



**Departamento de Estudios y Diseños
Dirección General de Ingeniería de Tránsito
División de Transportes**

MOPT-03-05-01-0917-2019

**GUÍA TÉCNICA DE
DISEÑO PARA
INFRAESTRUCTURA
CICLISTA**

Ministerios de Obras Públicas y Transportes
Dirección General de Ingeniería de Tránsito
Departamento de Estudios y Diseños

Elaboración

Ing. Jösselyne Murillo Hidalgo
Ingeniera Civil

Con el apoyo técnico de

Ing. Rony Rodríguez Vargas
Jefe de Departamento
Estudios y Diseños

Ing. Junior Araya Villalobos
Director General, DGIT

© Noviembre 2019 (3ra Edición)

1. N° Informe MOPT-03-05-01-0917-2019		2. N° de Expediente N.A.	
3. Título y subtítulo Guía técnica de diseño para la infraestructura ciclista.		4. Fecha del informe Noviembre, 2019.	
5. Institución ejecutora y dirección Ministerio de Obras Públicas y Transportes Dirección General de Ingeniería de Tránsito San José, Costa Rica Tel: (506) 2226-5411		6. Tipo de reporte y periodo de extensión Informe 1 de 1, Tercera Edición , 11/2019	
		7. Instituciones receptoras N.A	
8. Preparación Ing. Jósselyne Murillo Hidalgo Departamento de Estudios y Diseños _____ Fecha:		9. Colaboración	
8. Revisión Ing. Rony Rodríguez Vargas Jefe, Departamento de Estudios y Diseños _____ Fecha:		8. Autorización Ing. Junior Araya Villalobos Director General, DGIT _____ Fecha:	
9. Resumen Se establecen recomendaciones técnicas para el diseño de facilidades ciclo-inclusivas, que le permitan al diseñador contar con criterios mínimos a la hora de realizar intervenciones como parte de una gestión a la calzada. También se incluyen recomendaciones para la señalización de vías ciclistas segregadas y modalidades de carril compartido.			
8. Palabras clave Ciclovía, vía ciclista, ciclo ruta, movilidad urbana activa, no motorizada, bicicleta, transporte alternativo, carril compartido, bicicleta, ciclo-inclusión, guía técnica.		9. Nivel de seguridad Ninguno.	
		10. N° de páginas 62.	

GUÍA TÉCNICA DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURA CICLISTA

Contenido

1	Introducción	1
1.1	Principios de diseño de la infraestructura ciclista	2
2	Estudios preliminares y programas de educación	3
2.1	Estudios preliminares	3
2.2	Programas de educación para el uso de la bicicleta	3
3	Metodología de diseño.....	4
4	Tipos de infraestructura ciclista.....	10
5	Modalidades de circulación.....	14
5.1	Señalización típica en modalidad compartida	14
5.2	Circulación por la izquierda.....	16
5.3	Circulación ciclista en doble sentido (Bidireccionalidad)	17
6	Criterios geométricos	20
6.1	Ancho Mínimo.....	20
6.2	Velocidad y Pendientes	21
6.3	Peralte y Radio de giro	22
6.4	Distancia de visibilidad	23
7	Diseño de intervenciones físicas.....	24
7.1	Desviadores de Tránsito	24
7.2	Ajustes sobre el radio de giro	26
7.3	Otras consideraciones	26
7.4	Espacios compartidos entre peatones y ciclistas	27
7.5	Presencia de autobuses en el recorrido.....	28
7.6	Iluminación	29
8	Intersecciones	32
8.1	Continuidad en el trazo.....	32
8.2	Campo de visión	32
8.3	Prioridad de paso	33
8.4	Área de espera para ciclistas (Bicicajas)	34
8.5	Rotondas	35
9	Diseño de maniobras seguras	37

9.1	Giro en dos fases.....	37
9.2	Interacción con la línea férrea.....	38
9.3	Amortiguamiento	39
10	Señalización Vial	40
10.1	Señalización horizontal.....	40
10.1.1	Líneas longitudinales	41
10.1.2	Flechas direccionales	42
10.1.3	Símbolos	42
10.1.4	Áreas de espera para ciclistas (BiciCajas)	45
10.1.5	Zonas de amortiguamiento	45
10.1.6	Continuidad de facilidades ciclistas sobre intersecciones	46
10.2	Señalización vertical	47
11	Elementos Complementarios	51
11.1	Uso de separadores físicos en facilidades segregadas	51
11.2	Superficie de ruedo.....	52
12	Facilidades Adicionales	53
12.1	Intermodalidad.....	53
12.2	Canaletas en sitios con gradas.....	54
12.3	Estacionamiento para bicicletas.....	54
13	Referencias.....	61
14	Apéndice A: Encuesta de Caracterización de Usuarios.....	A-1
15	Apéndice B: Detalles de Señalización	B-1

Índice de Figuras

Figura 1. Cambio de paradigma de movilidad.....	1
Figura 2. Metodología para desarrollo de facilidades ciclistas.....	5
Figura 3. Facilidad compartida.....	10
Figura 4. Facilidad demarcada.....	11
Figura 5. Facilidad segregada Tipo 1.....	11
Figura 6. Facilidad segregada Tipo 1 con estacionamiento.....	12
Figura 7. Facilidad segregada Tipo 2, con zona libre necesaria.....	12
Figura 8. Facilidad segregada Tipo 2, con sistema de contención.....	13
Figura 9. Facilidad de trazo independiente.....	13
Figura 10. Señalización tipo “sharrow”.....	15
Figura 11. Carril compartido vs carril exclusivo.....	16
Figura 12. Circulación por la izquierda.....	17
Figura 13. Escenario de ventajas con circulación a la izquierda.....	17
Figura 14. Modalidades para habilitación de bidireccionalidad.....	18
Figura 15. Emplazamiento de ciclovías bidireccionales.....	19
Figura 16. Anchos de ciclovía según cantidad de carriles y direccionalidad.....	20
Figura 17. Distancias de desarrollo para variación de pendientes.....	22
Figura 18. Desviador de tránsito.....	24
Figura 19. Desviador de tránsito para exclusión de flujos motorizados.....	25
Figura 20. Fotomontaje de isla construida.....	26
Figura 21. Radio de giro ajustado.....	26
Figura 22. Posibles obstáculos en la vía.....	27
Figura 23. Invasión peatonal a ciclorruta, Avenida 4-San José.....	27
Figura 24. Vista en elevación de ciclovía en paradas de autobús.....	29
Figura 25. Vista en planta de ciclovía en paradas de autobús.....	29
Figura 26. Iluminación mínima en proximidad a intersecciones.....	31
Figura 27. Continuidad de intersecciones, San José (izquierda), Barrio Escalante (derecha).	32
Figura 28. Campo de visión libre de obstáculos.....	33
Figura 29. Bicicaja implementada en ciclovía de San José, Costa Rica.....	35
Figura 30. Rotonda con rampa para ciclistas.....	36
Figura 31. Rotonda con facilidad ciclista periférica.....	36
Figura 32. Pasos para realizar giro en dos fases.....	38
Figura 33. Alineamiento de ciclovía en proximidades de línea férrea.....	39
Figura 34. Zona de amortiguamiento en ciclovías.....	39
Figura 35. Secciones típicas según sentido de circulación.....	41
Figura 36. Inclusión de motocicleta en bicicaja.....	45
Figura 37. Dimensionamiento de zonas de amortiguamiento.....	46
Figura 38. Detalle de cruce en intersección.....	46
Figura 39. Espaciamiento de separador en accesos.....	51
Figura 40. Separador físico tipo bordillo.....	52

Figura 41. Transporte de bicicletas en autobús y tren.....	53
Figura 42. Uso de rampas para bicicleta en presencia de gradas.....	54
Figura 43. Tipo de estacionamiento según requerimiento de tiempos.....	55
Figura 44. Estacionamiento Tipo U-Invertida	56
Figura 45. Estacionamiento vertical para bicicletas.....	57
Figura 46. Estacionamiento multinivel para bicicletas.	57
Figura 47. Estacionamiento tipo casillero.....	58
Figura 48. Diseño interno o de acceso restringido – CENAC, San José.	58
Figura 49. Diseño expuesto – Universidad Central, Barrio Escalante.	59
Figura 50. Diseño sobre vía – Parque España, San José.	59

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Tipo de infraestructura según velocidad y volumen vehicular.	14
Cuadro 2. Dimensionamiento para carriles de circulación según presencia de usuarios y direccionalidad.....	20
Cuadro 3. Variación de la velocidad de diseño en función de la pendiente de descenso.	21
Cuadro 4. Sobre ancho requerido en pendientes de ascenso.....	21
Cuadro 5. Sobre ancho recomendado para interior de la curva.	23
Cuadro 6. Valores de combinación para peatones y ciclistas.....	28
Cuadro 7. Requisitos mínimos de iluminación para una ciclo ruta.....	31
Cuadro 8. Símbolos para demarcación ciclo-inclusiva.	43
Cuadro 9. Plantillas nuevas para señalización vertical ciclo-inclusiva.	48
Cuadro 10. Coordenadas cromáticas de colores Pantone para señales verticales.	50

1 Introducción

En el contexto urbano, el uso de la bicicleta ha llegado a representar un estilo de vida, que rompe la visión actual de las sociedades, las cuales se han caracterizado por fomentar una cultura centrada en los desplazamientos en vehículo automotor privado. Su utilización permite desarrollar el concepto de la bicicleta como una opción más para movilizarse por la vía pública, ofreciendo una solución concreta y factible a los problemas de congestión vehicular y contaminación ambiental.

La bicicleta como medio de transporte cotidiano ofrece grandes ventajas sobre el uso del automóvil en la vida urbana, al ser una opción segura, cómoda, eficiente, rápida, económica, saludable y no contaminante. Es de destacar que su uso provoca menor riesgo para los usuarios que interactúan con ella, al mismo tiempo que se presenta como una medida para calmar el tráfico. Además, el requerimiento de inversión pública es menor en comparación con el gasto público en infraestructura automovilística, y sus requerimientos de espacio son mínimos (tanto estacionada, como en movimiento).

En los últimos años, surge un nuevo enfoque que prioriza de forma diferente a los usuarios, en busca de establecer una planificación de las ciudades orientada a la persona, y no al auto (ver Figura 1). A través del diseño, se abren posibilidades a una nueva vivencia de la ciudad, que permita el encuentro e interacción entre personas, de un modo más agradable, generando mayor equidad en el acceso al espacio público. Esto por medio de un aumento en las ofertas de movilidad y acceso de todos, particularmente de quienes tienen menores ingresos.

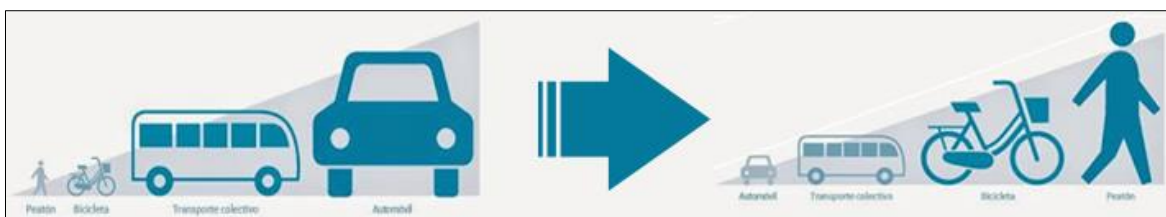


Figura 1. Cambio de paradigma de movilidad.
Fuente. Adaptado de El Ecologista, N° 84.

Al ser un medio invisibilizado por el enfoque carro-centrista que domina la gestión vial del país, las personas en bicicleta resultan disruptivas para peatones y choferes. De igual forma, los profesionales a cargo de fomentar su uso y articularla con los demás modos de movilidad en un sistema integral, desconocen las herramientas para usar recursos públicos para hacerlo.

La presente guía surge como una necesidad de iniciar un cambio en el paradigma de la movilidad descrita anteriormente y ofrecer herramientas claras para la inclusión de la bicicleta como una opción adicional para la movilidad, de manera que esta pueda ser integrada al sistema de transportes del país, de forma segura y ordenada.

Se aclara que la infraestructura propuesta en esta guía se refiere al desarrollo de facilidades para usar la bicicleta como medio de transporte y no para uso deportivo.

1.1 Principios de diseño de la infraestructura ciclista

De acuerdo a la literatura internacional, existe un consenso en que los requisitos de toda vía ciclista deben ser (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile, 2015):

- **Coherente:** Debe buscarse una coherencia entre la destreza de los usuarios y el diseño. Además, este diseño debe contemplar una relación lógica y continua entre los diferentes tramos, sin cambios que resulten incomprensibles para los usuarios. Los elementos más relevantes son los que definen el camino con claridad y que satisfacen la mayor cantidad de orígenes y destinos en su recorrido.
- **Conectiva:** Una ruta debe permitir la vinculación entre otras rutas del sistema vial o bien, unir de manera efectiva orígenes y destinos potenciales. Rutas aisladas dentro de la ciudad o sin salida no serán usadas.
- **Segura:** La seguridad se plantea como un componente dual, en la que se deben evaluar la seguridad vial y ciudadana; considerando la accidentabilidad registrada a lo largo de la ruta, así como los eventos de criminalidad. Es primordial evitar los encuentros con tránsito motorizado de alta velocidad, ya sea disminuyendo la velocidad de los vehículos con motor o creando una separación física entre estos y las bicicletas, con especial atención en los cruces. Es importante contemplar la percepción de los usuarios respecto a la seguridad, de manera que sea un insumo adicional al analizar las variables de accidentabilidad y criminalidad.
- **Directa:** Todos los factores que influyen en el tiempo de viaje son parte del concepto de rutas directas; la infraestructura ciclo-inclusiva debe propiciar rutas lo más directas y cortas posibles, entre destinos. Se asocian variables como la velocidad de las personas ciclistas, cantidad de intersecciones y frecuencia de detenciones.
- **Cómoda:** Que el viaje en bicicleta sea una experiencia placentera y conveniente potencia su uso. La provisión de pavimentos adecuados, geometría correcta, y la minimización de detenciones, obstáculos y posibles conflictos con otros usuarios influyen en este rubro. Una ruta que demanda niveles elevados de atención al estado de la misma y sus condiciones, aporta estrés a la experiencia de viaje. Además, factores como la sombra en horario diurno e iluminación durante la noche incrementan la sensación de confort durante el viaje.
- **Atractiva:** Una ruta atractiva debe tener un ambiente seguro y amable en cuanto a la estética arquitectónica y a un entorno atractivo, con la menor contaminación acústica y atmosférica. Se busca oferta de puntos de acceso y actividades posibles de desarrollar. Si el viaje es atractivo para el usuario, disminuyen los costos

percibidos y se convierte en una experiencia de mayor beneficio. Al elegir la ruta, un análisis de usos de suelo es indispensable para lograr este objetivo.

2 Estudios preliminares y programas de educación

2.1 Estudios preliminares

Será tarea tanto del Gobierno Central como de los Gobiernos Locales realizar los estudios preliminares necesarios para llevar a cabo la implementación de una vía ciclista, de manera que se cuente con datos de la demanda potencial que existe de la misma.

Dicha información será de gran importancia en la estimación de los posibles usuarios, así como para la elaboración de históricos del crecimiento de usuarios que tendrá cada proyecto. Al contar con dichos registros, el equipo a cargo estará en la capacidad de medir el efecto social y económico que conlleva la inversión realizada. Se recomienda que este tipo de estudios sean considerados, a su vez, en la elaboración de Planes Reguladores, de manera que impacte la planificación de la infraestructura vial urbana e interurbana.

Uno de los errores más comunes es considerar la variable de *kilómetros construidos de vías ciclistas* como factor determinante para medir la eficacia de la solución planteada, ya que esto fomenta el desarrollo de facilidades en sectores donde es fácil su construcción, contrario a estudiar los sitios donde realmente se requiere de la infraestructura, y donde, a su vez, traiga el mayor beneficio a la población.

El fin de dichos estudios deberá ser el desarrollo de un análisis más sistémico de la problemática para reducir iniciativas de vías ciclistas aisladas y fragmentadas que, al no formar parte de una estructura, limiten su beneficio al tramo correspondiente y se alejen de constituir una solución vial para un medio de transporte. Ver Sección 3: Metodología de diseño para mayor detalle.

2.2 Programas de educación para el uso de la bicicleta

Las políticas urbanas de transporte no pueden ser exitosas sin la cooperación integral de todos los ciudadanos. Esta cooperación estará asegurada siempre y cuando la población afectada tenga conocimiento de los objetivos de cualquier iniciativa, de la manera más clara posible.

Por ello, el desarrollo de programas de educación enfocados al uso de la bicicleta se vuelve clave para que la implementación de un sistema de transporte orientado a la bicicleta sea exitosa. Por medio de estos programas, se fomenta el crecimiento del uso de la bicicleta en los diferentes municipios.

Debido a la cantidad de información errónea que se ha extendido sobre el ciclismo urbano, los programas de educación pueden ayudar a disipar los mitos, fomentar un comportamiento cortés entre los diferentes usuarios, y mejorar el nivel de habilidad de ciclistas, así como la conciencia de los choferes. Esto lleva a una reducción en los incidentes viales, al fomentar el respeto hacia las personas en bicicleta.

Los programas de educación se pueden administrar a través de diferentes organismos y grupos de interés, como municipalidades, escuelas, bibliotecas, e instituciones de gobierno. Al mismo tiempo, será importante su promoción desde la empresa privada, de manera que corresponda a toda la ciudadanía el deber de promover el uso de la bicicleta.

De manera paralela, es necesario llevar a cabo campañas informativas acerca de las consecuencias negativas del uso excesivo de vehículos motorizado, especialmente en la salud y bienestar de la población, así como en el medio ambiente. Estas campañas deben estar dirigidas a incentivar la peatonización, el uso de vehículos no motorizados y del transporte público, a través de las nuevas soluciones de movilidad o mejoras en la infraestructura y calidad de servicio que genere cada Gobierno.

Al mismo tiempo, se vuelve indispensable contemplar la necesidad de efectuar labores de vigilancia y control de cumplimiento, de manera que se hagan respetar los cambios implementados sobre las vías.

3 Metodología de diseño

Los proyectos ciclo-inclusivos nacen con objetivos específicos, ya sean por políticas públicas sociales, económicas, ambientales o de transporte de la región. Es de vital importancia tener estos objetivos claros a la hora de iniciar un proyecto.

El desarrollo de una red bien planificada debe identificar las prioridades para mejoras a futuro y posibles expansiones, pero al mismo tiempo ser pragmático en el reconocimiento de oportunidades, restricciones y financiamiento. Diferentes criterios de priorización se pueden utilizar bajo esta premisa:

- Alcanzar un incremento general o a ciertos grupos específicos
- Alcanzar los mayores beneficios en seguridad vial
- Remover barreras que permitan incrementar el número de viajes en bicicleta
- Mejorar los niveles de satisfacción
- Mejorar secciones de carretera en mal estado
- Trabajar con las prioridades de las fuentes de financiamiento disponibles
- Proyectos emblemáticos que exhiban instalaciones atractivas y de alta calidad

El diseño vial ciclo-inclusivo considera todo el espacio disponible y luego analiza cómo este espacio puede redistribuirse para beneficiar a todos los usuarios del espacio público, tanto en proyectos que respondan a una gestión de la calzada, como en proyectos de obra nueva.

A partir de esta premisa, se recomienda la siguiente metodología para llevar a cabo un estudio para el desarrollo de infraestructura ciclista:



Figura 2. Metodología para desarrollo de facilidades ciclistas.

Considerando las definiciones establecidas en el Artículo 2 de la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial (N° 9078), en el cual se le otorga a la bicicleta el calificativo de vehículo, la metodología citada responde a una *gestión del espacio*, de manera que se busca otorgarles a las personas en bicicleta un espacio que cumpla con los seis principios de diseño mencionados en la Introducción.

Una vez establecido el recorrido, es altamente recomendable que el diseñador realice una experiencia de viaje en bicicleta sobre el trazado que ha definido, previo a las labores de inicio, tanto de levantamientos como de diseño, a fin de identificar pros y contras desde la perspectiva del usuario final.

Estudios preliminares

- **Aplicación de encuestas:** El objetivo de las encuestas es caracterizar los viajes actuales que se realizan en la red vial, así como los usuarios existentes; además de conocer el grado de aceptación e impacto percibido por potenciales usuarios (comerciantes y residentes de la zona de influencia del proyecto). La información

recopilada permitirá la identificación de los principales destinos, así como los focos de generación y atracción de viajes.

También es importante un acercamiento con aquellas personas que aún no utilizan la bicicleta, a fin de caracterizar a esta población y conocer las variables que influyen en que se conviertan (o no) en futuros usuarios del proyecto. Esta información será un insumo de gran valor en la toma de decisiones para el diseño de la ciclo facilidad.

La aplicación de encuestas a la población ciclista existente, se llevan a cabo con el objetivo primordial de conocer datos prioritarios de orígenes (O) y destinos (D), por lo que estas se conocen como encuestas O-D. Para este tipo de estudios, se recomienda realizar dichas encuestas “a la orilla de la vía” con el fin de disponer de un número muestral mayor. Ver *Apéndice A: Encuesta de Caracterización de Usuarios* para ejemplo de encuesta.

Para ello, se deben establecer, de previo, sitios estratégicos (llamadas estaciones de control) para llevar a cabo el recuento de ciclistas. Esto con el fin de contabilizar la población existente a partir de la cual se llevará a cabo el cálculo de la muestra necesaria para la aplicación de encuestas en campo.

Para establecer el tamaño de muestra necesario para realizar encuestas, se puede considerar la siguiente fórmula (Acuña, Leiva, Hernandez, Vega, Jimenez, Romero, Zamora, Rojas, & Loría, Salazar, 2016):

$$n \geq \frac{p(1-p)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \frac{p(1-p)}{N}}$$

Donde:

n = número de personas ciclistas a encuestar

p = proporción de viajes con un destino determinado, el valor 0,5 produce el valor mayor de n, es decir el más conservador

e = nivel aceptable de error (expresado como proporción)

z = variable Normal estándar para el nivel de confianza requerido

N = tamaño de la población (flujo de ciclistas observado en el sitio de control durante los periodos pico).

