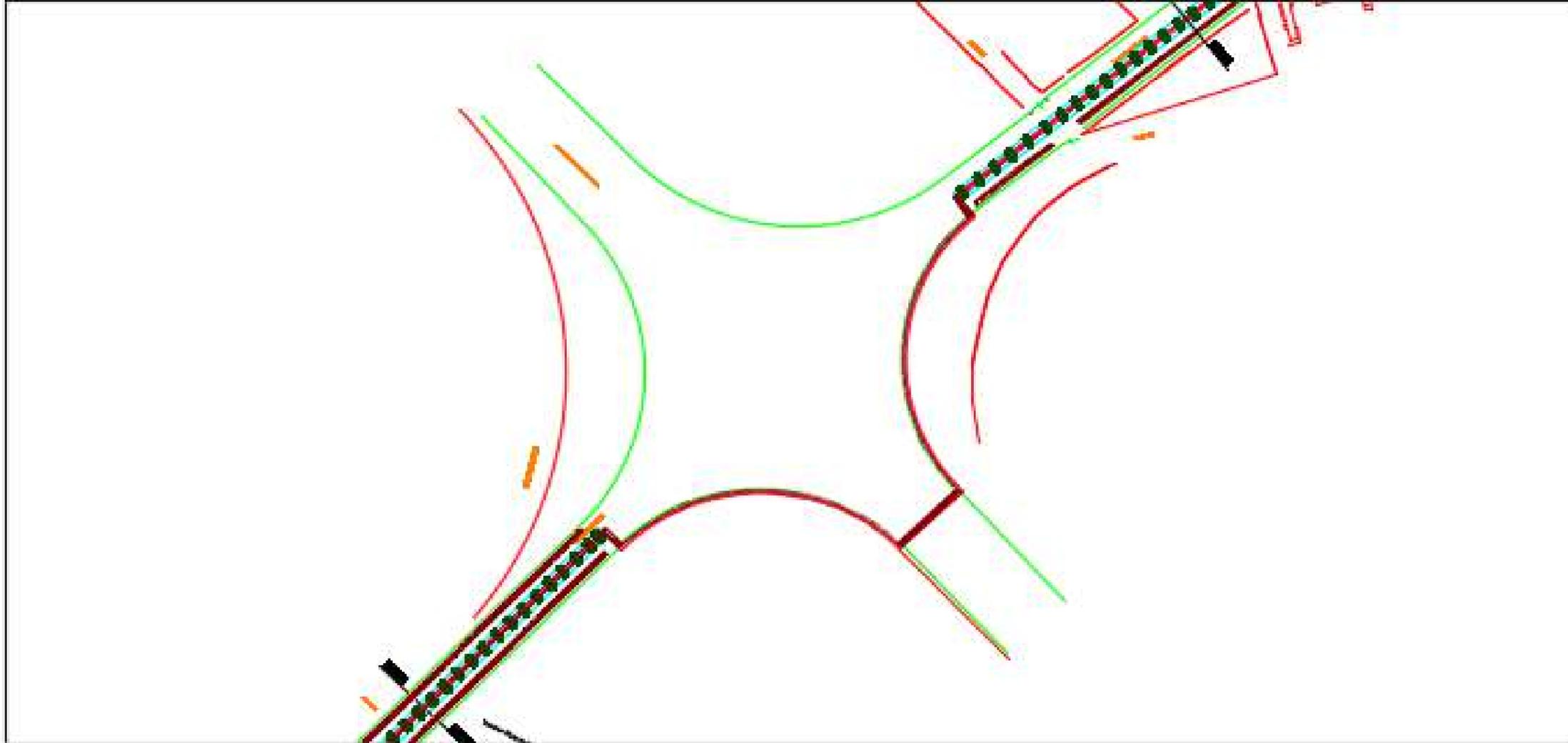
LEY QUE DECLARA DE INTERÉS NACIONAL EL USO DE LA BICICLETA Y PROMOCIONA SU UTILIZACIÓN COMO MEDIO DE TRANSPORTE SOSTENIBLE