- **Aforos de ciclistas:** El aforo de ciclistas es el insumo principal en la identificación de rutas prioritarias de intervenir, cuando se trata de ofrecer soluciones de infraestructura ciclo-inclusiva a una población establecida. Se recomienda la adquisición de bases de datos de aplicaciones móviles de navegación y alquiler de bicicletas, así como conteos en sitio de ciclistas, para la identificación de recorridos típicos. En las etapas de planificación de recuentos, así como de análisis posterior

de los mismos, es importante considerar los siguientes elementos como posibles barreras que reduzcan la demanda de ciclistas:

- a. Barreras naturales como ríos o montañas
- b. Corredores viales con alta densidad
- c. Desarrollos residenciales impermeables
- d. Áreas peatonizadas que no permiten el uso de la bicicleta
- e. Falta de estacionamiento para bicicletas
- f. Pobre integración al transporte público

Todos estos elementos deben ser identificados, registrados y de ser posible, cuantificados, como parte del análisis de demanda. Desarrollar un mapa de demanda que contenga todas las barreras es de vital importancia para entender los patrones de viaje de las personas ciclistas.

- **Trazado preliminar de la ruta:** Luego de identificar los orígenes y destinos, se deben trazar rutas entre dichos puntos y estudiar su viabilidad según la funcionalidad de las vías. Una vez identificadas las rutas prioritarias, se diseña la infraestructura específica por sección.

Después de identificado el recorrido, se puede aplicar una primera puesta en escena (plan piloto) con la intención de considerar las facilidades de implementación y conocer de previo el desempeño que podría tener una ruta ciclista sobre las vías identificadas.

- **Análisis de accidentabilidad:** Se debe identificar el nivel de riesgo asociado a la zona estudiada, y considerar los sitios con mayor incidencia de forma especial en el diseño de la ciclo ruta. Es de vital importancia contar con registros de al menos cinco años anteriores; estos datos pueden ser consultados en <http://datosabiertos.csv.go.cr/home>. Dicha información se puede suplementar con los datos registrados en los hospitales o centros de atención de la zona.

Identificación de vías aptas

- **Composición del tránsito y flujo peatonal:** Se debe conocer el *volumen vehicular* que transita por las vías en análisis, así como la cantidad de peatones. Además, la *clasificación vehicular* de dicho volumen, es decir, porcentaje de vehículos que pertenecen a una flota de pesados, automóviles y autobuses. Dicha información será de utilidad en la toma de decisiones durante el proceso de diseño.
- **Esquema de velocidades:** Se debe identificar la *velocidad máxima permitida* en la vía, la cual será utilizada para la elección de la infraestructura vial que corresponderá implementar en el proyecto. Para casos en los que no exista claridad respecto a la velocidad máxima permitida de la vía, se deberá recurrir a la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, quien será la encargada de establecer dicho valor. En caso de que el diseñador así lo desee, podrá comprobar que la *velocidad de operación* (percentil 85) no supere la velocidad máxima demarcada, mediante un estudio de

velocidades. Esto le permitirá identificar la necesidad de aplicar y/o recomendar medidas de tráfico calmado en las vías involucradas en el trazado de la ruta.

- **Funcionalidad de la vía:** Entre los aspectos a considerar se tiene: sentidos de circulación, zonas de estacionamiento, cantidad de carriles, paradas de autobús y de taxi, recorridos de transporte público, así como zonas de carga y descarga. Además, se deben considerar aspectos adicionales sobre el mapeo de las vías como cantidad y ubicación de biciparqueos, zonas existentes de tráfico calmado, zonas peatonizadas y sitios de intercambio masivo de pasajeros.
- **Levantamiento geométrico:** Como requerimiento básico, se debe conocer el derecho de vía disponible a partir de mediciones en campo, las cuales también permitirán la identificación del estado de las aceras, así como de la superficie de ruedo, y la señalización vial existente. Es importante recordar que, para la circulación vehicular, cada carril debe contar con un ancho mínimo de 3,00 m libres, mientras que los espacios de estacionamiento abarcarán 2,00 m medidos desde la cuneta.
- **Oportunidades de nuevos enlaces:** Se deben considerar sitios que permitan generar enlaces con el proyecto de infraestructura ciclista, tales como nuevos desarrollos, rutas recreativas (ej.: a través de parques), líneas de tren en desuso, aceras y senderos, entre otros.

Análisis operacional de los puntos de conflicto

- La ejecución de *recuentos vehiculares* permite contar con información necesaria para llevar a cabo *modelaciones* a fin de analizar el impacto vial generado por la redistribución del espacio entre usuarios, así como un planteamiento de medidas de mitigación al efecto generado.

Diseño e implementación de soluciones

- **Elección de tipo de infraestructura ciclista:** Deberá darse basada en las condiciones observadas en cada sección de la ruta, de la mano de los estudios preliminares llevados a cabo. Una misma ruta puede estar conformado por varios tipos de infraestructura, según varíen las condiciones a lo largo del trazo. La configuración de una vía podrá ser modificada en casos donde sea necesario para habilitar infraestructura ciclista que cumpla con los seis principios de diseño. Por ejemplo, podría reducirse el ancho y la cantidad de carriles para vehículos motorizados, o reducirse la velocidad operativa mediante medidas de tráfico calmado. De no ser posible la adaptación de la vía para incluir la infraestructura ciclista, se modificará el tramo en cuestión, en un proceso iterativo de búsqueda de vías aptas para la conformación total de la ruta.
- **Confección de planos de diseño e informe final:** Cada proyecto debe contar con planos de diseño que permitan llevar a cabo su ejecución. El detallado de los

misimos debe responder a toda la información recolectada de las visitas a campo, considerando todos los pormenores existentes y las intervenciones necesarias. Deberán incluirse láminas de detalle, así como especificaciones técnicas de todos los elementos de diseño incluidos en el recorrido de la vía ciclista. Entre ellos:

- a. Planos de levantamiento topográfico
- b. Planos de trazo geométrico (diseño de intersecciones y en su caso elementos de confinamiento de la vía ciclista)
- c. Planos de señalización (horizontal y vertical)
- d. Planos de control de obra (cuando aplique)
- e. Planos de semáforos (cuando ya existan intersecciones controladas por este tipo de dispositivos se deben incluir fases peatonales y ciclistas)
- f. Planos de paisaje: vegetación, mobiliario urbano, pavimentos, entre otros.

Como documentación complementaria, es importante considerar la elaboración de un informe final que evidencie el criterio técnico utilizado en la toma de decisiones, así como cualquier memoria de cálculo desarrollada en el proceso.

- Implementación de la infraestructura y supervisión de obra: una vez establecido el presupuesto para la puesta en marcha del proyecto, se debe asegurar el cumplimiento de los parámetros de diseño, mediante supervisión y control.

Seguimiento

- **Obras de mantenimiento:** una vez implementado el proyecto, es importante considerar una asignación presupuestaria para la ejecución de obras de mantenimiento. Esto puede incluir re-demarcación, sustitución de señalización y separadores físicos, superficie de ruedo, entre otros.
- **Mejora continua:** bajo la premisa de que el desarrollo de una red de vías ciclistas no es algo estático, se vuelve indispensable realizar un monitoreo anual del uso de la infraestructura que permita cuantificar el crecimiento de usuarios (demanda) mediante recuentos, así como posibles modificaciones al trazo de la red existente, ya sea para mejorar conectividad a los destinos proyectados, o abrir nuevas conexiones a otros destinos. Una de las estrategias requeridas para el monitoreo se compone del desarrollo de indicadores que permitan medir la demanda, así como los niveles de satisfacción de los usuarios.

4 Tipos de infraestructura ciclista

El desarrollo de facilidades ciclistas implica una redistribución del espacio vial para albergar a los diferentes usuarios en un espacio adecuado, cuando se refiere al uso de vías existentes. Esta acción puede implicar ajustes sobre el ancho de los carriles o la eliminación de carriles de circulación o zonas de estacionamiento para destinar dicho espacio al tránsito de bicicletas. La intervención siempre se realizará sobre la calzada y, por ningún motivo se podrán eliminar espacios para la circulación de peatones o utilizar las medianeras de una vía para colocar infraestructura ciclista.

Los tipos de infraestructura ciclista pueden agruparse en cuatro tipos (ver Cuadro 1):

- **Compartida:** carriles con tránsito compartido de ciclistas y choferes de vehículos automotores, para vías con velocidad vehicular máxima permitida de treinta kilómetros por hora (30 km/h) y una circulación vehicular máxima de 4.000 vehículos motorizados por día. Es recomendable la ejecución de medidas que pacifiquen el tránsito, asegurando que la velocidad de operación no supere los 30 km/h. Este tipo de solución para la infraestructura también es conocido como carril compartido (ver Figura 3).

Nunca se debe habilitar un carril compartido en vías con pendientes en ascenso, debido a que la velocidad de la persona ciclista es muy baja en relación con la de los choferes, lo cual incentiva adelantamientos inseguros por parte de los choferes.

Cuando el ancho de la calzada en una vía bidireccional con pendiente sea insuficiente para habilitar infraestructura demarcada o segregada a ambos lados, se debe habilitar un carril compartido cuesta abajo y un carril de ascenso (modalidad segregada) cuesta arriba.

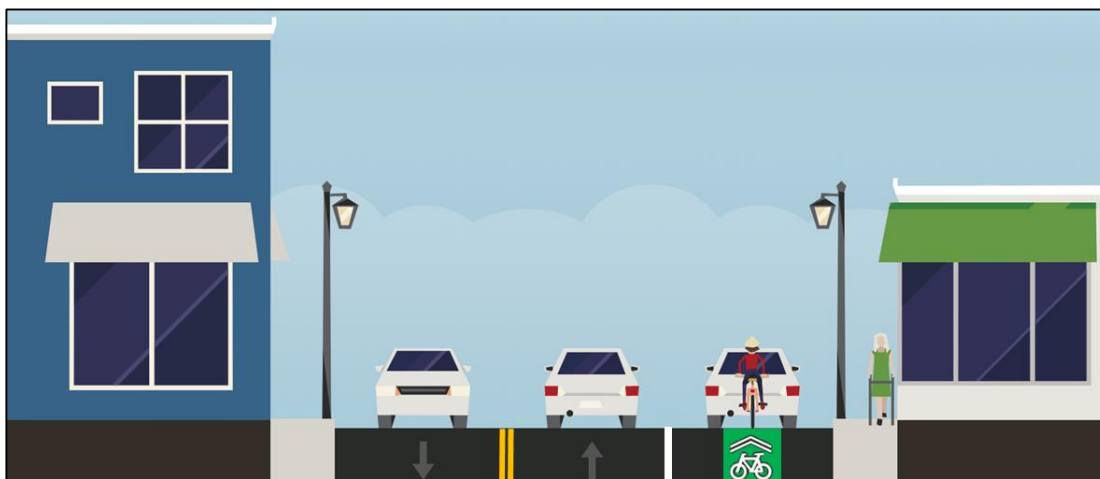


Figura 3. Facilidad compartida.

- **Demarcada:** carril debidamente demarcado y señalizado para tránsito exclusivo de bicicletas (y peatones, en ausencia de aceras). Se habilita en vías con un volumen máximo de 4.000 vehículos motorizados por día y una velocidad máxima de cuarenta kilómetros por hora (40 km/h) (ver Figura 4).

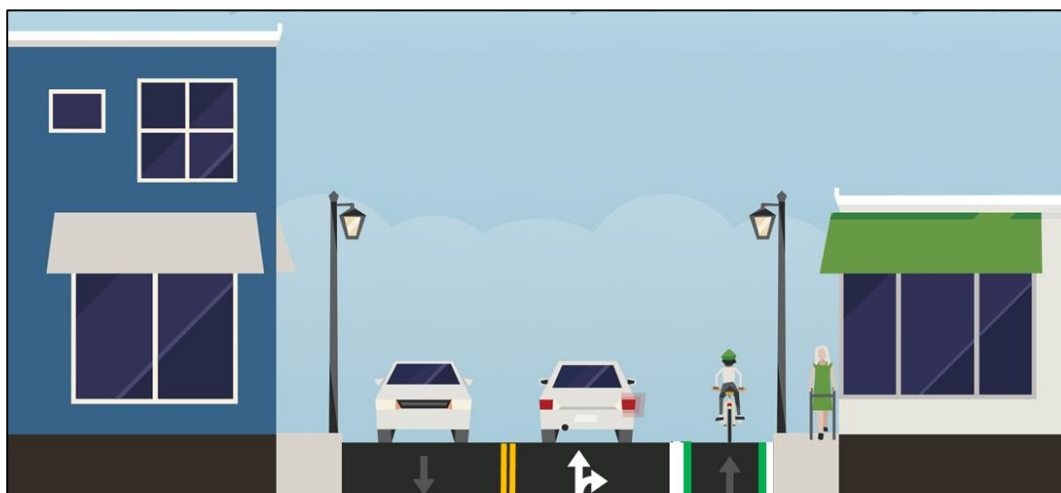


Figura 4. Facilidad demarcada.

- **Segregada:** carriles demarcados con pintura y/o separación física, los cuales pueden estar en interacción con el flujo vehicular en intersecciones y demás intercambios

Tipo 1: Este tipo de infraestructura es recomendable para vías con velocidades máximas permitidas mayores a 40 km/h y menores a 60 km/h. Debe contar con separación física tipo bordillo (ver Figura 5). Este bordillo podrá ser reemplazado por una zona verde, por un desnivel entre calzadas o por estacionamiento. En caso de utilizar estacionamiento como elemento separador, se deberá establecer una zona de amortiguamiento para resguardar a la persona ciclista de portazos (ver Figura 6).

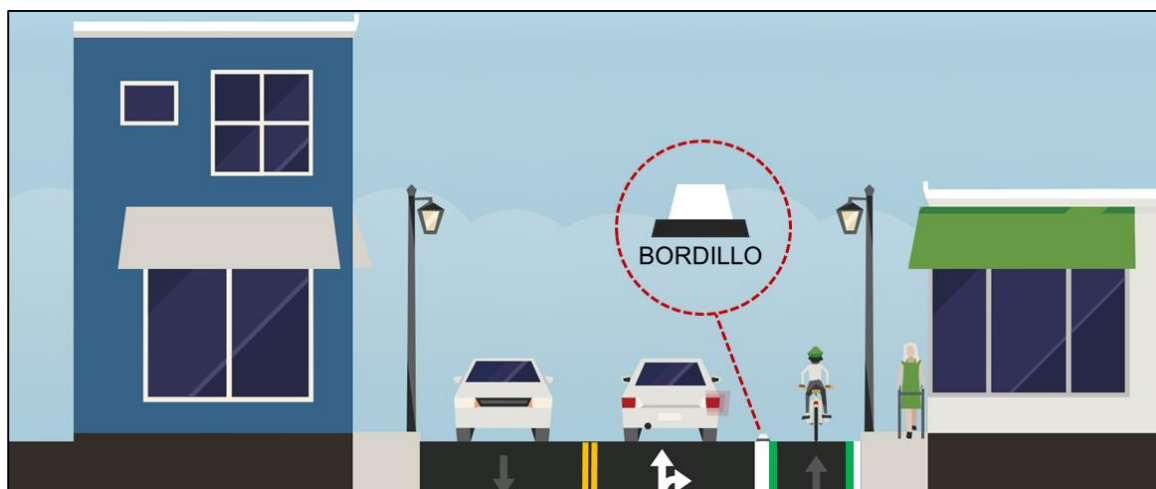


Figura 5. Facilidad segregada Tipo 1.



Figura 6. Facilidad segregada Tipo 1 con estacionamiento.

Tipo 2: Este tipo de infraestructura es recomendable para vías con velocidades máximas permitidas superiores a los 60 km /h. Debe ser construida respetando el ancho mínimo de la zona libre necesaria (ZLN), la cual es conocida como la distancia medida desde uno de los bordes de la vía hacia el margen correspondiente, necesario para que, después de salirse de la vía, un conductor pueda reconducir o detener su vehículo de manera segura -sin volcarse ni colisionar contra algún obstáculo peligroso- (Manual SCV, 2011) (ver Figura 7).



Figura 7. Facilidad segregada Tipo 2, con zona libre necesaria.

En caso de que este espacio no esté disponible, se debe colocar un sistema de contención vehicular, correspondiente a las condiciones del sitio (ver Figura 8). La finalidad de estos sistemas es reducir la gravedad de las consecuencias de los accidentes por salida de la vía, tanto para los ocupantes del vehículo como para otros usuarios de la vía y terceros situados en las proximidades.

El sistema de contención vehicular deberá ser diseñado conforme la metodología expuesta en el Manual SCV: *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras* (2011).

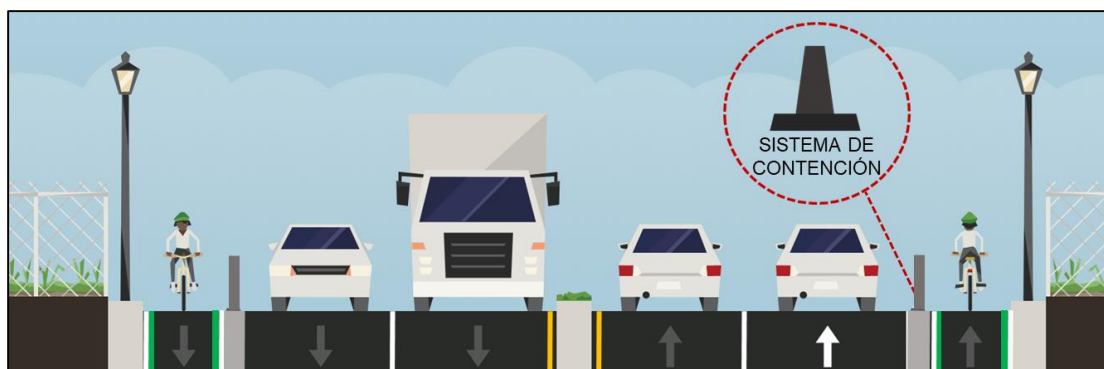


Figura 8. Facilidad segregada Tipo 2, con sistema de contención.

El uso de elementos para la separación física debe adecuarse a las circunstancias de uso de la vía, de manera que ante la presencia de accesos a casas de habitación o diferentes establecimientos, dichos elementos no entorpezcan la posibilidad de ingreso y salida a los mismos. Para ello, se debe suprimir el elemento separador tanto en intersecciones como en accesos vehiculares.

- **De trazo independiente:** consiste en carriles independientes para bicicletas, completamente aislados del flujo vehicular. Típicamente se emplazan en parques, zonas verdes o residenciales. Se permite la circulación de cualquier medio de movilidad activa, con una restricción de velocidad máxima de circulación de 30 km/h (ver Figura 9). Ver Sección 7.4 para combinación de peatones y ciclistas.

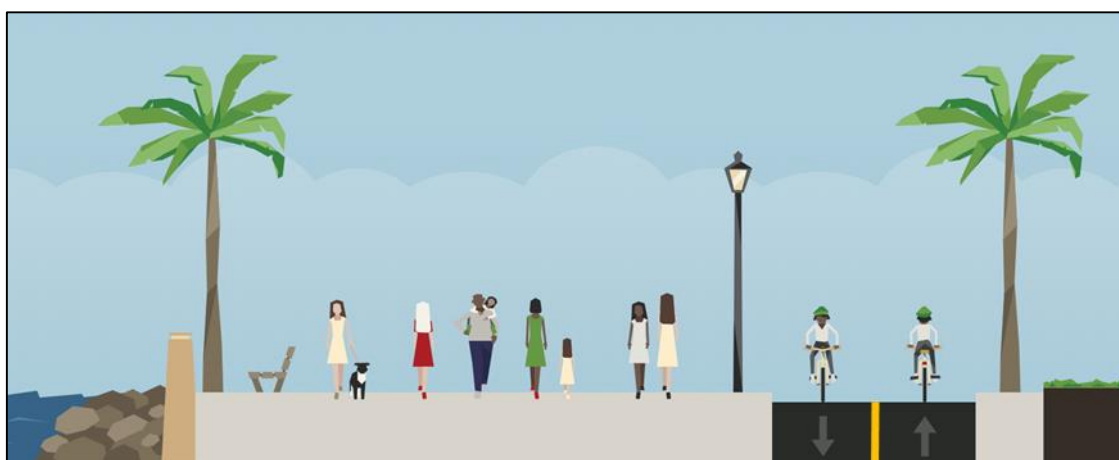


Figura 9. Facilidad de trazo independiente.

La construcción de infraestructura ciclista se debe planear como una *red ciclista*, en lugar de una ruta aislada. Una red completa multiplicará los destinos atendidos y reducirá los tiempos de traslado, además de aumentar rápidamente la cantidad de viajes en bicicleta.

Es recomendable que dicha red sea concebida bajo un plan maestro que permita atender por etapas el desarrollo del proyecto. Estas deberán construirse en un tiempo relativamente corto (de dos a cinco años). En el caso de centros urbanos, la red ciclista planteada en el plan maestro se debe ejecutar priorizando las vías arteriales y distribuidoras, caracterizadas alta velocidad y volumen de vehículos motorizados, y por ende más riesgosas para las personas en bicicleta.

Cuadro 1. Tipo de infraestructura según velocidad y volumen vehicular.

Velocidad Máxima Vehicular (km/h)	Volumen Vehicular Motorizado (Máximo Diario)	Tipo de Infraestructura Ciclista
30	4.000	Carril compartido
≤40	4.000	Demarcada
>40 ≤ 60	No aplica	Segregada Tipo 1
> 60	No aplica	Segregada Tipo 2
No aplica	No aplica	Trazo Independiente

5 Modalidades de circulación

La bicicleta como medio de transporte cotidiano trae grandes beneficios al entorno urbano. Su presencia genera un comportamiento vial más calmado. Esto hace de la ciudad un espacio más seguro y caminable, estimulando la movilidad a pie, que a su vez hace de la ciudad un espacio más seguro y caminable, resultando en un círculo virtuoso y autopotenciado.

En vías con características de flujo y velocidad específicos, es de práctica común establecer carriles compartidos en donde se restrinja la velocidad a 30 km/h.

A continuación, se detallan algunas características base para el establecimiento de circulación en las diferentes modalidades.

5.1 Señalización típica en modalidad compartida

La señalización específica para el uso compartido de vías es conocida bajo el nombre de *sharrow*, y consiste en dos cabezas de flecha acompañadas de una bicicleta (ver Figura 10). Como se observa, esta demarcación permite la orientación del usuario a partir de la disposición de las flechas.

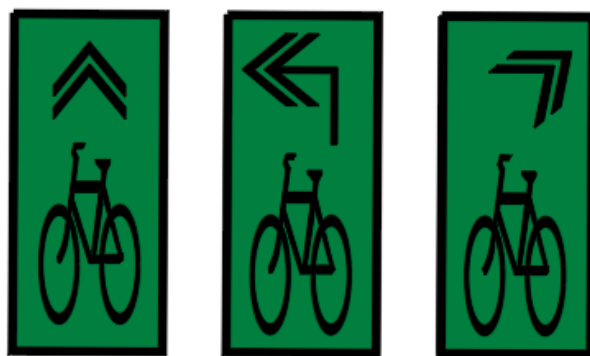


Figura 10. Señalización tipo “sharrow”.

Los carriles compartidos, identificados con un *sharrow*, son de uso común en tramos angostos donde resulta inviable habilitar un ciclo carril demarcado o segregado. Debido a que el *sharrow* indica la posición lateral recomendada para la persona ciclista dentro del carril compartido, son útiles en tramos con obstáculos marginales como vehículos estacionados, paradas de autobús, tragantes o pavimentos en mal estado, porque permiten posicionar a la persona ciclista lejos de dichos obstáculos.

En tales casos, el *sharrow* le permite a la persona ciclista “tomar el carril” para disuadir a los automovilistas de rebasar demasiado cerca. La señal invita a la persona ciclista a situarse en la posición que, por diseño, se considera más segura y advertir a los choferes atrás que la persona ciclista tiene derecho a viajar en el centro del carril, condición permitida según el inciso f) del artículo 119 de la Ley N° 9078: Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial.

Al colocar esta demarcación en medio del carril, fomenta a la persona ciclista situarse en dicha posición, y advertir a los vehículos de que la persona ciclista tiene derecho a viajar en el centro del carril, condición permitida según lo establecido en el inciso o) del artículo 5 de la Ley N° 9660: Ley de Movilidad y Seguridad Ciclística.

A diferencia de los carriles exclusivos para bicicleta (donde los conductores no están autorizados a estacionar, detenerse o conducir), los *sharrows* se utilizan en los carriles que son compartidos por los automovilistas y ciclistas. Estos carriles de circulación compartida no tienen una línea blanca que indica una zona separada para el tránsito de la bicicleta, sino que la demarcación se encarga de posicionar a la persona ciclista, a la vez que alerta al conductor de la presencia de este tipo de usuario, y le indica el comportamiento a seguir (ver Figura 11).

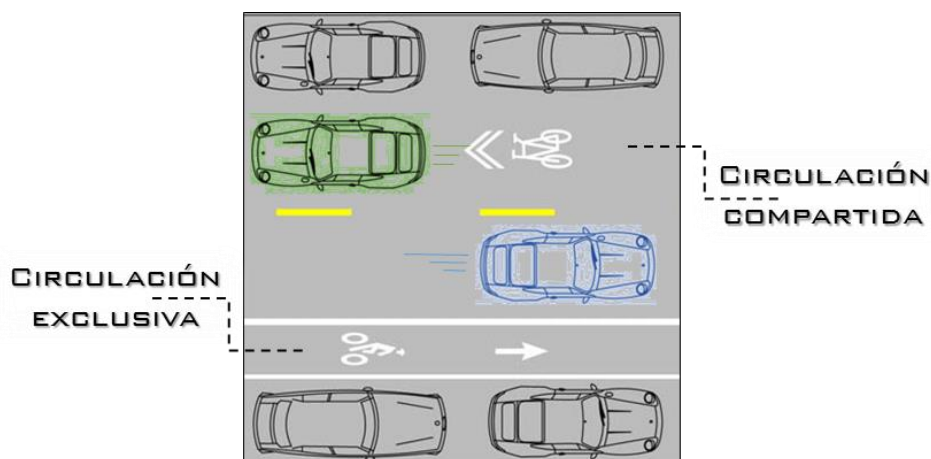


Figura 11. Carril compartido vs carril exclusivo.

Los *sharrows* no suelen ser utilizados para carriles compartidos en calles urbanas, donde las condiciones permiten que las personas ciclistas viajen seguros, sin la necesidad de adicionar las marcas en el pavimento. Por tanto, la ausencia de estos pictogramas en la vía no implica la prohibición de que una persona ciclista viaje por la misma.

5.2 Circulación por la izquierda

El emplazamiento de ciclovías en el lado izquierdo de la calle es una de las herramientas de diseño comúnmente utilizada en el desarrollo de facilidades para ciclistas. Esta configuración es utilizada para facilitar la interacción entre los usuarios, así como generar un componente adicional de seguridad a dicha interacción (ver Figura 12).

Está reservada únicamente para casos en los que la circulación por la derecha represente una serie de inconvenientes que se solucionen al colocar la infraestructura al lado izquierdo.

Entre los beneficios de habitar facilidades ciclistas por la izquierda se tiene (NACTO, 2011):

- Mejora la visibilidad ciclista por los automovilistas haciendo que la ciclovía esté del lado del conductor.
- Proporciona una configuración consistente en lugares donde los carriles de la derecha están sujetos a utilizarse como estacionamiento u otros usos flexibles.
- Minimiza los conflictos con puertas en zonas de estacionamiento, debido a un menor número de aperturas de puertas en el lado del pasajero.
- Menos conflictos de autobuses y camiones, ya que la mayoría de paradas de autobús y zonas de carga/descarga están al lado derecho de la vía.
- Minimiza conflictos con vehículos entrando y saliendo de accesos al lado derecho.
- Aprovecha la disponibilidad de climatización en casos en los que la vía cuenta con medianeras arborizadas.

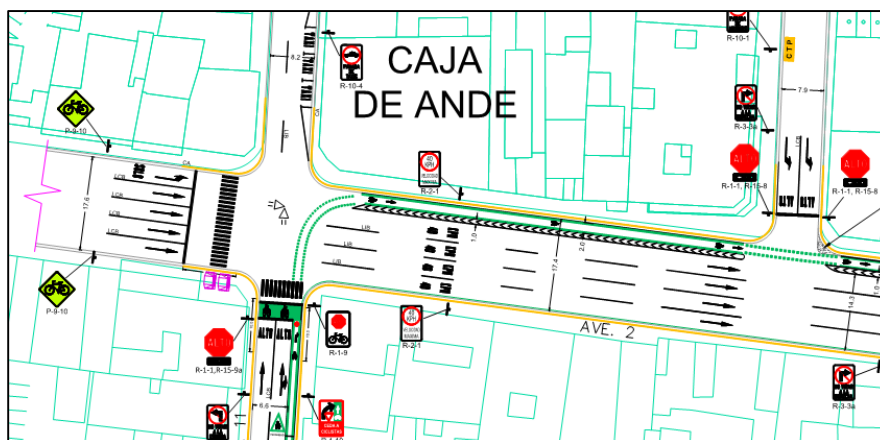


Figura 12. Circulación por la izquierda

La siguiente figura muestra un ejemplo del beneficio de emplazar la vía ciclista a la izquierda. Para este caso, dado en San José, esta modalidad de circulación permite evitar conflictos con la línea férrea, la cual se ubica del lado derecho. Además, facilita el posicionamiento de la persona ciclista para continuar sobre la ruta ciclista, la cual se aleja hacia la izquierda del trazo de la Ruta Nacional N° 2.



Figura 13. Escenario de ventajas con circulación a la izquierda.

5.3 Circulación ciclista en doble sentido (Bidireccionalidad)

A fin de crear facilidades para que las personas ciclistas puedan optimizar su movilidad, una práctica ampliamente utilizada es diseñar atajos permitiendo la circulación ciclista en contraflujo en ciertas vías (principio conocido como permeabilidad filtrada a favor de la persona ciclista). Si el ancho de las vías lo permite y la circulación para automotores es de un sentido, la vía puede convertirse en una calle bidireccional para ciclistas y unidireccional para choferes.

La modalidad se puede habilitar mediante una ciclo ruta bidireccional y un carril unidireccional para automotores, o bien un ciclo carril unidireccional en uno de los sentidos y un carril compartido en el otro. La Figura 14 ilustra los escenarios citados anteriormente. Nótese que la presencia de línea amarilla aclara la existencia de doble sentido de circulación.

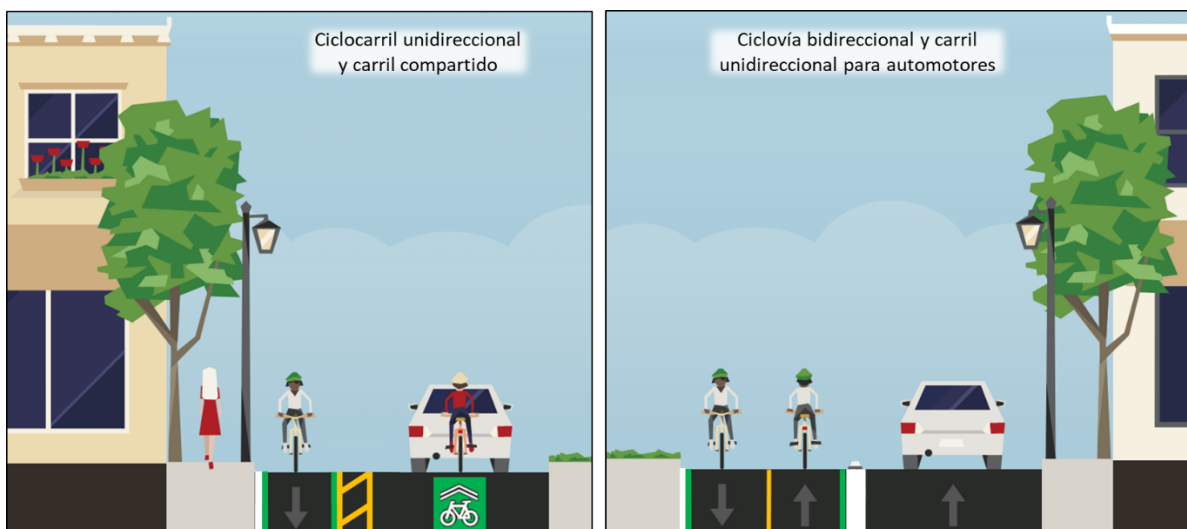


Figura 14. Modalidades para habilitación de bidireccionalidad.

La circulación ciclista bidireccional se puede favorecer mediante diferentes tratamientos a la infraestructura, así como una normativa y señalización adecuada en las vías. Esta práctica de vías ciclistas en contraflujo se recomienda únicamente en calles unidireccionales, siempre que la intensidad del tránsito automotor sea menor a 600 vehículos/hora y la velocidad de circulación sea de hasta 50 km/h (Instituto para políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

La opción bidireccional puede ser aceptable cuando se den los siguientes factores o una combinación de los mismos:

- Evita cruzar la vía.
- Acorta la ruta para ciclistas y/o ofrece una forma lógica de reducir la distancia que se debe viajar (Crow, 2011).
- No hay espacio suficiente para una ciclovía en ambos lados de la calle.
- Existan tramos de gran longitud sin intersecciones intermedias.
- La calidad ambiental o el atractivo para las personas que utilizan la bicicleta están claramente volcados en uno de los laterales de la vía.
- La conexión con los tramos precedentes o posteriores se pueda realizar de modo más seguro y adecuado en un solo cruce bidireccional.

Entre las ventajas de esta modalidad se tiene:

- Menor costo de ejecución y mantenimiento en relación con las vías unidireccionales.
- Si hay pocos ciclistas, mayor espacio disponible para circular en paralelo.
- Se requiere menos espacio vial para su implementación.

Por otro lado, también presenta las siguientes desventajas:

- Son inadecuadas en trayectos con muchas intersecciones, ya que multiplican los puntos de conflicto.
- Presenta mayor dificultad para el cruce peatonal de la vía ciclista.
- Pueden reducir la capacidad del flujo vehicular en las intersecciones.
- Ofrecen menor capacidad que las vías unidireccionales.
- Requieren de una mayor segregación.
- Generan posibilidades de choque frontal entre ciclistas.

Al diseñar una sección bidireccional, se debe considerar con detalle la visibilidad disponible en la vía para ambos sentidos, brindando especial atención al nuevo sentido de circulación que será habilitado. Si dicha visibilidad se encuentra restringida en sitios específicos del recorrido, será tarea del diseñador comunicar esta condición a los usuarios a través de su diseño, haciendo uso de mayor señalización o eliminando obstáculos ubicados en el campo de visión.

El emplazamiento de ciclovías bidireccionales debe llevarse a cabo en apego a la normativa de circulación vehicular vigente en Costa Rica, donde la conducción vehicular es por la derecha (volante a la izquierda).

Lo anterior implica que el emplazamiento de esta modalidad de circulación debe ir del lado izquierdo de la circulación vehicular, para evitar que haya vehículos (incluido bicicletas) circulando (en sentido contrario) del lado derecho, tal como se muestra en la siguiente figura.

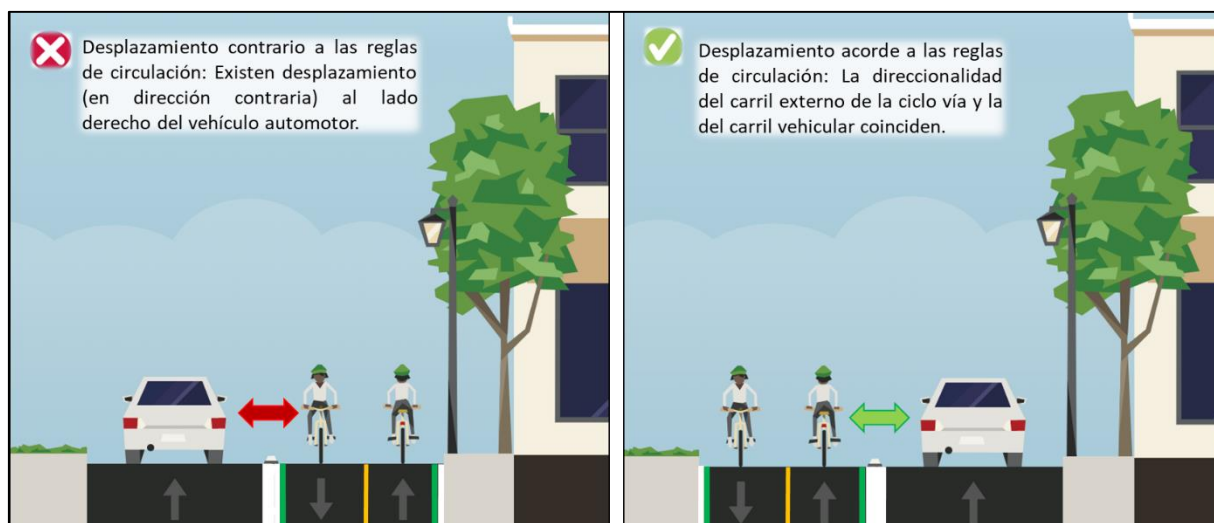


Figura 15. Emplazamiento de ciclovías bidireccionales.

6 Criterios geométricos

6.1 Ancho Mínimo

El ancho mínimo de un ciclo carril es 1,40 m. Esta dimensión permite movimientos evasivos y maniobras. Sin embargo, la infraestructura siempre debe facilitar la interacción entre ciclistas para maniobras de adelantamiento o rebases, razón por la cual se debe procurar un ancho de 1,60 m para un ciclo carril o ciclovía unidireccional, y de 2,60 m para un ciclo carril o ciclovía bidireccional, tal y como se muestra en la Figura 16.

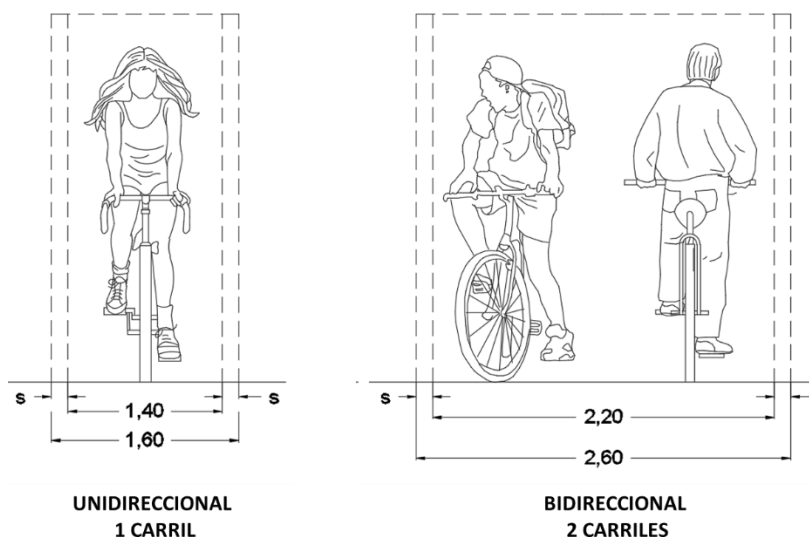


Figura 16. Anchos de ciclovía según cantidad de carriles y direccionalidad.

En cuanto a la presencia de triciclos y/o bicicletas de carga, se debe evaluar adecuadamente para cada proyecto la necesidad de dimensionar la vía ciclista para la circulación de este tipo de bicicletas, ya que una mayor dimensión de la vía restringe las posibilidades de integración en la vía pública cuando el espacio disponible es limitado (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016).

Para aquellos casos en los que exista disponibilidad de espacio, se recomiendan los siguientes anchos para la infraestructura ciclista que incluya la circulación cómoda de triciclos (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Dimensionamiento para carriles de circulación según presencia de usuarios y direccionalidad.

		Unidireccional (m)	Bidireccional (m)
Sin circulación de triciclos	Mínima	1,40	2,20
	Recomendable	1,60	2,60
Con circulación de triciclos	Mínima	1,50	2,70
	Recomendable	1,70	3,20

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

6.2 Velocidad y Pendientes

La velocidad de diseño con la cual se proyecte la vía ciclista determina el radio y el peralte de las curvas, distancias de señalización y el ancho de la misma. Bajo condiciones normales (buenas condiciones climáticas, terreno plano y pavimentado) la velocidad de diseño¹ posee un valor típico de 30 km/h para entornos urbanos y 40 km/h para entornos interurbanos; y en ningún caso debe ser menor a 12 km/h. Lo anterior para garantizar la estabilidad de la persona ciclista.

Sin embargo, pueden darse escenarios con pendiente de *descenso* en los que se vuelve necesario modificar dicha velocidad a fin de brindar mayor seguridad a la persona ciclista. El siguiente cuadro muestra las variaciones recomendadas.

Cuadro 3. Variación de la velocidad de diseño en función de la pendiente de descenso.

Pendiente* (%)	Longitud (m)		
	25-75	75 -150	Más de 150
> 3 a ≤ 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
> 5 a ≤ 8	40 km/h	50 km/h	55 km/h
> 8	45km/h	55 km/h	60 km/h

* El valor medido deberá redondearse al entero más cercano.

Fuente. Adaptado de (ITDP, 2011).

De igual manera, en pendientes de *ascenso* se requieren modificaciones al diseño para dotar de mayor seguridad a la persona ciclista, debido al vaivén que este puede experimentar al pedalear. El Cuadro 4 muestra el sobre ancho requerido en estos escenarios.

Cuadro 4. Sobre ancho requerido en pendientes de ascenso.

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25-75	75 -150	Más de 150
> 3 a ≤ 5	-	20 cm	30 cm
> 5 a ≤ 9	20 cm	30 cm	40 cm
> 9	30 cm	40 cm	50 cm

* El valor medido deberá redondearse al entero más cercano.

Fuente. Adaptado de (ITDP, 2011).

Además, para la consideración del diseño por pendientes de *ascenso*, estas deben reducirse al mínimo, especialmente en recorridos largos. Pendientes mayores que 5% son poco deseables porque el ascenso es difícil para muchos ciclistas y los descensos causan que algunos ciclistas excedan las velocidades a las que son competentes o cómodas.

En algunos caminos de uso común, donde el terreno así lo dicta, el diseñador puede que tenga que superar el grado de 5% recomendado para bicicletas en algunas secciones cortas. Como guía general, la AASHTO (1999) recomienda las siguientes restricciones de pendiente, así como las longitudes en las que se deben presenciar dichas pendientes (ver Figura 17):

¹ Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao, S 2.1.2

- 5-6 % para un máximo de 240 m
- 7 % para un máximo de 120 m
- 8 % para un máximo de 90 m
- 9 % para un máximo de 60 m
- 10 % hasta 30 m
- 11 % + de hasta 15 m

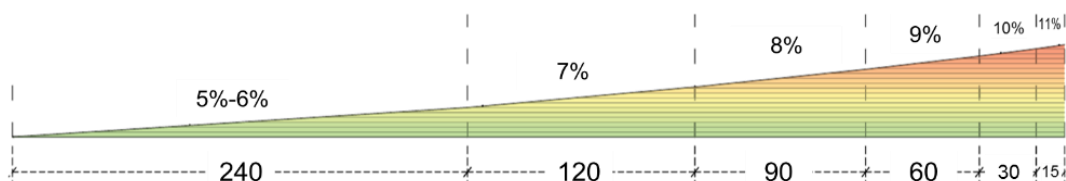


Figura 17. Distancias de desarrollo para variación de pendientes.

Fuente. (Dirección General de Obras Públicas de Zapopan)

Cabe destacar que para aquellos proyectos en los que se gestiona el proyecto sobre una vía existente, la pendiente será la de la vía sobre la que se construye la vía ciclista. Por tanto, se debe procurar cumplir al máximo con lo dispuesto anteriormente, eligiendo de manera adecuado los recorridos.