427210	NORMAS LEGALES	El Peruano Lima, viernes 8 de octubre de 2010
PODER LEGISLATIVO		
CONGRESO DE LA REPUBLICA		
LEY N° 29593	LEY N° 29594	
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA	EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA	
POR CUANTO:	POR CUANTO:	
El Congreso de la República Ha dado la Ley siguiente:	El Congreso de la República Ha dado la Ley siguiente:	
EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;	EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;	
Ha dado la Ley siguiente:	Ha dado la Ley siguiente:	
LEY QUE DECLARA DE INTERÉS NACIONAL EL USO DE LA BICICLETA Y PROMOCIONA SU UTILIZACIÓN COMO MEDIO DE TRANSPORTE SOSTENIBLE	LEY QUE AUTORIZA POR ÚNICA VEZ AL MINISTERIO DE DEFENSA REALIZAR UNA TRANSFERENCIA FINANCIERA A FAVOR DE LA FÁBRICA DE ARMAS Y MUNICIONES DEL EJÉRCITO (FAME S.A.C.)	
Artículo 1°.- Objeto de la Ley El objeto de la presente Ley es declarar de interés nacional el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte sostenible, seguro, popular, ecológico, económico y saludable, y promover su utilización.	Artículo Único.- Transferencia financiera Autorízase, por única vez, al Pliego 026: Ministerio de Defensa a realizar una transferencia financiera por la suma de UN MILLÓN SESENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS DIECISIETE CON 94/100 NUEVOS SOLES (S/ 1 066 917, 94), con cargo a sus saldos de balance por la Fuente de Financiamiento 2 Recursos Directamente Recaudados, a favor de la Fábrica de Armas y Municiones del Ejército (FAME S.A.C.), por los saldos de los ingresos captados durante los periodos comprendidos entre enero - diciembre de 2008 y enero - julio de 2009. Para tal fin, el Pliego 026: Ministerio de Defensa queda exceptuado de lo dispuesto en el artículo 15° de la Ley núm. 29465, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2010, y apruébese mediante el procedimiento establecido en el numeral 75.4 del artículo 75° de la Ley núm. 28411, Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto.	
Artículo 2°.- Acción de promoción Con el objeto de dar cumplimiento a lo señalado en el artículo 1°, se establecen las siguientes acciones:	DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL	
<ul style="list-style-type: none"> a) El Estado promueva y difunde el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte sostenible. b) El Estado, en todos sus niveles de gobierno, provee las condiciones de seguridad vial y ciudadana para el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte sostenible y seguro, y tiene el deber de informar anualmente a la ciudadanía sobre la aplicación de la presente Ley. c) El Estado promueva la construcción de infraestructura que facilite el uso y el estacionamiento de la bicicleta como medio alternativo de transporte. d) Los gobiernos locales promuevan el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible en sus planes directores de transporte y en sus planes de ordenamiento territorial de las grandes áreas metropolitanas, así como en los programas de salud de su competencia. e) Los establecimientos públicos y privados e instituciones educativas promuevan el uso de la bicicleta. 	ÚNICA.- Vigencia de la Ley La presente Ley entra en vigencia el día siguiente de su publicación en el diario oficial El Peruano.	
DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL	Comuníquese al señor Presidente de la República para su promulgación.	
ÚNICA.- Día Nacional sin Auto Declarase el día 22 de setiembre de todos los años Día Nacional sin Auto.	En Lima, a los siete días del mes de octubre de dos mil diez.	
Comuníquese al señor Presidente de la República para su promulgación.	CÉSAR ZUMAETA FLORES Presidente del Congreso de la República	
En Lima, a los siete días del mes de octubre de dos mil diez.	ALEJANDRO AGUINAGA RECUENCO Primer Vicepresidente del Congreso de la República	
CÉSAR ZUMAETA FLORES Presidente del Congreso de la República	AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPUBLICA	
ALEJANDRO AGUINAGA RECUENCO Primer Vicepresidente del Congreso de la República	POR TANTO:	
AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPUBLICA	Mando se publique y cumpla.	
POR TANTO:	Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los siete días del mes de octubre del año dos mil diez.	
Mando se publique y cumpla.	ALAN GARCÍA PÉREZ Presidente Constitucional de la República	
Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los siete días del mes de octubre del año dos mil diez.	JOSÉ ANTONIO CHANG ESCOBEDO Presidente del Consejo de Ministros y Ministro de Educación	
ALAN GARCÍA PÉREZ Presidente Constitucional de la República	553472-2	
JOSÉ ANTONIO CHANG ESCOBEDO Presidente del Consejo de Ministros y Ministro de Educación	LEY N° 29595	
553472-1	EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA	
	POR CUANTO:	
	El Congreso de la República Ha dado la Ley siguiente:	
	EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;	