6.3 Peralte y Radio de giro

El peralte es una de las herramientas de diseño que colaboran en la reducción del radio de curvatura, elevando la parte exterior de la misma. Sin embargo, se recomiendan valores máximos de 12%, ya que se puede percibir incomodidad por inclinación. En general, se recomienda un valor entre el 2 % y 5%, para un buen drenaje.

Por otro lado, para una vía ciclista bidireccional con pendiente superior al 4%, el peralte no debe exceder 8% a fin de facilitar el ascenso del ciclista (ITDP, 2011).

Para determinar el radio mínimo requerido en una curva, se puede emplear la siguiente ecuación:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

donde,

R: radio de la curva (m)

V: velocidad de diseño (km/h)

e: peralte (en %/100)

f: coeficiente de fricción

En superficies duras como el asfalto, concreto, o adoquín, el coeficiente de fricción será calculado mediante la siguiente ecuación, mientras que, para superficies con material suelto, dicho valor puede reducirse a la mitad, a fin de calcular el radio de giro mínimo requerido en una curva.

$$f = 0,38 - \frac{V}{300}$$

donde,

f: coeficiente de fricción

V: velocidad de diseño (km/h)

El fenómeno experimentado por las personas ciclistas en curvas estrechas (menores a 32 m) hace que este se incline al entrar a la curva, provocando una pérdida de control. Para evitarlo, se debe dotar la curva de un sobre ancho en su interior. Para ello, se pueden emplear los valores de referencia citados a continuación:

Cuadro 5. Sobre ancho recomendado para interior de la curva.

Radio de la curva	Sobre ancho requerido (para pendientes entre 0% y 3%)
24 a 32 m	25 cm
16 a 24 m	50 cm
8 a 16 m	75 cm
0 a 8 m	100 cm

Fuente. (ITDP, 2011)

6.4 Distancia de visibilidad

El requerimiento de visibilidad a partir de la detección de obstáculos en la vía está definido por la siguiente ecuación:

$$S = \frac{V^2}{255(G + f)} + 0,694 V$$

donde,

S: distancia de visibilidad (m)

V: velocidad de diseño (km/h)

f: coeficiente de fricción

G: pendiente (%)

En presencia de curvas horizontales se debe considerar adicionalmente una zona libre de obstáculos que permita contar con un campo visual seguro para la persona ciclista. Para ello, se debe calcular un despeje lateral mediante la siguiente ecuación:

$$M = R [1 - \cos(28,65 * S/R)]$$

donde,

M: despeje lateral, medido desde el centro de la línea del carril interior (m)

S: distancia de visibilidad (m)

R: radio en el centro del carril interior (m)

Para el caso de vías ciclistas bidireccionales, el despeje lateral se basa en el carril de descenso. Por ello, se recomienda que el campo de visión sea igual a dos veces la distancia de parada (ITDP, 2011), esto con el fin de reducir el riesgo a colisiones frontales. Para casos en los que esta distancia es imposible de otorgar, se recomienda señalización horizontal para advertir la prohibición de rebase en dicha sección.

7 Diseño de intervenciones físicas

Según estudios realizados (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile, 2015), las intervenciones con demarcación y señales no superan el 30% de efectividad, en la reducción de atropellos. En cambios, las medidas físicas pueden llegar al 70% de reducción. A continuación, se detallan opciones básicas para la intervención construida, las cuales inducen a un tráfico calmado, efecto que contribuye a la seguridad vial de usuarios no motorizados.

7.1 Desviadores de Tránsito

Los desviadores de tránsito son islas construidas utilizadas para obligar a la reducción de la velocidad al aproximarse a las intersecciones. Dentro de las bondades de su implementación se tiene:

- Reducción de longitud de cruce para peatones: Esto asegura menores tiempos de exposición al tránsito.
- Reducción de la velocidad vehicular: El estrechamiento que generan las islas tiende a reducir la velocidad de los vehículos pues obligan a que los choferes giren con un radio más estrecho.
- Aumento en visibilidad de usuarios: Se mejora la visibilidad de los peatones respecto a los vehículos y las personas en bicicleta y viceversa.

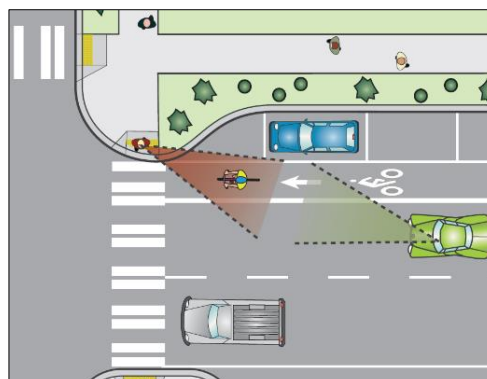


Figura 18. Desviador de tránsito
Fuente. Oregon DoT, 2011.

El uso de islas se presenta como herramienta para ajustar los radios de giro, así como una canalización adecuada y segura de los diferentes flujos. Estos elementos pueden ser desarrollados tanto de forma construida, como con pintura.

También pueden ser utilizadas como extensiones de cuneta o islas independientes para regular el paso de vehículos motorizados en ciertas direcciones (ver Figura 19). Este tipo de desviador puede estar diseñado para evitar giros a la derecha o izquierda, para bloquear el paso directo y obligar el giro a la derecha o a la izquierda, o crear una intersección en "T".

En todos los casos, el diseño hecho para la exclusión de flujos debe permitir que ciclistas y peatones accedan a través del cierre. Cuando en el diseño se disponga de bolardos para la exclusión, estos deberán ser removibles para permitir el paso de vehículos de emergencia.

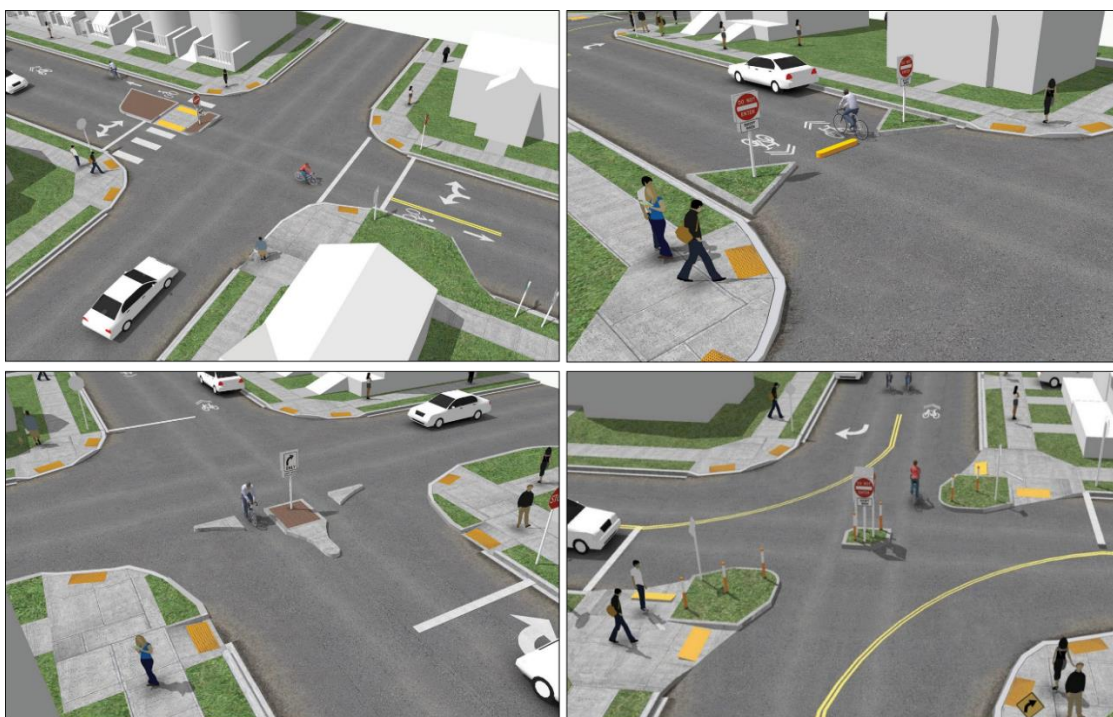


Figura 19. Desviador de tránsito para exclusión de flujos motorizados.

Fuente. <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bicycle-boulevards>

Las intersecciones donde se implementen extensiones construidas no deberán adicionar complicaciones a los diferentes tipos de vehículo (bus, camión, liviano). La Figura 20 muestra un ejemplo visual de lo descrito anteriormente.



Figura 20. Fotomontaje de isla construida.
Fuente. Zumbado, 2016.

Por otro lado, en aquellas intersecciones donde exista presencia de ruta de bus, y el espacio no sea adecuado para el emplazamiento de extensiones construidas, la intersección podrá ser intervenida con la tipología de extensión de cuneta pintada. Cabe destacar que esta tipología se diferencia de aquellas islas de canalización típicas del diseño vial general, ya que su finalidad es generar una afectación directa al radio de giro desarrollado por los usuarios de vehículo motorizado.

7.2 Ajustes sobre el radio de giro

El radio de giro es una medición que describe la capacidad de un determinado vehículo para girar. Cuando se emplazan facilidades ciclistas, esta medida debe ser ajustada, de manera que el radio de giro original se desplace en forma paralela desde la acera a la calzada, hasta coincidir con el borde externo de la segregación (ver Figura 21).

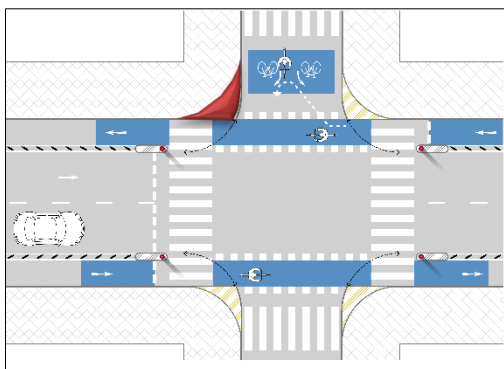


Figura 21. Radio de giro ajustado
Fuente. MINVU Chile, 2015.

Esto permite dar mayor seguridad a quienes van en bicicleta al obligar a los choferes de vehículos motorizados a girar desde el borde externo de la vía ciclista lo que, además, permite ganar espacio peatonal (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile, 2015). Para que el viraje se realice a baja velocidad se sugiere que el radio de giro sea el menor posible para una velocidad de diseño de 30 km/h, según el tipo de vehículo considerado. Se

debe marcar el límite del radio de giro en ciclo carriles para hacer efectivo el radio y evitar invasiones.

7.3 Otras consideraciones

Al momento de diseñar, se podría incurrir en la necesidad de remover obstáculos que se encuentren en el carril ciclista. Entre estos, drenajes con posicionamiento inadecuado, mobiliario urbano que deba ser reubicado, así como postes de electricidad (ver Figura 22).

La presencia de vegetación genera valor agregado sobre el recorrido, ya que conforman un efecto regulador sobre el clima, lo cual protege a la persona ciclista de la luz solar, proporcionando así, un viaje más placentero. Sin embargo, es importante tener presente que estos deberán recibir un mantenimiento adecuado para controlar la altura libre, la cual deberá ser como mínimo de 2,5 metros, de manera que permita el libre paso de la persona ciclista.

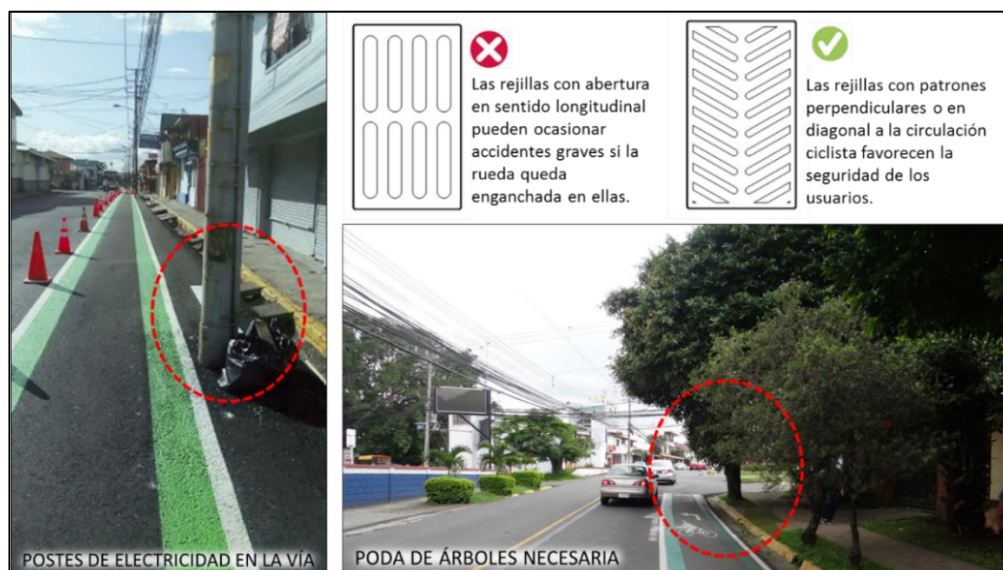


Figura 22. Posibles obstáculos en la vía.

7.4 Espacios compartidos entre peatones y ciclistas

Se recomienda que los espacios concebidos para ciclistas se mantengan de uso exclusivo para los mismos, separados del espacio para la movilidad peatonal, para asegurar tanto la seguridad como la comodidad de ambos usuarios.

Sin embargo, podría considerarse compartir ambos espacios bajo ciertas condiciones. En calles y avenidas peatonalizadas se puede permitir la circulación de personas en bicicleta, sin que exista infraestructura exclusiva para hacerlo. La velocidad máxima permitida será 10 km/h, manteniéndose la prioridad peatonal.

Además, es necesario que el sitio de emplazamiento cuente con una cantidad de espacio adecuada que permita la coexistencia e interacción de usuarios.

Se debe considerar la cantidad de peatones por hora, así como la frecuencia del vaivén ejecutado por las personas que se movilizan de lado a lado para acceder a los diferentes comercios presentes en estas zonas. Lo anterior produce una importante cantidad de



Figura 23. Invasión peatonal a ciclorruta, Avenida 4-San José.

puntos de conflicto entre peatones y ciclistas (ver Figura 23). Vías peatonales con alto flujo de personas en espacios reducidos no son recomendadas para compartir con ciclistas.

Al mismo tiempo, se vuelve importante considerar las actividades de ventas ambulantes o ferias artesanales, cuando se trata de calles peatonizadas en centros urbanos. Estas actividades reducen el espacio disponible para el tránsito peatonal, efecto que deberá ser considerado.

La siguiente tabla brinda información de referencia para evaluar la convivencia entre peatones y ciclistas. Sin embargo, es importante tomar en cuenta todos los factores mencionados anteriormente.

Cuadro 6. Valores de combinación para peatones y ciclistas

Número de peatones por hora y por metro de ancho de vía*	Solución Recomendada
< 100	Totalmente integrado
100-160	Segregación por medio demarcación
160-200	Segregación física
> 200	No es posible la combinación

* Numero de peatones que pasan por una línea imaginaria que cruza toda la calle en una hora, dividido por el total de ancho de la vía, en metros.

Fuente. (CROW, 2011)

7.5 Presencia de autobuses en el recorrido

En escenarios donde se cuente con carril exclusivo de autobús, este podrá destinarse para uso compartido entre ciclistas y autobuses, siendo necesario un ancho mínimo de carril de 3,25 m, sin adelantamiento permitido del autobús a la persona ciclista y adelantamiento del ciclista al autobús únicamente cuando el segundo está detenido. Donde las condiciones lo permiten, también puede optarse por carriles anchos de 4,50 m, que permitirían el adelantamiento del autobús a la persona ciclista en el mismo carril (ITDP, 2011).

La velocidad máxima reglamentaria en este carril deberá ser de 30 km/h, por lo que puede ser necesaria la implementación de medidas de tráfico calmado para asegurar dicha velocidad.

Se deben valorar, como mínimo, los siguientes condicionantes para decidir si la opción es válida (ITDP, 2011):

- Frecuencia del servicio de autobús
- Velocidad de los autobuses
- Función del trayecto ciclista
- Demanda ciclista (tipo y número)

Por otro lado, para mantener una adecuada priorización de usuarios a lo largo de las facilidades ciclo-inclusivas, se establece como prioritario una intervención especial sobre los tramos de vía ciclistas (segregadas o demarcadas) en los que se ubiquen paradas de autobús.

Dicha intervención consiste en la elevación del nivel de la vía ciclista en el sitio de parada, de manera que el peatón pueda hacer el abordaje al bus desde la altura de acera, y cuente con prioridad de acceso a la vía ciclista en dicho punto, de manera que la persona ciclista deberá ceder el paso para que las personas puedan tener acceso al autobús.

La Figura 24 ilustra una vista en planta del tramo elevado a nivel de acera, mientras que la Figura 25 detalla la disposición en planta. Como se observa, el sitio de abordaje contará con baldosas texturizadas de manera que se oriente la circulación de personas no videntes en dicho punto.

La pendiente de las rampas generadas sobre la vía ciclista deberá ser entre el 6 % y el 8%.

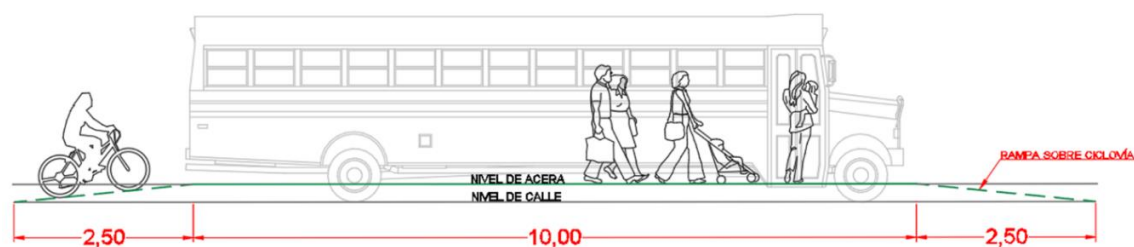


Figura 24. Vista en elevación de ciclovía en paradas de autobús.

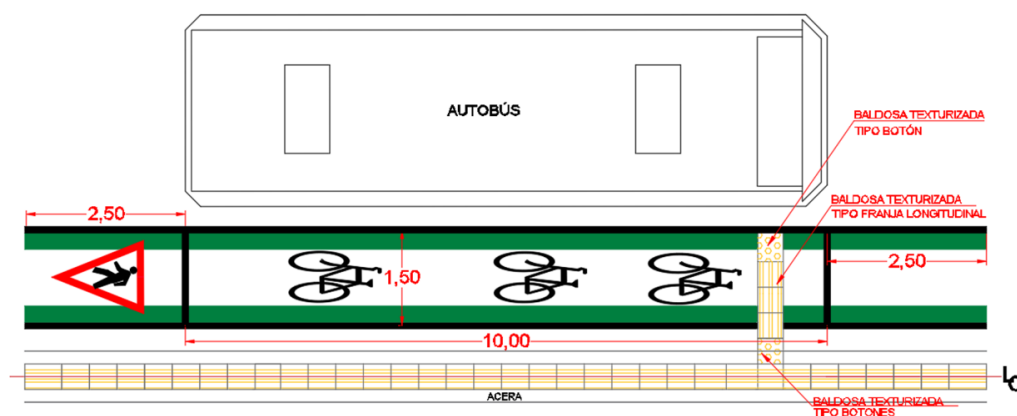


Figura 25. Vista en planta de ciclovía en paradas de autobús.

7.6 Iluminación

Para promover el uso de bicicleta como un medio de transporte que pueda usarse a toda hora, es indispensable que las ciclovías cuenten con un adecuado sistema de iluminación.

Entre los beneficios para el usuario, se tiene:

- Orientación y navegación por la ruta
- Identificación de otros usuarios
- Detección de posibles riesgos
- Aumento de la sensación de seguridad

La iluminación deberá considerarse en una fase temprana del proyecto para atender de forma adecuada las necesidades de los usuarios y las locaciones elegidas. Es esperable que los caminos que no tienen tráfico motorizado sean utilizados mucho más y por tanto, deberán iluminarse con prioridad.

Las principales funciones de la iluminación son las siguientes (CROW, 2011):

- Aumentar la seguridad vial y su percepción
- Mejorar el flujo vial
- Aumentar la comodidad de la persona ciclista
- Mejorar la seguridad social
- Visibilizar a la persona ciclista

Dentro de las consideraciones generales para iluminar una ciclovía, se debe tomar en cuenta (Guía de Diseño de Infraestructura y Equipamiento Ciclista: Estrategia de movilidad en bicicleta de la Ciudad de México, ND):

- Cuando se instalan los sistemas de iluminación para calles o aceras, o para ambas, también debe contemplarse el alcance de la iluminación sobre la facilidad ciclista.
- Si los carriles vehiculares están alumbrados, el promedio de iluminación de la ciclovía debe ser por lo menos de la mitad de la iluminación de ellos.
- Si los autos se detienen o se estacionan al lado de la ciclovía, aunque esté prohibido, entonces la luz también debe cubrir el carril vehicular izquierdo de esta infraestructura.
- Cuando un carril ciclista esté adyacente o cercano a la calzada, el área iluminada también debe cubrir el carril vehicular por lo menos tres metros de ambos lados de la ciclovía.
- En calles arboladas se debe adaptar la ubicación del sistema de iluminación considerando ubicación de los árboles, su altura y separación. Se debe evitar la oscuridad provocada por la sombra de los árboles a lo largo de los carriles ciclistas y aceras.
- En ciclovías que se ubican a más de dos metros de la calzada principal, se recomienda que la ciclovía tenga su propia iluminación (CROW, 2011).
- En lugares donde existe un alto riesgo de accidentes, debe haber un nivel óptimo de iluminación para reducir los diferentes tipos de riesgos.
- Para escenarios en los que no se cuente con iluminación, como mínimo se deberán iluminar las intersecciones, al menos 50 m antes de su llegada (ver Figura 26).

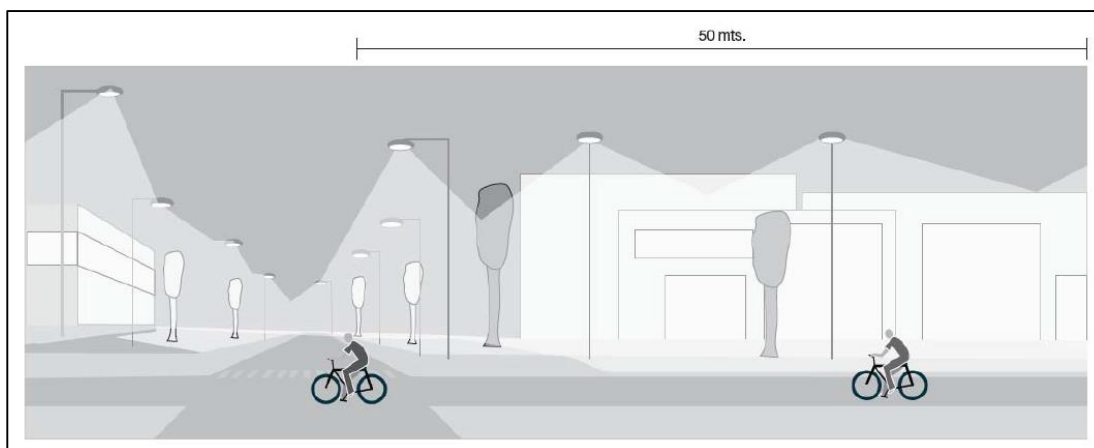


Figura 26. Iluminación mínima en proximidad a intersecciones.

Fuente. (Manual de Lineamientos y Estándares para Vías Peatonales y Ciclovías, N.D)

Cuando un sistema de iluminación está diseñado exclusivamente para las ciclo rutas, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los puntos de luz deben situarse a una altura entre 4 y 5 metros, y la separación entre luminarias será entre 20 y 40 metros.
- La fuente de iluminación debe proporcionar luz blanca con buena definición de otros colores, por ejemplo, lámparas de halógeno o lámparas compactas fluorescentes.

A continuación, se establecen las siguientes recomendaciones de parámetros para la instalación de iluminación para una ciclovía:

Cuadro 7. Requisitos mínimos de iluminación para una ciclo ruta.

Característica	Valor deseado
Promedio de iluminancia	10 lux (mínimo)
Nivel mínimo de iluminancia	2 lux (mínimo)
Uniformidad horizontal	0,4 (mínimo)
Eficiencia de la Instalación	1 W/m ² (máximo)
Índice de reproducción de calor (IRC)	80% (mínimo)
Factor de mantenimiento	80% (mínimo)
Factor de utilización	0,3 (mínimo)
Temperatura de la luz	3.000 ° K (mínimo)

Fuente. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile, 2015)

Además, se debe promover el uso de luces especiales para las personas ciclistas, a fin de que la presencia de bicicletas iluminadas sea evidente.

8 Intersecciones

8.1 Continuidad en el trazo

En las intersecciones señalizadas para un movimiento directo de bicicletas, único y exclusivo, se vuelve adecuado tener una continuidad en el diseño del carril de la vía ciclista, como se muestra en la Figura 27. Entre los beneficios que aporta este diseño se tiene:

- Reduce conflicto entre peatones y / o motociclistas, presentes en la intersección.
- Dirige a la persona ciclista de forma adecuada a lo largo del trazado de la vía ciclista.
- Alerta a motociclistas y vehículos tanto del volumen opuesto como del paralelo a la vía ciclista, de la posible presencia de personas en bicicletas.



Figura 27. Continuidad de intersecciones, San José (izquierda), Barrio Escalante (derecha).

8.2 Campo de visión

Gran parte de la seguridad vial en intersecciones se basa en la visibilidad que se tenga al aproximarse a la misma. La longitud o distancia del campo de visión libre de obstáculos depende de la distancia de frenado que, por su parte, depende básicamente de la velocidad de la persona ciclista y la pendiente del tramo.

En aproximaciones a intersecciones en zonas urbanas, es recomendable mantener libre de obstáculos el campo de visión a una altura de 2,50 metros y una longitud de unos 20-30 metros, de manera que la persona ciclista pueda reaccionar y frenar a tiempo (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016). Dentro de este campo de visión no puede haber árboles, contenedores, vehículos estacionados u otros elementos, al menos a 10 m de la intersección (Ley N° 9078), lo cual se puede lograr con medidas de pacificación vial como extensiones de cuneta con bolardos y sustitución de parqueos de carro por parqueos de bicicletas.

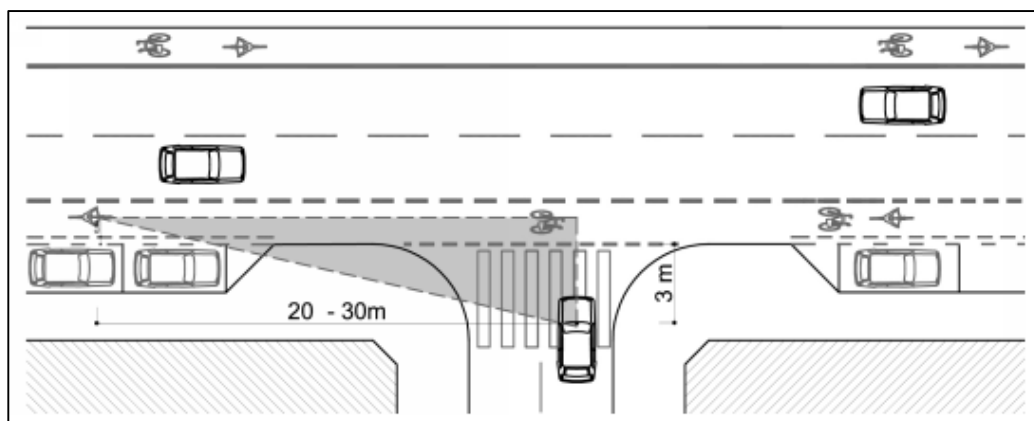


Figura 28. Campo de visión libre de obstáculos.
Fuente. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

8.3 Prioridad de paso

La prioridad de paso en cada una de las intersecciones del recorrido de la ciclovía vendrá dada por la prioridad de paso existente sobre la vía. A continuación, se describen las posibles regulaciones existentes en intersecciones:

- Alto y Ceda: la ciclovía deberá respetar la regulación de paso según la señalización existente.
- Semáforo: el comportamiento de la persona ciclista deberá ser el mismo que el de un chofer al aproximarse a una intersección con semáforo vehicular, pero debe adelantar a los carros hasta llegar al frente de la fila y colocarse frente al primer carro, de manera que al pasar el semáforo a verde, tenga ventaja de salida. Los conflictos ciclista-chofer o peatón-chofer podrán resolverse con fases verdes exclusivas para ciclistas y peatones.
- Línea férrea: las personas en bicicleta otorgarán prioridad de paso al ferrocarril, mediante señalización correspondiente.

Optimización del uso de energía

El uso de la energía humana para manejar una bicicleta es factor importante de considerar en el diseño del recorrido de una ruta. Con esto en mente, el diseñador deberá buscar el recorrido con la menor cantidad de detenciones posibles, ya que esto disminuye la efectividad de pedaleo de la persona ciclista.

Se dice que una persona ciclista que atraviesa un “Alto” a 8 km/h, requiere de 25% menos energía para recuperar una velocidad típica de 16 km/h, que aquel que se detiene por completo en el “Alto” (Fajans & Curry, 2001).

Bajo el principio anterior, el recorrido elegido deberá hacer buen uso de la energía de los usuarios, al contar con una cantidad controlada de detenciones, las cuales vendrán dadas

principalmente en intersecciones, por tres factores principales mencionados anteriormente respecto a la prioridad de paso: altos, semáforos y líneas férreas.

Para conocer la longitud promedio que una persona ciclista circulará sin detenciones, se tomará la longitud total de la ruta y será dividida entre la sumatoria de elementos de detención.

Por ejemplo, en un recorrido de 6,00 km y total de 36 intervenciones donde se regula el paso del flujo vehicular de la siguiente forma: 3 de “Alto”, 31 reguladas con semáforo y dos por interacción con la línea férrea. Esto se traduce en detenciones cada 167 metros.

Cabe destacar que las olas verdes (fases verdes de semáforos configuradas para una velocidad específica) propician el paso libre a la persona ciclista. Esto supone una posibilidad de reducción en la cantidad de detenciones para la persona ciclista.

8.4 Área de espera para ciclistas (Bicicajas)

Las áreas de espera ciclista, conocidas comúnmente como bici cajas, son áreas destinadas para que las personas ciclistas puedan esperar de forma segura en intersecciones reguladas por semáforo. Estas también facilitan los movimientos de giro izquierdo al posicionar al ciclista de primero, y asegurar visibilidad del mismo para los demás usuarios viales y darle una salida prioritaria en fase verde. Las bicicajas también podrán ser utilizadas por motociclistas, ya que su posición segura en intersecciones semaforizadas es la misma que la de las personas ciclistas.

El emplazamiento de las bicicajas se lleva a cabo retirando la línea de paro de vehículos motorizados al menos tres (3) metros hacia atrás y posicionando una nueva línea de paro para ciclistas y motociclistas en el lugar original, respetando la senda peatonal y abarcando todos los carriles en un mismo sentido. Esto le asegura a la persona ciclista prioridad de salida y opciones seguras de giro en el momento en que el semáforo otorga luz verde.

La implementación de este tipo de facilidades debe ir acompañado de la prohibición de giro derecho en rojo, ya que crearía puntos de conflicto entre las personas ciclistas en la bicicaja y los choferes que desean girar a la derecha en rojo.

Además, en sitios en donde se permite el giro izquierdo para la persona ciclista, la bici caja debe abarcar todos los carriles en un mismo sentido, de la vía.

Cabe destacar que tanto ciclistas como motociclistas pueden circular entre carriles a una velocidad máxima de 25 km/h, con objeto de que puedan posicionarse en la caja durante la luz roja del semáforo. Antes de girar, las personas en motocicleta deben ceder a las personas en bicicleta.

Entre las ubicaciones típicamente recomendadas, se tiene (City of Fort Myers, 2016):

- En intersecciones con alto flujo de bicicletas (especialmente con alta preferencia de giro izquierdo) y/o vehículos (especialmente con alta incidencia de giro derecho).

- Donde puedan existir conflictos por maniobras de giro (izquierdo o derecho) entre ciclistas y choferes de vehículos motorizados.
- Donde se desea posicionar de forma adecuada a ciclistas con maniobra de giro izquierdo.
- Donde se requiera de giro izquierdo para continuar hacia una ciclo ruta predefinida, o cuando la ciclo ruta continúe al lado contrario de la vía.
- Cuando el movimiento predominante de flujo vehicular sea de giro derecho y el ciclístico sea directo.

Dentro de los beneficios proporcionados por este diseño se tiene:

- Facilita la maniobra al inicio de luz verde.
- Evita que los ciclistas y motociclistas deban inhalar el humo vehicular.
- Beneficia a peatones ya que evita invasión a la senda peatonal.
- Facilita la transición entre un carril derecho y un carril izquierdo.
- Aumento en la visibilidad de la persona ciclista y sensación de seguridad.

La Figura 29 muestra un ejemplo de bicicaja implementada en la ciclo ruta de San José. En ella se observa una facilidad segregada un carril de circulación, así como dos carriles de circulación para vehículo automotor, y senda peatonal.



Figura 29. Bicicaja implementada en ciclo vía de San José, Costa Rica.

8.5 Rotondas

Para la interacción de usuarios en rotondas, se puede brindar a la persona ciclista la oportunidad de unirse al flujo motorizado y circular por la rotonda como un vehículo, o bien unirse a la acera, y circular como un peatón. Lo anterior se lleva a cabo mediante la construcción de una “rampa ciclista” (Manual de Lineamientos y Estándares para Vías Peatonales y Ciclovías, N.D), tal como se muestra en la siguiente figura. No deberán existir instalaciones exclusivas de ciclistas dentro de la rotonda ya que crea conflictos con el tráfico

motorizado y compromete la seguridad. Se debe respetar el límite máximo de velocidad en las rotondas a 30 km/h.

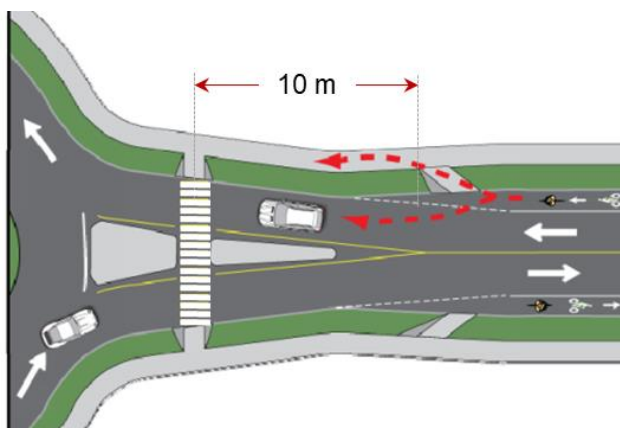


Figura 30. Rotonda con rampa para ciclistas.

Para el caso en que la persona ciclista se une a la acera, este debe desmontar su bicicleta y viajar a pie con la misma, debido a la prohibición de circulación sobre las aceras. Esta restricción deberá ser señalizada con claridad.

Para casos en los que la facilidad ciclista se encuentra en el perímetro exterior de la rotonda, junto a la acera, la forma de minimizar y hacer más seguros los encuentros entre los distintos flujos es trasladar el paso ciclista a las inmediaciones del paso de peatones, originado de esta forma una sola detención en la trayectoria del tráfico motorizado que abandona la rotonda (ver Figura 31). Las personas ciclistas deben circular en la misma dirección que el tráfico motorizado.

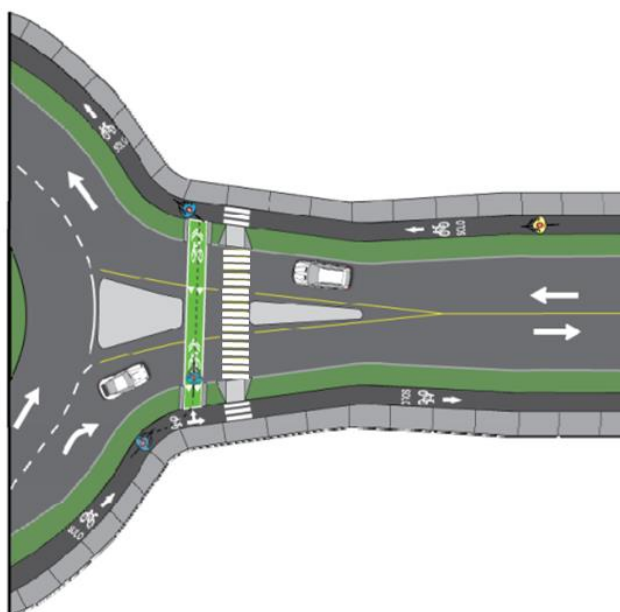


Figura 31. Rotonda con facilidad ciclista periférica.

En rotondas grandes, caracterizadas por diámetros superiores a 40 metros y que disponen de más de un carril circulatorio, o a partir de volumen superiores a 12.000 vehículos al día, es conveniente guiar a la persona ciclista por vías segregadas y pasos para bicicletas. Esta solución debe ser considerada desde la concepción de la rotonda de manera que se garantice la disponibilidad de espacio.

9 Diseño de maniobras seguras

9.1 Giro en dos fases

El giro en dos fases es una herramienta de diseño disponible para dotar al usuario de la bicicleta de una mayor seguridad vial, en casos en los que podría estar obligado a realizar giros a la izquierda de forma desprotegida.

Por ejemplo, en vías donde la ciclo facilidad se encuentra ubicada del lado derecho, las personas ciclistas podrían estar impedidos de incorporarse al tráfico para realizar maniobras de giro izquierdo; por tanto, la provisión de giros en dos etapas resulta crucial para lograr un buen funcionamiento de en las intersecciones.

Lo anterior supone que la persona ciclista, al aproximarse con arribo verde a una intersección semaforizada, girará primero a la derecha (o izquierda, según la configuración de diseño), para posicionarse sobre la vía perpendicular con semáforo en rojo (fase 1), delante del paso peatonal, y esperar un nuevo verde sobre esa intersección para continuar (fase 2) y así completar el giro en dos fases.

El espacio para realizar la espera de la fase 1 recibe el nombre de “caja de giro”, debe ser del color de las bicicajas y tener un pictograma de bicicleta, y una flecha indicando la orientación de la maniobra por realizar. Se aclara que los motociclistas tienen prohibido el giro en dos fases.

Mientras que el giro en dos fases puede aumentar la seguridad de la persona ciclista en muchos lugares, esta configuración típicamente resulta en un aumento de la demora promedio, ya que el usuario deberá esperar dos indicaciones separadas de luz verde (uno para la calle sobre la que viaja, y otro sobre la perpendicular).

En un caso dado, donde la persona ciclista proviene del oeste y desea virar hacia el norte, al aproximarse a una intersección semaforizada, realizará su maniobra en dos etapas. La Figura 32 ilustra los pasos adecuados que debe realizar la persona ciclista al aproximarse a la intersección en un arribo verde. Iniciando en el acceso oeste de la intersección (1), este se posicionará sobre el espacio designado para la espera (llamado “caja de giro”), en el acceso sur (2) y esperará luz verde del semáforo correspondiente, para finalmente realizar la maniobra final deseada (3).



Figura 32. Pasos para realizar giro en dos fases.

Fuente. (Turn Box, 2016).

9.2 Interacción con la línea férrea

Para el diseño de los cruces a nivel con la una línea férrea, se sugiere que el cruce se establezca en un ángulo recto (90°) con el durmiente (AASHTO, 1999), tal como se observa en la Figura 33 (fotografía meramente ilustrativa; color debe ser adaptado a las recomendaciones de este informe). Cuanta mayor desviación haya del ángulo recto mencionado, mayor será el potencial de que la rueda delantera de una persona ciclista quede atrapada en el durmiente, causando la pérdida de control de dirección.

Si el ángulo de la travesía es inferior a 45 grados, debe proporcionarse un sobreancho suficiente para permitir que la persona ciclista elija el ángulo para cruzar la pista de forma más segura, preferiblemente perpendicular.

En los sitios donde esto no sea posible, y donde la velocidad de los trenes sea baja, se podrán considerar rellenos en el riel, de manera que se pueda mejorar la maniobra de la persona ciclista.

Cuando existan bordes entre el pavimento y el riel mayores a diez centímetros, es necesario realizar adecuaciones a las vías, ya sea rellenando con asfalto o colocando tratamientos específicos para cruces de ferrocarril.

En los casos en que existan rieles abandonados, se sugiere realizar el debido trámite para la eliminación de los mismos, de manera que se facilite el diseño del cruce.

Importante: En la interacción entre el tren y la bicicleta, será la bicicleta quien deberá ceder el paso al tren, por lo que se dispondrá de dos líneas de paro al aproximarse a los rieles, tal y como se realiza para indicación de vehículos automotores (ver apartado *Prioridad de paso*).

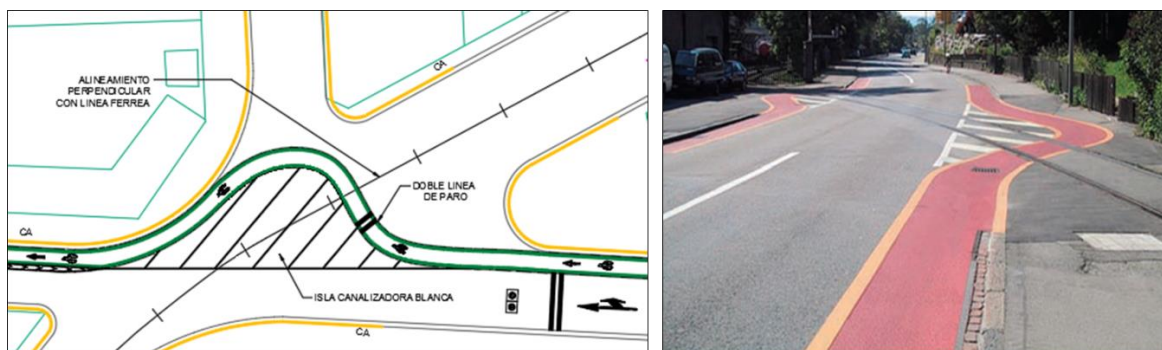


Figura 33. Alineamiento de ciclovía en proximidades de línea férrea.
Fuente de fotografía mostrada. (Oregon Department of Transportation, 2011)

9.3 Amortiguamiento

Las zonas de amortiguamiento en ciclo rutas se definen como espacios intermedios que separan el carril ciclista del carril adyacente para vehículos motorizados, ya sea este de circulación o de estacionamiento (ver Figura 34).

Su uso está recomendado para vías donde exista alguna de las siguientes condiciones: alto flujo vehicular, velocidades altas de circulación, alto porcentaje de vehículos pesados, ciclo ruta en contraflujo, o sitios con espacio adicional.

Comúnmente, estas zonas son demarcadas con una línea blanca en cada borde y líneas blancas diagonales en el espacio interno. El espacio destinado para la zona de amortiguamiento es típicamente de 50 centímetros, sin embargo, esta dimensión puede variar según la configuración de la vía, y la disponibilidad de espacio en la misma.

Las zonas de amortiguamiento deben continuar hasta conectar con la bicicaja, en casos de intersecciones semaforizadas, o hasta la llegada de la intersección en el caso de intersección reguladas con “Alto y Ceda”. Las zonas de amortiguamiento no deberán interrumpirse en los accesos a cocheras.

Por otro lado, si el diseño de la zona de amortiguamiento incluye vegetación, esta debe ser de baja altura para que en ningún caso impida la visibilidad entre usuarios.



Figura 34. Zona de amortiguamiento en ciclovías
Fuente. Adaptado de NACTO, 2011.