ANEXO C

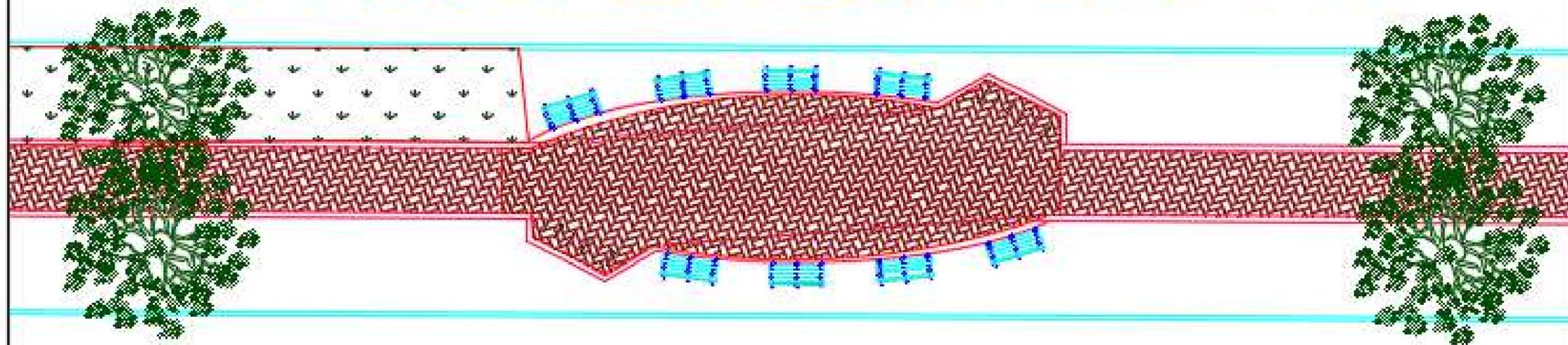
PLANOS DE SECCIONES DE CICLOVÍA EN LA AVENIDA CHULUCANAS

PLANO	DESCRIPCIÓN
R-1	Plano de ciclovia en Avenida Chulucanas - Rotonda
E-1	Plano de ciclovia en Avenida Chulucanas – Estacionamiento en Berma Central
I-1	Plano de ciclovia en Avenida Chulucanas – Intersección con Av. Santisteban