Entre los beneficios del uso de zonas de amortiguamiento se tiene (NACTO, 2011):

- Proporciona mayor distancia de protección entre el vehículo automotor y el ciclista.
- Proporciona espacio adicional para que una persona ciclista pueda rebasar a otro ciclista, sin invadir en el recorrido del vehículo automotor adyacente.
- Cuando el amortiguamiento se ubica como división entre una zona de estacionamiento y una vía ciclista, alienta a los ciclistas para circular fuera de la zona de apertura de las puertas de los vehículos estacionados.
- Proporciona mayor espacio para circular en bicicleta sin hacer parecer que la vía ciclista es tan amplia que podría confundirse con un carril de circulación o de un carril de estacionamiento vehicular.
- Impulsa una sección transversal más amplia para los usuarios de la bicicleta.
- Motiva el uso de la bicicleta, al aumentar la percepción de seguridad del usuario.

Cabe destacar que estos espacios no son parte de la zona de circulación ciclista y no deben ser formalizados como tales, ya que la circulación vehicular sobre este espacio expone a conflictos entre usuarios.

10 Señalización Vial

A continuación, se especifica información respecto a la señalización vial disponible para facilidades ciclo-inclusivas. Para detalles de dimensionamiento, consultar láminas de diseño adjuntas en esta guía en Apéndice B: Detalles de Señalización.

10.1 Señalización horizontal

La demarcación llevada a cabo debe considerar el empleo de micro esferas que le otorguen una retroreflectividad adecuada a la pintura, en cumplimiento con la normativa nacional vigente.

La señalización horizontal que compone las secciones típicas para una ciclo facilidad está constituida por marcas viales pintadas sobre el pavimento de la vía ciclista. Entre ellas se distingue:

- Líneas longitudinales: canalizan el tráfico separando los diferentes carriles.
- Flechas direccionales: complementan la señalización, y orientan a los usuarios respecto a las posibilidades de maniobra.
- Símbolos: Señalización para la regulación del tráfico mediante marcas y símbolos viales que complementan la señalización vertical.

Los colores utilizados serán blanco, amarillo, rojo y verde, según corresponda, y en cumplimiento a la normativa técnica nacional vigente. La codificación de color verde utilizado para las secciones de ciclovía, así como de símbolos mostrados será RAL 6018.

La sección típica se compone de un espacio delineado, sin relleno completo, a fin de establecer una superficie más segura para la circulación de ciclistas, de manera que el contacto entre llanta y pavimento se dé sobre una superficie desnuda de pintura.

La Figura 35 despliega la tipología propuesta, en donde la sección destinada a la facilidad ciclista se delinea con dos líneas borde, una blanca de 10 cm de ancho y una verde de 25 cm. Lo anterior asegura una superficie de ruedo libre de condiciones deslizantes generadas por el tipo de pintura utilizada, especialmente en presencia de agua.

Se establece tanto la circulación unidireccional, como bidireccional, según el recorrido dispuesto.

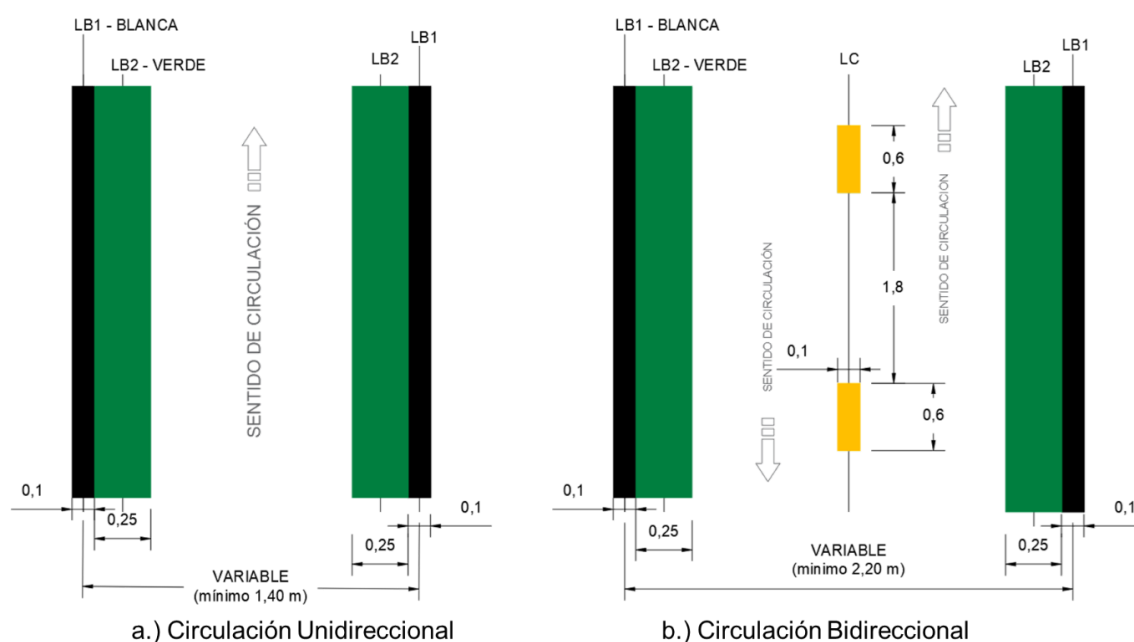


Figura 35. Secciones típicas según sentido de circulación.

10.1.1 Líneas longitudinales

Línea de borde (LB1)

- Línea para la delimitación de la vía ciclista.
- Ubicación: Bordes de la ciclovía.
- Dimensionamiento: 10 cm de ancho, longitud variable según corresponda.
- Color: Blanco

Línea para diferenciación de espacios (LB2)

- Línea para diferenciación del espacio destinado a la circulación ciclista. Permite una superficie de ruedo expuesta, de manera que se reduce el área de contacto, y por ende la probabilidad de deslizamiento ante la presencia de agua.
- Ubicación: Unido a las líneas de borde (LB1), uno a cada lado.
- Dimensionamiento: 25 cm de ancho, cada una.
- Color: Verde

Línea centro

- Línea para la separación de sentidos en vías ciclistas de doble circulación.

- Ubicación: Eje central de la ciclovía, medido a partir de línea borde.
- Dimensionamiento: Marcas discontinuas de 60 cm de longitud y 10 cm de ancho, distanciadas a 1,80 m. En curvas sin visibilidad, se deberá demarcar la línea de forma continua.
- Color: Amarillo

10.1.2 Flechas direccionales

Las flechas direccionales llevan a cabo la tarea de orientar a los usuarios respecto a la continuidad de las facilidades al aproximarse a una intersección.

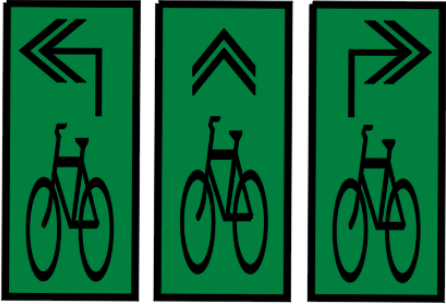
Ubicación: En intersecciones donde la ciclo ruta se desvía o ramifica.

Color: Blanco

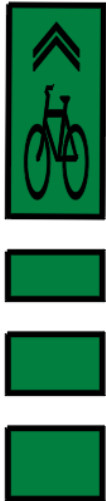
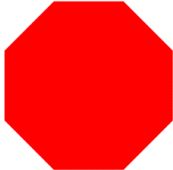
10.1.3 Símbolos

El Cuadro 8 establece los símbolos a utilizar en la demarcación horizontal sobre la superficie de rueda, así como información respecto a la utilidad y emplazamiento de los símbolos y plantillas. El *Apéndice B: Detalles de Señalización* detalla el dimensionamiento específico para cada símbolo.

Cuadro 8. Símbolos para demarcación ciclo-inclusiva.

Elemento	Símbolo	Utilidad / Emplazamiento
Sharrow		Será empleado en vías de modalidad compartida, pintado sobre el asfalto. La direccionalidad de la flecha corresponderá al diseño en sitio, ya sea derecha, izquierda, directo, o en ángulo. Esta demarcación deberá ser colocada en la posición lateral que el diseño del carril compartido considere prudente (i.e. al extremo izquierdo en paradas de carriles compartidos autobús-bicicleta para indicar la zona de adelantamiento de ciclistas a autobuses). En cuadrantes deberá ubicarse al inicio, mitad y final de la vía. Fuera de ellos, serán espaciados cada 200 m. <i>Acompañamiento vertical: señal vertical R-7-25.</i>
Ceda a peatones		Será empleado en vías de modalidad segregada, en casos en los que por razones diversas el peatón deba atravesar la ciclovía. Este símbolo reforzará la prioridad de paso que tendrán los peatones sobre las personas ciclistas. La orientación del dibujo de la “persona” será siempre de derecha a izquierda.
Bicicleta		Será empleado en vías de modalidad segregada o delimitada. Su frecuencia de uso deberá ser de al menos 3 veces en cuadrantes urbanos, es decir, principio, medio, y fin de los 100 m establecidos. Fuera de cuadrantes, deberá colocarse en intervalos de 75 m. La orientación de la bicicleta será siempre de derecha a izquierda. Además, también será empleada en la demarcación de bicicajas. <i>Acompañamiento: flecha direccional en usos de inicio y fin del cuadrante.</i>

Cuadro 8 (cont). Símbolos para demarcación ciclo-inclusiva.

Elemento	Símbolo	Utilidad / Emplazamiento
Motocicleta		Será empleada en la demarcación de bicicajas. La orientación de la motocicleta será siempre de derecha a izquierda. En casos en los que se coloque más de dos figuras sobre la bicicaja, deberá predominar la cantidad de bicicletas.
Transición de ciclovía segregada a carril compartido		Utilizado para transicionar entre las modalidades de ciclovía segregada o demarcada y carril compartido. Los rectángulos serán empleados de mayor ancho a menor ancho. En caso contrario (de carril compartido a ciclovía segregada o delimitada) se utilizará de forma invertida.
Alto		Será utilizada para regular la prioridad de paso sobre la ciclovía. Esta figura estará acompañada por su respectiva línea de paro. <i>Acompañamiento vertical: señal vertical R-1-9.</i>
Ceda a ciclistas		Esta demarcación deberá ser colocada en el centro del carril al aproximarse a una intersección donde se genere punto de conflicto entre usuarios como indicación de que el chofer del vehículo automotor debe ceder a las personas ciclistas. <i>Acompañamiento vertical: R-1-10.</i>

10.1.4 Áreas de espera para ciclistas (BiciCajas)

Dichas cajas deberán tener una dimensión mínima de 3 metros de longitud, y máximo 5 m. Podrá cubrir un único carril o la totalidad de la vía, según el diseño dispuesto. En caso de modalidad segregada o demarcada, el emplazamiento una bicicaja en carril único será sobre el más cercano a la ciclovía, mientras que, en modalidad compartida, será el carril dispuesto para la circulación simultánea de los usuarios.

Para escenarios en que el trazo de la facilidad ciclista incluya un giro a la izquierda al aproximarse a la bicicaja, esta debe abarcar todos los carriles en un mismo sentido, de la vía.

Cuando la bicicaja abarca dos carriles o más, se debe incluir un pictograma de motocicleta dentro de la caja, tal como se muestra en la Figura 36.



Figura 36. Inclusión de motocicleta en bicicaja.

10.1.5 Zonas de amortiguamiento

Estas zonas estarán dimensionadas según los requerimientos de diseño, con un mínimo de 50 centímetros de ancho, y estarán achuradas según los mismos principios de demarcación de islas canalizadoras.

Cabe destacar que el uso de zonas de amortiguamiento no exime del uso de separadores físicos, sin embargo, la colocación de dichos separadores debe ser interrumpida en accesos vehiculares.

La implementación de estas zonas quedará a criterio del diseñador, sin embargo, su emplazamiento deberá respetar el siguiente dimensionamiento:

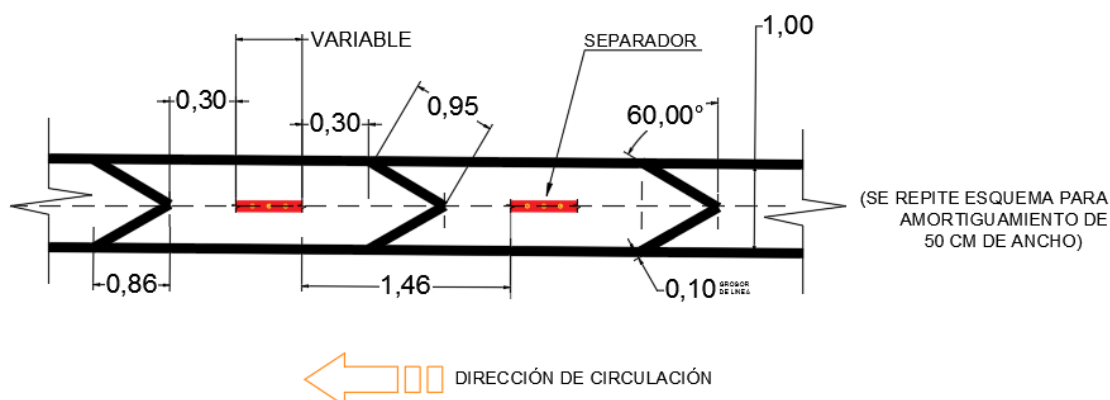


Figura 37. Dimensionamiento de zonas de amortiguamiento.

Para el desarrollo de facilidades ciclistas en contra flujo, se deberá realizar una segregación mediante zonas de amortiguamiento de 50 centímetros, las cuales serán de color amarillo. El uso de separación física en estos casos responderá al tipo de facilidad elegida por el diseñador.

10.1.6 Continuidad de facilidades ciclistas sobre intersecciones

Para generar continuidad en las intersecciones, se utilizará la siguiente demarcación (ver Figura 38):

- Ubicación: En área libre que compone la intersección.
- Dimensionamiento: Marcas discontinuas de 40 cm de longitud y 40 cm de ancho, distanciadas a 40 cm, delimitadas por una línea blanca en su borde externo.
- Color: Verde

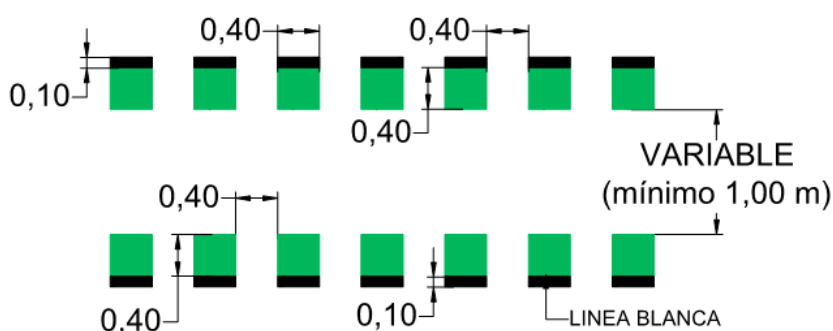


Figura 38. Detalle de cruce en intersección.

10.2 Señalización vertical

Según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA, 2014), las señales relacionadas con el uso de bicicletas en las carreteras y en las ciclovías, sirven para tres propósitos básicos:

- Regular el uso de bicicletas
- Dirigir a las personas ciclistas a lo largo de rutas preestablecidas
- Prevenir acerca de condiciones no esperadas

El objetivo primordial de la señalización es dotar a las vías ciclistas de suficiente seguridad, comodidad y eficacia en la movilidad de los usuarios, ya que una adecuada señalización, permitirá el conocimiento de la convivencia adecuada, en el caso de compartirse la vía por los distintos usuarios (ciclistas, automóviles y peatones), así como del espacio reservado a la circulación a cada uno de ellos, en caso de flujos segregados.

Dado lo anterior, los principios básicos considerados en el diseño de la señalización indicada en esta guía son los siguientes:

- Seguridad vial: Todo usuario debe desplazarse en condiciones de seguridad suficiente.
- Prevalencia: Tendrá preferencia el tráfico no motorizado sobre el motorizado.
- Claridad: Se deben transmitir mensajes fácilmente comprensibles por los usuarios, no recargar la atención del usuario reiterando mensajes evidentes, y, en todo caso, imponer las menores restricciones posibles a la circulación.
- Sencillez: Se debe emplear el mínimo número posible de elementos.
- Uniformidad: Se refiere no sólo a los elementos en sí, sino también en los criterios de colocación.

A continuación, se ofrece una serie de plantillas para la señalización vertical, según los requerimientos básicos de diseño. Para mayor claridad respecto a la utilidad y emplazamiento de los símbolos y plantillas, se establece en el Cuadro 9, una propuesta de serie y código, en concordancia con la codificación establecida por la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA) en su catálogo de señales.

Cuadro 9. Plantillas nuevas para señalización vertical ciclo-inclusiva.

Señal	Serie	Código Propuesto	Utilidad / Emplazamiento
 Excepción de restricciones para ciclistas	Reglamentaria [R-3] Restricción de Giros y Maniobras	P-3-20	Permite a ciclistas realizar maniobras que están restringidas para choferes de vehículos automotores. <i>Ensamblajes típicos con:</i> R-3-1a, R-3-3a, R-3-4a (prohibiciones de paso y de giro).
 Carril compartido ciclista / choferes	Reglamentaria [R-7] Exclusión de flujos	R-7-25	Reglamenta que el carril debe ser compartido entre ciclistas y choferes de vehículos automotores. <i>Acompañamiento horizontal:</i> sharrow.
 Zona compartida para peatones y ciclistas	Reglamentaria [R-7] Exclusión de flujos	R-7-26	Reglamenta que la zona disponible debe ser compartida entre peatones y ciclistas. <i>Ensamblajes típicos con:</i> R-1-5 (prioridad peatones).
 Indicación para cruzar a pie con la bicicleta	Reglamentaria [R-11] Cruces peatonales	R-11-19	Reglamenta la circulación a pie sobre un cruce peatonal, debido a la aproximación a una acera.

Cuadro 9 (cont). Plantillas nuevas para señalización vertical ciclo-inclusiva.

Señal	Serie	Código Propuesto	Utilidad / Emplazamiento
 Regulación de prioridad de paso	Reglamentaria [R-1] Derechos y prioridad de paso	R-1-9	Regula la prioridad de paso sobre la ciclovía. <i>Acompañamiento horizontal:</i> Figura de Alto.
 Regulación de prioridad de paso para ciclistas	Reglamentaria [R-1] Derechos y prioridad de paso	R-1-10	Regula la prioridad de paso que debe dar el chofer de un vehículo automotor a la persona ciclista al realizar un giro, ya sea derecho o izquierdo, según la configuración establecida. <i>Variante a la plantilla mostrada:</i> flecha y ciclovía a la derecha. <i>Acompañamiento horizontal:</i> Símbolo de ceda a ciclistas.
 Maniobra de giros para ciclistas	Reglamentaria [R-3] Restricción de giros y maniobras	R-3-20	Restringe la maniobra que debe realizar la persona ciclista para alcanzar el cruce seguro de una intersección regulada con semáforo. <i>Variante a la plantilla mostrada:</i> flecha y maniobra según corresponda.
 Zona de estacionamiento para ciclistas	Ruta de Bicicletas [B-2] Estacionamiento de Bicicletas	B-2-2	Identifica un lugar de estacionamiento para bicicletas. <i>Ver detalle de plantilla mostrado en Apéndices, Planos N° 5.</i> <i>Acompañamiento:</i> Plantilla auxiliar explicativa de uso.

Cuadro 9 (cont). Plantillas nuevas para señalización vertical ciclo-inclusiva.

Señal	Serie	Código Propuesto	Utilidad / Emplazamiento
 Indicación para cruzar con bicicleta en el puente peatonal	Reglamentaria [R-11] Cruces peatonales	R-11-19	Reglamenta el cruce de ciclistas utilizando el puente peatonal, como medida de seguridad para sus maniobras.
 Proximidad de carril exclusivo	Preventiva [P-11] Variaciones y Limitaciones en la Vía	P-11-12	Previene acerca de la proximidad de un carril compartido adelante.

La elaboración de señales verticales deberá llevarse a cabo con papel retroreflectivo de alta intensidad, y respetando las coordenadas cromáticas especificadas en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Coordenadas cromáticas de colores Pantone para señales verticales.

Color	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Amarillo (116 C)	0,498	0,412	0,557	0,442	0,479	0,52	0,428	0,472
Rojo (485 C)	0,648	0,351	0,735	0,265	0,629	0,281	0,565	0,346
Verde (348 C)	0,026	0,399	0,166	0,364	0,286	0,446	0,207	0,771
Blanco (White)	0,303	0,300	0,368	0,366	0,340	0,393	0,274	0,329
Azul (294 C)	0,140	0,035	0,244	0,210	0,19	0,255	0,065	0,216

Fuente. MCDUCT, SIECA 2014.

11 Elementos Complementarios

11.1 Uso de separadores físicos en facilidades segregadas

El uso de separadores físicos dependerá del diseño final planteado por el profesional responsable, sin embargo, se detalla a continuación, una serie de especificaciones técnicas que se deben cumplir a la hora de emplazar dichos elementos:

- Los separadores físicos serán colocados de forma centrada cuando estos se ubiquen en zonas de amortiguamiento y en la orilla externa de la línea borde en ausencia de zona de amortiguamiento.
- El espaciamiento entre cada separador será de dos (2) metros de distancia, medida de extremo a extremo.
- El espaciamiento deberá ser respetado siempre y cuando sea posible, según la configuración y las medidas de la línea borde (o zona de amortiguamiento), considerando que no se coloquen elementos muy cercanos innecesariamente, ni tampoco muy distanciados, a fin de resguardar su función de impedimento de entrada a la ciclovía por parte de los choferes de vehículos automotores.
- Los separadores deberán ser de uso exclusivo para ciclovías. El material será resistente y duradero, que no astille ni agriete, con mínimo 3 puntos de anclaje a la superficie de ruedo, y elementos retroreflectivos en ambas caras.
- Los elementos deberán ser libres de protuberancias que presenten un riesgo para la persona ciclista, en caso de pérdida de control de la bicicleta. Tampoco deberá haber protuberancias en los separadores, producto de los elementos de anclaje, como tornillos, tuercas, etc.
- La superficie de ruedo en donde se colocarán dichos elementos debe estar libre de piedras sueltas, grasa, grama, pintura o recubrimiento antiguo en mal estado u otros contaminantes que no permitan una buena colocación.
- En presencia de accesos a casas de habitación o comercio, los elementos deberán ser colocados a un (1) metro de cada extremo del acceso, tal como se muestra en la siguiente figura:

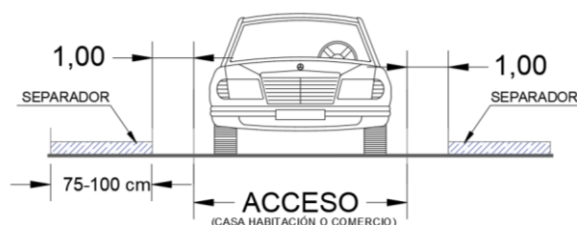


Figura 39. Espaciamento de separador en accesos.

- Los elementos retroreflectivos en cada separador deberán ser blanco o amarillo según corresponda. Amarillos cuando la ciclovía se ubiquen del lado izquierdo de la circulación vehicular, y blanco cuando sea al lado derecho.

La siguiente figura ilustra el tipo de separador aceptable para la disposición en facilidades segregadas Tipo 1. Estos serán rectangulares y podrán tener una altura entre los 10 y 15 centímetros.

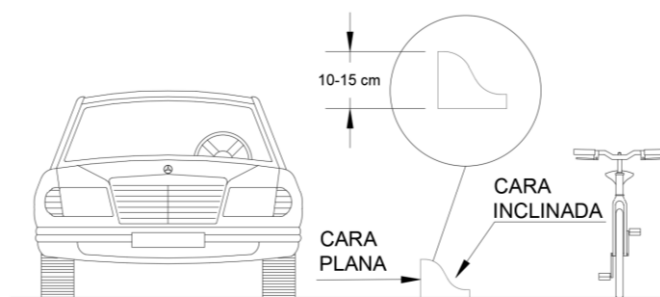


Figura 40. Separador físico tipo bordillo.

11.2 Superficie de ruedo

En cuanto a requisitos básicos de pavimentos se tienen las siguientes consideraciones:

- La superficie de rodadura debe ser uniforme, impermeable, antideslizante y de aspecto agradable. Esta debe ser objeto de mantenimiento periódico, a fin de evitar accidentes producto de arenas y materiales desprendidos en la ciclovía.
- Toda vía que presente irregularidades en la superficie de ruedo debe ser intervenida previo a la ejecución de demarcación, ya sea por medio de bacheo, o recarpeteo de la sección, según los requerimientos del paquete estructural del pavimento.
- No es recomendable la utilización de adoquines, pues estos producen vibraciones importantes durante el desplazamiento de la bicicleta, salvo que se requiera disminuir la velocidad de aproximación de la persona ciclista.
- La codificación de color verde utilizado para las secciones de ciclovía, así como de símbolos será RAL 6018.
- La pintura utilizada deberá contar con aditivos que generen una superficie antiderrapante ante el contacto de la llanta con la superficie de ruedo, especialmente ante la presencia de agua.
- Se debe analizar la transición entre distintos tipos de pavimento, también cuando hay un sistema de drenajes de canaletas o un separador de pavimento. La unión entre dos tipos de pavimento debe ser imperceptible ($\leq 5\text{mm}$).

12 Facilidades Adicionales

12.1 Intermodalidad

Para lograr mayor efectividad de los diferentes métodos alternos de transporte, se debe aumentar las posibilidades del usuario para combinar las diferentes opciones disponibles.

Para ello, se considera la conexión entre bicicleta, autobús, y tren, de manera que el usuario pueda realizar intercambios en puntos específicos que le faciliten el desplazamiento. Esta integración de las bicicletas con el transporte público masivo mejora el acceso, ayuda a reducir los tiempos de viaje y espera, y crea ciudades con transporte más sostenible.

La colocación estratégica de zonas de estacionamiento para bicicletas en cercanías de las estaciones de tren o terminales de autobús incentivan al usuario a realizar intercambios en estos puntos, ya que cuenta con la facilidad de dejar su bicicleta en una zona segura, mientras hace uso de otros medios de transporte.

La Figura 41 ilustra ejemplos de la implementación de soluciones intermodales con bus y tren, de manera que se facilitan opciones para combinar diferentes medios de transporte. La consideración de estos servicios, así como la generación de puntos estratégicos de interconexión con las diferentes estaciones pueden lograr un mayor desempeño y uso de la ciclovía.



Figura 41. Transporte de bicicletas en autobús y tren.

Fuente. (Getting around Holland by rail, 2016), (Metro King County, 2016)

Cabe destacar que el uso de estas facilidades no deberá significar un costo adicional para el ciclista en el monto del pasaje a cancelar, es decir, será gratuito el traslado de bicicletas en estos medios de transporte. Adicional a ello, es recomendable que cada terminal de autobús, y estación de tren habilite espacios de estacionamiento para bicicletas.

A continuación, se mencionan condiciones mínimas deseables de transporte público para una movilidad ciclo-inclusiva:

- Trenes interprovinciales: contar con espacio habilitado para mínimo 2 bicicletas, en al menos un vagón, durante todos los horarios de carreras. Dicho espacio deberá estar debidamente identificado, así como el vagón que cuente con dicha facilidad.

- Buses urbanos: deberán contar con espacio habilitado (racks) para mínimo dos (2) bicicletas. Las unidades deberán estar debidamente identificadas, y contar con espacios infográficos en el costado del bus que instruya en el uso de los racks.
- Buses interprovinciales: deberán contar con espacio habilitado para mínimo 2 bicicletas. Las unidades deberán estar debidamente identificadas.

12.2 Canaletas en sitios con gradas

En caso de que el recorrido de la ciclo vía se entrecruce con sitios en los que haya presencia de gradas, tal como puentes peatonales, o sectores de la ciudad con cambios de pendiente solucionados con graderíos, estos deberán ser habilitados con rampas ciclistas para facilitar el traslado de bicicletas a lo largo de trayecto. La Figura 42 ejemplifica lo citado anteriormente.



Figura 42. Uso de rampas para bicicleta en presencia de gradas.

Fuente. (Transport of London, 2014)

Estas canaletas permiten que los usuarios desplacen la bicicleta por una escalera sin necesidad de ser cargada. Se colocan en los extremos de las escaleras de puentes peatonales, accesos a estaciones de transporte público, entre otras.

Dependiendo del ancho de la escalera pueden tener las siguientes características (Gaceta Oficial, Ciudad de México, 2016):

- En escaleras de hasta 1,20 m de ancho se puede colocar piezas metálicas sujetas al muro o barandal, en forma de «L» de 0,10 m de ancho;
- En escaleras con un ancho entre 1,20 m y 2,10 m se puede colocar canaletas integradas a la alfarda, en forma de «C»; el ancho del canal debe ser 0,075 m; y
- En escaleras con un ancho mayor a 2,10 m se deben colocar rampas integradas a la misma, con un ancho de 0,25 m.

12.3 Estacionamiento para bicicletas

Existen dos tipos de soluciones que pueden ser utilizadas para el estacionamiento para bicicletas, la cuales dependen de la finalidad de uso del mobiliario. Como se ilustra en la

Figura 43, el tipo de solución a implementar varía según el tiempo que estará estacionada la bicicleta.

Así, una solución de corto plazo (menos de 2 horas) deberá ser conveniente, de uso intuitivo y no necesariamente cuenta con protección del clima. Este tipo de aparcadero generalmente se encuentra ubicado a la orilla de vía, y lo más cercano a las puertas de entrada de los establecimientos que los proporcionan.

Por otro lado, una solución de largo plazo (más de dos horas) cuenta con mayor seguridad y proporciona protección contra el clima; por tanto, este tipo de soluciones generalmente se ubican en sitios de estudio o de trabajo, en donde las personas que utilizan el mobiliario, estacionan su bicicleta por largos periodos de tiempo, mientras realizan sus labores.



Figura 43. Tipo de estacionamiento según requerimiento de tiempos.

Un programa adecuado de ciclo parqueos puede reducir el daño o robo de bicicletas, así como de sus componentes. Con ello, se genera un efecto de mejora a la seguridad, al mismo tiempo que aumenta la confiabilidad de realizar viajes en bicicleta, con lo cual se hace más atractivo el sistema de ciclovías como una forma potencial de transporte.

Por lo anterior, la construcción de facilidades ciclistas deberá ir acompañada de la habilitación de zonas de estacionamiento para bicicletas. Adicional a ello, es recomendable que cada municipio se dé la tarea de colocar estacionamientos en espacios públicos, además de incentivar a los diferentes comercios presentes en el recorrido a colocar sitios de estacionamiento en sus establecimientos. Cada sitio de estacionamiento deberá ser debidamente identificado por medio de la señalización correspondiente (ver Apéndice B: Detalles de Señalización-Planos N°5 y N°6).

Como objetivo principal, se deben identificar sitios óptimos para la colocación de ciclo parqueos como mecanismo de resguardo vehicular, que permita sensibilizar y motivar a la población urbana en el uso de la bicicleta como medio de transporte alterno.

Seguido de ello, se vuelve importante llevar a cabo una serie de pasos:

- Identificar los sitios actuales disponibles para el estacionamiento de bicicletas a lo largo de la ciudad.
- Identificar posibles sitios para la implementación de nuevo mobiliario urbano para el aparcamiento de bicicletas.
- Realizar una validación de sitios con la población ciclista, para confirmar la utilidad percibida por los futuros usuarios.
- Desarrollar una estrategia de diseño para los sitios identificados.
- Establecer posibles fuentes de financiamiento para llevar a cabo el proyecto.

Al llevar a cabo la identificación de sitios, es importante tomar en cuenta las siguientes características:

- Seguridad: Es un lugar que ofrece control y vigilancia, ya sea por una importante afluencia de personas en la zona, o por la presencia de guardas de seguridad cercanos, y que además cuenta con iluminación nocturna en el sitio.
- Utilidad / Conveniencia: Existen comercios o sitios de atención al público cercanos, a los que se podría acceder al estacionar la bicicleta en ese sitio.
- Accesibilidad: El sitio es de fácil acceso; no existen gradas que dificulten llegar al lugar con la bicicleta, ni una presencia excesiva de vehículos que obstaculicen la llegada.

El diseño de las facilidades de estacionamiento puede tener grandes variaciones, sin embargo, para el estacionamiento de corta estancia, se recomienda el uso de una “U invertida”, el cual es reconocido popularmente por su facilidad de uso (ver Figura 44). Dentro de sus bondades se tiene:

- Es de uso intuitivo y proporciona dos puntos de apoyo para la bicicleta.
- Permite un uso eficiente del espacio.
- Provee la colocación de dos bicicletas por elemento.
- Puede ser utilizado de forma independiente o modular.



a.) Independiente



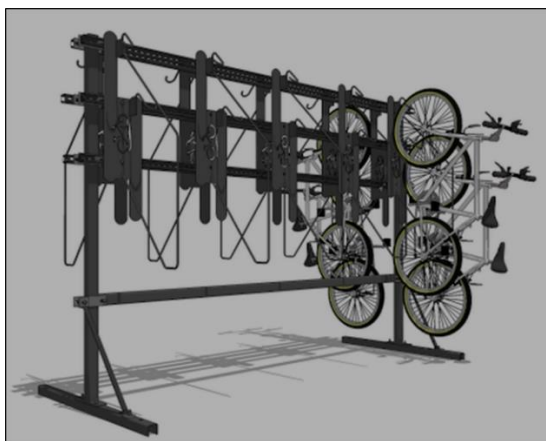
b.) Modular

Figura 44. Estacionamiento Tipo U-Invertida

Fuente. <https://cyclesafe.com/bike-parking/bike-racks/bike-corrall/>

Además, existe una serie de soluciones adicionales para el estacionamiento de bicicletas, entre ellas:

- Estacionamiento vertical: se refiere a la utilización de un soporte sobre una pared o estructura independiente en el cual se coloca la bicicleta en posición vertical (ver Figura 45).



a.) En estructura independiente



b.) Sobre Pared

Figura 45. Estacionamiento vertical para bicicletas.

Fuente. a.) <https://www.californiaoutdoor.co/product-page/K21-Freestanding-Vertical-Bike-Rack-High-Density> y b.) www.cyclehoop.com/product/racks/vertical-rack/

- Multinivel: se refiere a la estructuración del soporte en dos niveles. El soporte superior cuenta con una canaleta para deslizar la bicicleta y elevarla al segundo nivel, además de un elemento para asegurar la llanta trasera (Figura 46).

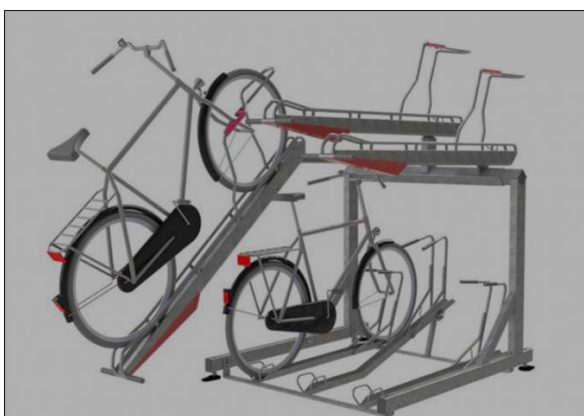


Figura 46. Estacionamiento multinivel para bicicletas.

Fuente. <https://www.klaverfietsparkeren.com/product-design/two-tier-bicycle-parking/2parkup-two-tier-bicycle-parking-system> y <https://bikeelegal.com/conheca-o-magnifico-bicicletario-com-5-mil-vagas-na-holanda-2/amp/>

- Casillero: Este tipo de estacionamiento es recomendado para soluciones de larga duración. Puede albergar la bicicleta de forma horizontal o de forma vertical, como

se muestra en la siguiente figura. Se recomienda que el casillero cuente con un gancho que permite al usuario colgar accesorios que lleve consigo al momento de utilizar dicho estacionamiento. Además, deberá ofrecer un sistema de cierre para que el usuario pueda asegurar su bicicleta.



Figura 47. Estacionamiento tipo casillero.

Fuente. <https://www.cycleracks.co>

La colocación de estos elementos puede suceder en varios formatos, los cuales se describen a continuación:

- Diseño interno o de acceso restringido: Se refiere a aquellos sitios en los que el estacionamiento se dispone en una propiedad cercada, la cual tiene el acceso restringido por medio del horario laboral de dicha dependencia. Al existir una malla, o algún elemento que regule la entrada al establecimiento, se mejora la seguridad de las bicicletas estacionadas, pero se limita el acceso al sitio según el horario de trabajo bajo el que opera el lugar (ver Figura 48).



Figura 48. Diseño interno o de acceso restringido – CENAC, San José.

- Diseño expuesto: Se refiere a aquellas zonas en las que, a pesar de estar dentro de la propiedad del establecimiento, esta no se encuentra cercada por malla o algún otro tipo de elemento. Dicha condición le da libre acceso al usuario de utilizar el estacionamiento a la hora que así lo requiera. Esta condición también se cumple en áreas de recreación, como parques o plazas públicas, donde no existe restricción de acceso al sitio (ver Figura 49).



Figura 49. Diseño expuesto – Universidad Central, Barrio Escalante.

- Diseño sobre la vía: Se refiere a sitios en los que los elementos de ciclo parqueo están dispuestos sobre la vía, en un espacio anteriormente destinado para el estacionamiento de un vehículo automotor (ver Figura 50).



Figura 50. Diseño sobre vía – Parque España, San José.

Las mejores ubicaciones para maximizar la seguridad contra el robo y el vandalismo son áreas visibles y públicas, donde se observen regularmente por los transeúntes. Dichas ubicaciones deben contar con buena iluminación por la noche, y en caso de ser concentraciones grandes de aparcamiento, estas deben ser supervisados por el personal apropiado (es decir, policías o personal de seguridad).

Para cualquier configuración de diseño que se elija implementar se debe garantizar una iluminación adecuada dentro y fuera de las instalaciones, aprovechando las luces viales ya existentes, y de ser necesario suministrar iluminación adicional.

Los estacionamientos no deben obstaculizar significativamente el movimiento de peatones en la acera, ni deben disminuir la visibilidad de los conductores en las intersecciones o cerca de los pasos de cebra. De igual manera, es importante que estos elementos no bloqueen el acceso a los controladores de semáforos, postes de luz, bolardos iluminados, etc.

13 Referencias

- Sanz Alduán, A., Vega Pindado, P., & Mateos Arribas, M. (2015). Otra política de movilidad urbana. *El Ecologista* N°84.
- (2011). *2010 Bicycle Plan: Technical Design Handbook*. Los Angeles: Department of City Planning.
- AASHTO. (1999). *Guide for the development of bicycle facilities*. Washington : AASHTO.
- Acuña, Leiva, R., Hernandez, Vega, H., Jimenez, Romero, D., Zamora, Rojas, J., & Loría, Salazar, L. (2016). *Guía de Diseño y Evaluación de Ciclovías para Costa Rica, LM-PI-USVT-007-15*. San José: PITRA - LanammeUCR.
- City of Fort Myers. (25 de Enero de 2016). *Complete Street Guidelines: Bikeway Design*. Obtenido de The City of Fort Myers Florida: <http://www.cityftmyers.com/171/Complete-Streets>
- CROW. (2011). *Manual de Diseño para el tráfico de bicicletas*. Holanda: Fiets Beraad.
- Dirección General de Obras Públicas de Zapopan. (s.f.). *Manual de Diseño de Espacio Público*. Jalisco: DGOP.
- Fajans, J., & Curry, M. (2001). Why Bicyclists Hate Stop Signs. Access, 21-22.
- (2016). *Gaceta Oficial de la Ciudad de Mexico*. Distrito Federal: Administración Pública.
- Getting around Holland by rail*. (16 de Julio de 2016). Obtenido de Holland Cycling: <http://www.holland-cycling.com/planning-your-trip/getting-around/rail>
- González, G. V. (2011). *Manual SVC: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. San Pedro: Universidad de Costa Rica.
- (ND). *Guía de Diseño de Infraestructura y Equipamiento Ciclista: Estrategia de movilidad en bicicleta de la Ciudad de Mexico*. Distrito Federal: Secretaria del Medio Ambiente.
- Instituto para políticas de Transporte y Desarrollo. (2011). *Ciclo ciudades*. México: ITPD.
- ITDP. (2011). *Ciclo Ciudades: Manual Integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas*. México: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo.
- (N.D). *Manual de Lineamientos y Estándares para Vías Peatonales y Ciclovías*. Guadalajara: Gobierno de Jalisco.
- Metro King County. (16 de Julio de 2016). Obtenido de Loading your bike: <http://metro.kingcounty.gov/tops/bike/>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. Bogotá: Ministerio de Transporte de Colombia.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile. (2015). *Vialidad Ciclo Inclusiva*. Santiago de Chile: Imprenta Maval.

National Association of City Transportation Officials. (18 de Marzo de 2014). *NACTO*. Obtenido de Urban Bikeway Design Guide, Second Edition: <http://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/>

Oregon Department of Transportation. (2011). *Bycycle and Pedestrian Design Guide*. Oregon: Oregon DoT.

SIECA. (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*. Guatemala: Secretaría de Integración Económica Centroamericana.

Transport of London. (2014). *London Cycling Design Standards*. Londres: ToL.

Turn Box. (18 de 08 de 2016). Obtenido de The City of Columbus: <https://columbus.gov/publicservice/bicycle-program/Turn-Box/>

**APÉNDICE A: ENCUESTA PARA
CARACTERIZACIÓN
DE USUARIOS CICLISTAS
Y SU MOVILIDAD EN ZONA DE ESTUDIO**

PARA USO DEL ENCUESTADOR

Nombre: _____

Hora en que realizó la encuesta: _____

Fecha: _____

Ubicación: _____

INSTRUCCIONES:

POR FAVOR RESPONDA ESTA ENCUESTA SI Y SOLO SI USTED ES USUARIO ACTIVO DE LA BICICLETA.

LA ENCUESTA CONSTA DE 32 PREGUNTAS Y LE TOMARÁ APROXIMADAMENTE 10 MINUTOS COMPLETARLA. SUS RESPUESTAS AYUDARÁN EN EL ENTENDIMIENTO DE LAS NECESIDADES Y COMPORTAMIENTOS DE LA POBLACIÓN CICLISTA ACTUAL EN LA ZONA, Y SERÁN CONSIDERADAS PARA EL DESARROLLO DE FUTURA INFRAESTRUCTURA CICLISTICA.

- 1.) Genero:
 - a. Femenino
 - b. Masculino
- 2.) Rango de edad:
 - a. Menor a 15 años
 - b. 16-25 años
 - c. 26-35
 - d. 36-45
 - e. 46-55
 - f. Mayor a 56 años
- 3.) Ocupación: Estudiante / Empleado / Trabajo propio / Desempleado / Pensionado
- 4.) En caso de ser empleado, ¿a cuál sector se dedica?
 - a. Agricultura
 - b. Ganadería
 - c. Pesca
 - d. Educación
 - e. Comercio
 - f. Servicios
 - g. Industria
 - h. Construcción
 - i. Empleado público
- 5.) Escolaridad: Primaria/Secundaria/Universidad/Universidad Incompleta/Técnico/Otro: _____
- 6.) Es usted propietario de:
 - a. Bicicleta SI/NO
 - b. Carro SI/NO
 - c. Moto SI/NO
- 7.) ¿Cuenta con licencia de conducir? Si / NO, Tipo: _____.
- 8.) ¿Cómo se clasifica como ciclista?
 - a. Principiante
 - b. Moderado
 - c. Experimentado
- 9.) ¿Hace cuánto tiempo utiliza la bicicleta como medio de transporte? _____ Semanas/Meses/Años

10.) ¿Qué tipo de bicicleta utiliza?

- a. Montaña
- b. Ruta (Carreras)
- c. BMX
- d. Urbana (Banana)
- e. Carga
- f. Pública
- g. Eléctrica
- h. Otro: _____

11.) ¿Cantidad de ocupantes (incluido el conductor)

- a. Uno
- b. Dos
- c. Tres
- d. Más de tres

12.) ¿Usa casco?