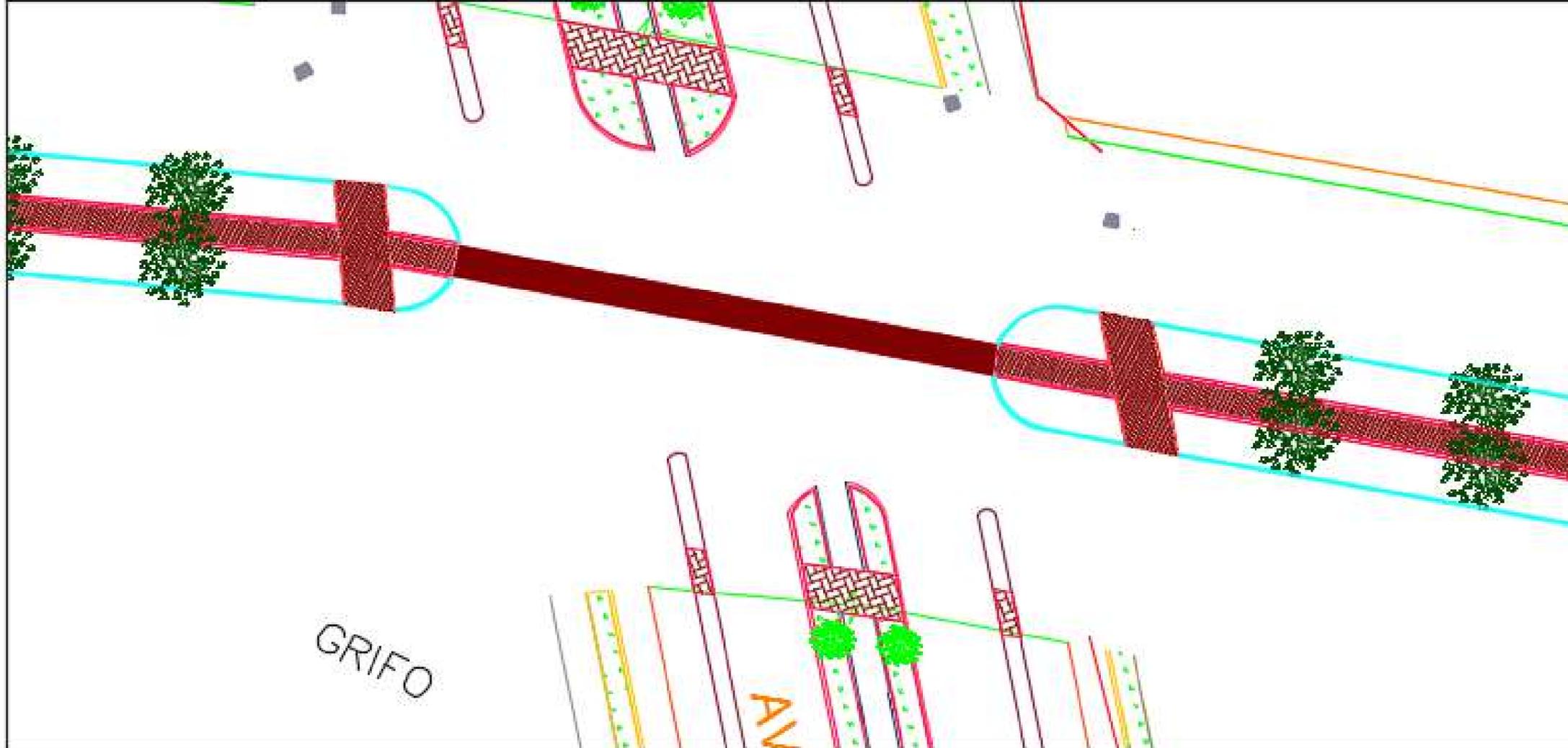


	FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA			
DIBUJADO						
REVISADO						
ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLOVÍA COMO PARTE DE LA REMODELACIÓN DE LA AV. CHULUCANAS			PLANO DE CICLOVÍA EN AVENIDA CHULUCANAS - ROTONDA	ESCALA 1:1		
ALEJANDRO ALONSO GAMARRA MORALES				PLANO R-1		

PROL. CHULUCANAS



	FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA			
DIBUJADO						
REVISADO						
ASPECTOS TECNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLOVÍA COMO PARTE DE LA REMODELACIÓN DE LA AV. CHULUCANAS			PLANO DE CICLOVÍA EN AVENIDA CHULUCANAS - ESTACIONAMIENTO EN BERMA CENTRAL	ESCALA 1:1		
ALEJANDRO ALONSO GAMARRA MORALES				PLANO E-1		



	FECHA	NOMBRE	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>			
DIBUJADO						
REVISADO						
<p>ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLOVÍA COMO PARTE DE LA REMODELACIÓN DE LA AV. CHULUCANAS</p>			<p>PLANO DE CICLOVÍA EN AVENIDA CHULUCANAS - INTERSECCIÓN CON AVENIDA SANTISTEBAN</p>	<p>ESCALA 1:1</p>		
<p>ALEJANDRO ALONSO GAMARRA MORALES</p>				<p>PLANO I-1</p>		