- a. Siempre
- b. Usualmente
- c. Algunas veces
- d. Nunca

13.) ¿Cuántos días a la semana utiliza la bicicleta?

- a. 1 día por semana
- b. 2 días por semana
- c. 3 días por semana
- d. 4 días por semana
- e. 5 días por semana
- f. 6 días por semana
- g. 7 días por semana
- h. 1 vez al mes

14.) Cuando anda en bicicleta, ¿cómo lo hace?

- a. Solo/Sola
- b. En grupos de 2 a 5
- c. Con más de 5 personas

15.) Motivo del viaje:

- a. Estudio (Escuela, Colegio, Universidad, Otro)
- b. Trabajo
- c. Recreación
- d. Deporte
- e. Compras / Mandados
- f. Otro: _____

16.) Origen y Destino de su viaje (por favor complete todos los espacios):

ORIGEN

- a. Provincia: _____
- b. Cantón: _____
- c. Distrito: _____
- d. Señas: _____

DESTINO

- a. Provincia: _____
- b. Cantón: _____
- c. Distrito: _____
- d. Señas: _____

17.) ¿Aproximadamente, cuántos kilómetros se desplaza en cada viaje (ida y vuelta)? _____ - km

18.) Tiempo estimado de duración del viaje:

- a. Menos de 5 min
- b. 5-10 min
- c. 10-15 min
- d. 15-20 min
- e. 20-25 min
- f. 25-30 min
- g. 30-35 min
- h. 35-40 min
- i. 40-45 min
- j. Más de 45 min

19.) ¿Existe infraestructura ciclista a lo largo de su recorrido diario? SI / NO

- 20.) ¿Viaja de noche en bicicleta? SI / NO
- 21.) ¿Viaja con luces en su bicicleta o sobre su cuerpo? SI / NO
- 22.) ¿Viaja preparado para variaciones en el clima con lluvia? SI / NO
- 23.) Cuando viaja en bicicleta, ¿dónde la estaciona?
- Adentro de un edificio (Pase a la pregunta 23)
 - Afuera de un edificio
- 24.) Si estaciona su bicicleta fuera del edificio, ¿dónde la estaciona?
- Parqueo para bicicleta
 - Baranda
 - Poste de luz
 - Señal de tránsito
 - Mobiliario urbano (banca, basurero, etc.)
 - Otro: _____
- 25.) En los últimos 3 años, ¿le han robado la bicicleta? SI/NO
- 26.) ¿Viaja usted al trabajo o hacia algún centro de estudio en bicicleta?
- SI
 - NO (pase a la pregunta N° 26)
- 27.) Si viaja al trabajo o al sitio de estudio en bicicleta, ¿cuál es la principal motivación para hacerlo? (puede marcar varios)
- Salud
 - Economía
 - Ahorro de tiempo, evitando presas
 - Ahorro de combustible
 - Colaboro con el ambiente, ya que no contamina
 - No cuento con vehículo motorizado
 - Mala calidad del servicio de transporte público
 - Otro: _____
- 28.) Si no viaja al trabajo o sitio de estudio en bicicleta, ¿cuál es la principal razón por la que no lo hace?
- Falta de infraestructura ciclista
 - Llego más rápido en carro o en bus
 - Delincuencia
 - No tengo donde estacionar la bicicleta
 - No tengo donde bañarme / cambiarme
 - Los recorridos son muy largos
 - Me siento inseguro transitando en la calle
 - Hay muchas cuestas
 - Hay mucho tránsito
 - Vehículos estacionados
 - No me gusta compartir el espacio con los carros, buses, etc.
 - Otro: _____
- 29.) ¿Combina el uso de la bicicleta, con otros modos de transporte para llegar a su destino?
- Si, tren.
 - Si, bus.
 - Si, carro.
 - No.
- 30.) ¿En los últimos 3 años, ha tenido algún accidente en bicicleta? Si responde no, favor pasar a la pregunta 30.
- Si, grave. Colisioné con: Peatón / Ciclista / Automotor / Objeto fijo / Otro: _____
 - Si, leve. Colisioné con: Peatón / Ciclista / Automotor / Objeto fijo / Otro: _____
 - No.

31.) Razón del accidente:

- a. Falta de pericia
- b. Imprudencia del conductor del automotor
- c. Imprudencia del peatón
- d. Mal estado de la infraestructura

32.) Sitio en donde ocurrió el accidente:

- a. Sobre facilidad ciclista (carril compartido, delimitada, segregada, independiente)
- b. Sobre la carretera
- c. En una intersección: Con semáforo / Alto-Ceda
- d. Sobre la acera

33.) ¿Cuán seguro se siente andando en las calles?

- a. En hora pico
 - i. Muy seguro
 - ii. Seguro
 - iii. Medianamente seguro
 - iv. Poco seguro
 - v. Muy inseguro
- b. Fuera de hora pico
 - i. Muy seguro
 - ii. Seguro
 - iii. Medianamente seguro
 - iv. Poco seguro
 - v. Muy inseguro

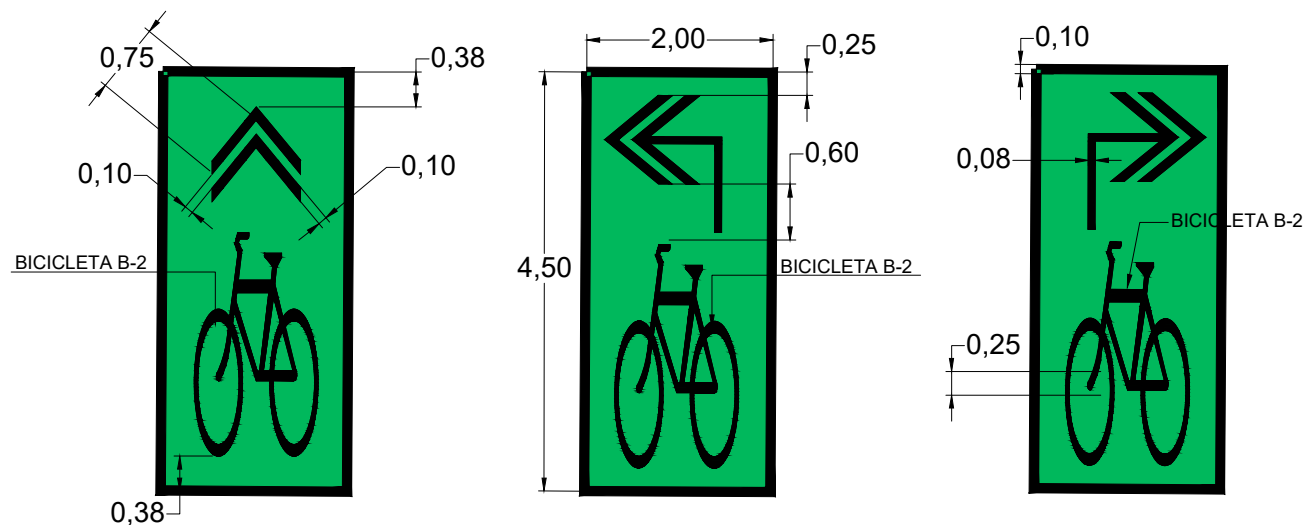
34.) En orden de prioridad del 1 al 6, siendo 1 el más importante, numere cuál de los siguientes aspectos crees que son más importantes a la hora de planificar un recorrido para una ciclo ruta.

- a. ____ Recorridos con pocas cuestas
- b. ____ Señalización
- c. ____ Ruta continua sin interrupciones o muy poca interrupción
- d. ____ Ruta lo más directa posible
- e. ____ Mantenimiento de la ruta
- f. ____ Reducción de la velocidad del vehículo automotor
- g. ____ Separación física

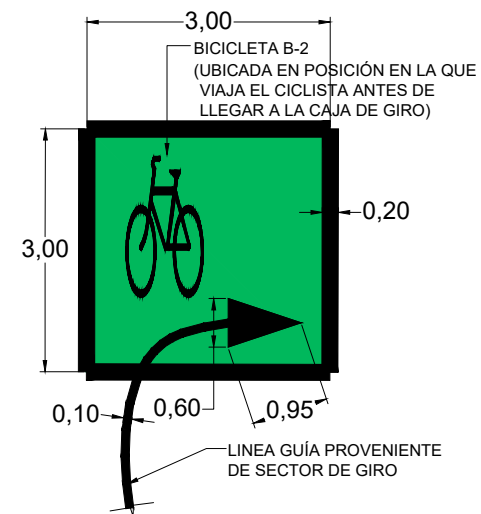
35.) Ingreso Familiar:

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| a. 0-250 mil colones | e. 850-1 millón de colones |
| b. 250-450 mil colones | f. Más de 1 millón de colones |
| c. 450-650 mil colones | g. Otro: _____ |
| d. 650-850 mil colones | (valor aproximado) |

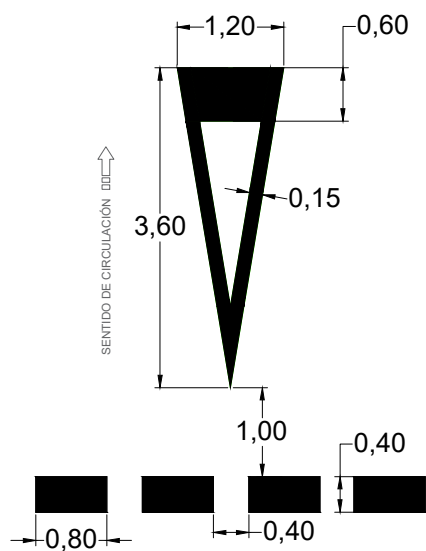
36.) Espacio para comentarios u observaciones:



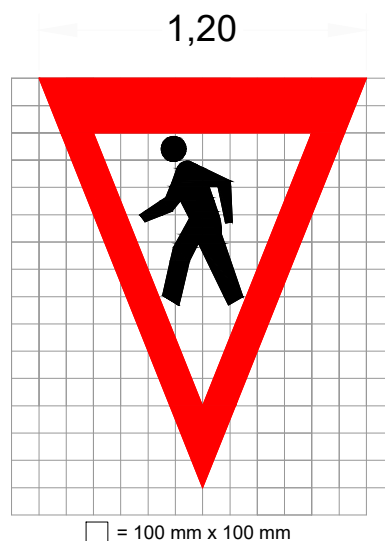
DETALLE DE SIMBOLOS PARA CARRIL COMPARTIDO
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN CENTIMETROS)



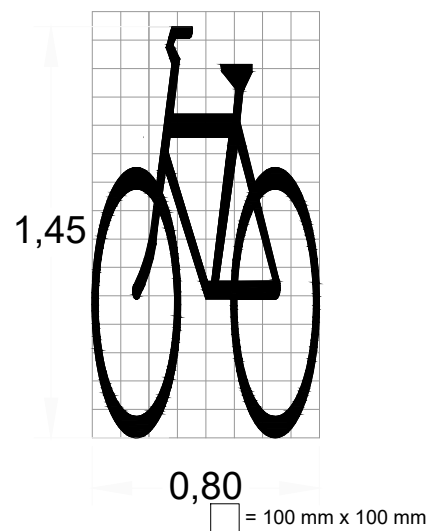
CAJA DE GIRO
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



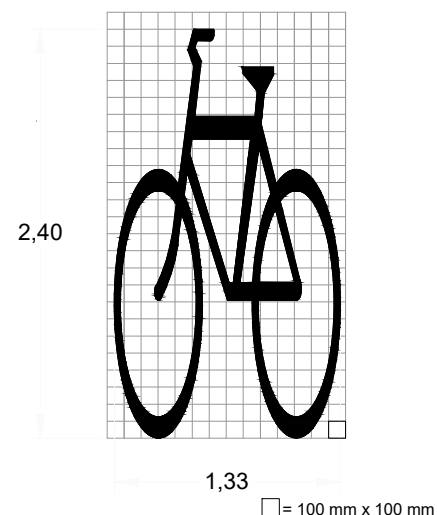
TRIÁNGULO DE PRIORIDAD
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



SÍMBOLO DE CEDA A PEATÓN
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



SÍMBOLO DE BICICLETA B-1
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



SÍMBOLO DE BICICLETA B-2
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)

PLANO N° 1:

DETALLES DE SEÑALIZACIÓN 1

DOCUMENTO:

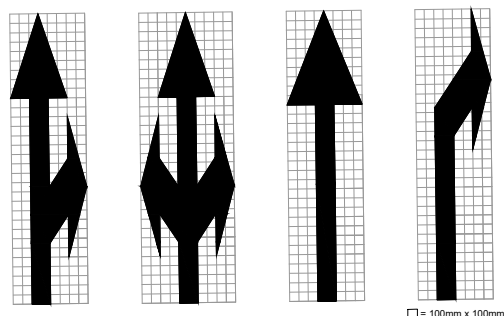
GUÍA TÉCNICA DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURA CICLISTA

EDICIÓN:

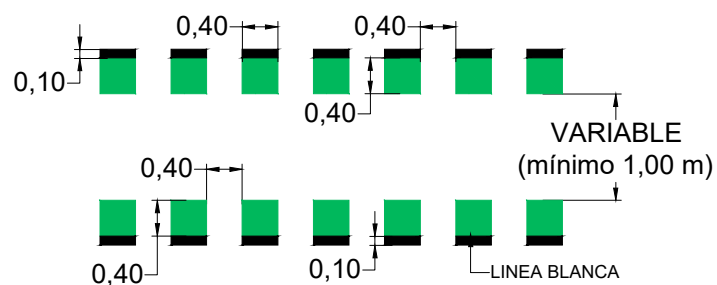
III EDICIÓN
NOVIEMBRE, 2019.

DIVISIÓN DE TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

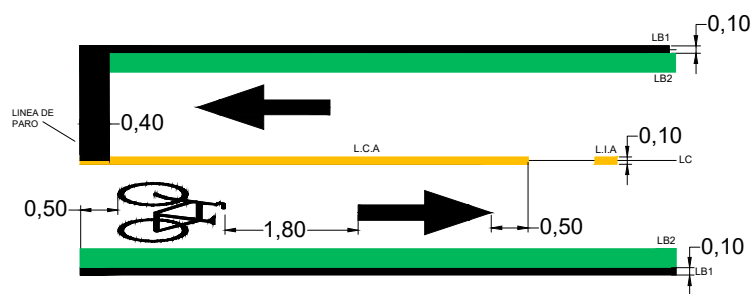




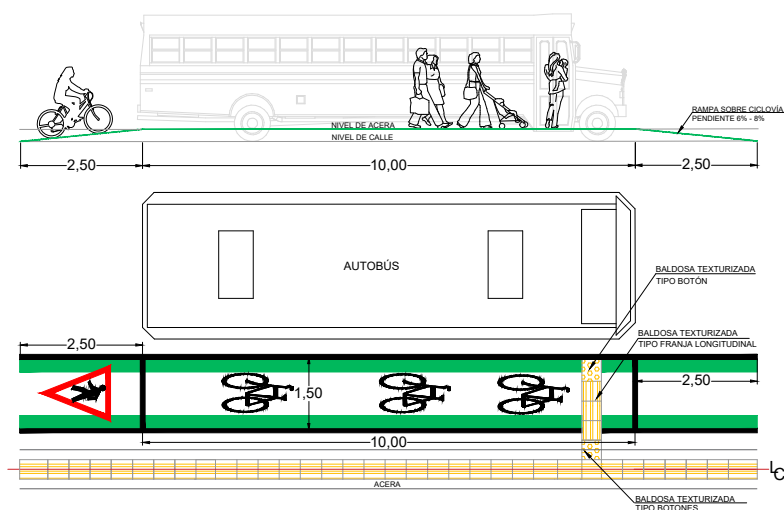
FLECHAS PARA CICLO VÍA
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



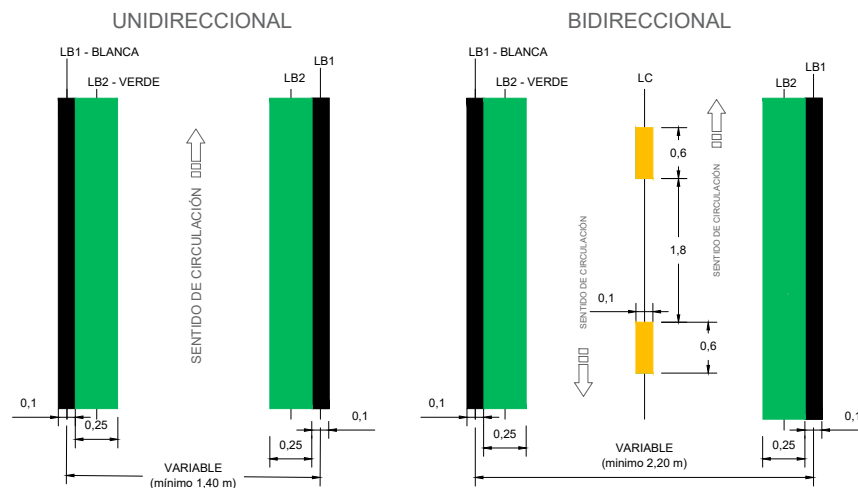
DETALLE DE CRUCE EN INTERSECCIÓN
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



DISPOSICIÓN BIDIRECCIONAL
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



CICLO VÍA ELEVADA EN PARADAS DE AUTOBÚS
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



SECCIÓN TÍPICA SEGÚN SENTIDO DE CIRCULACIÓN
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)

PLANO N° 1:

DETALLES DE SEÑALIZACIÓN 1

DOCUMENTO:

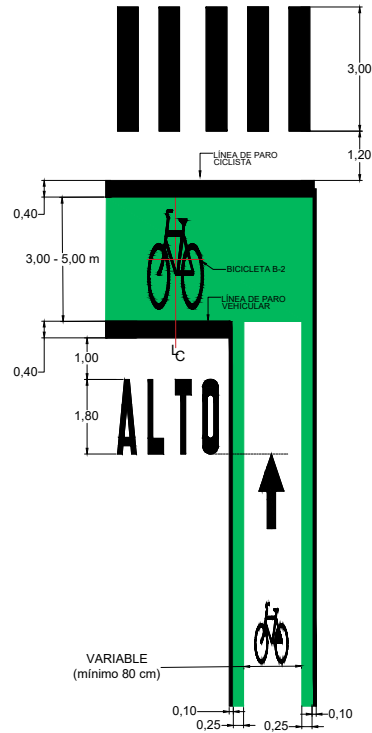
GUÍA TÉCNICA DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURA CICLISTA

EDICIÓN:

III EDICIÓN
NOVIEMBRE, 2019.

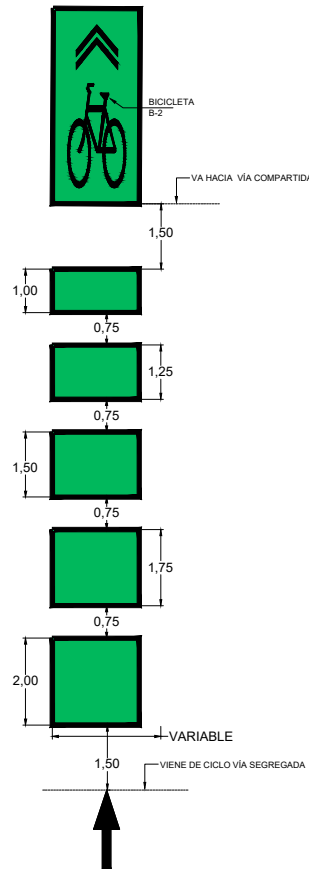
DIVISIÓN DE TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS





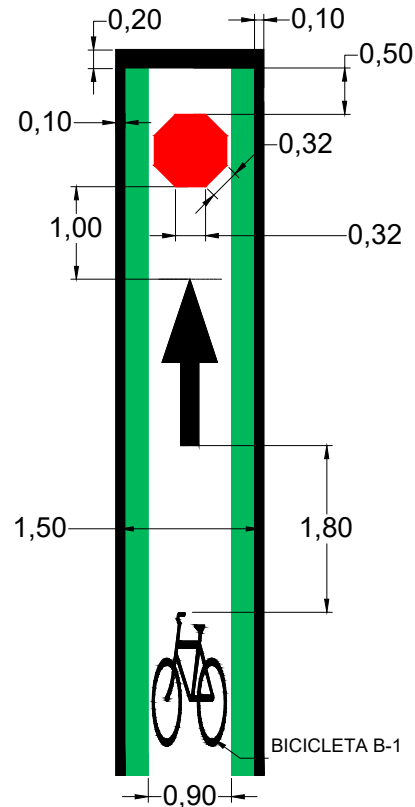
DISTANCIAS PARA BICI CAJA CON SENDA PEATONAL

SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



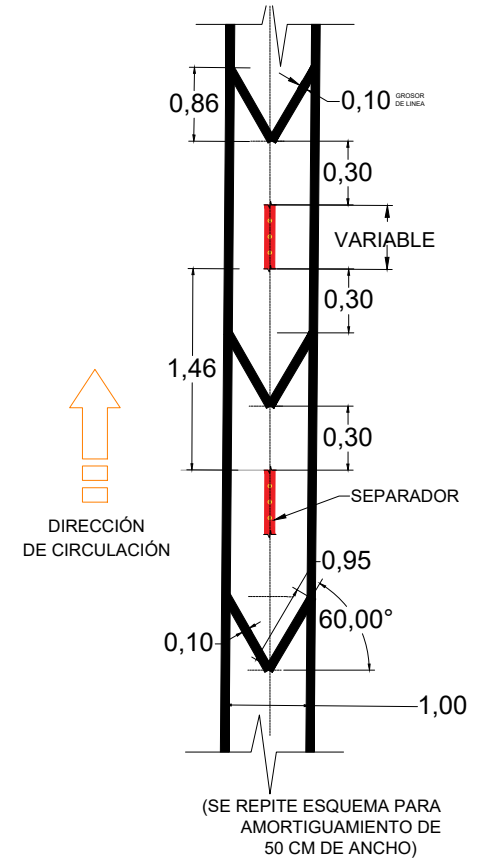
PASO DE CV SEGREGADA A CARRIL COMPARTIDO

SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



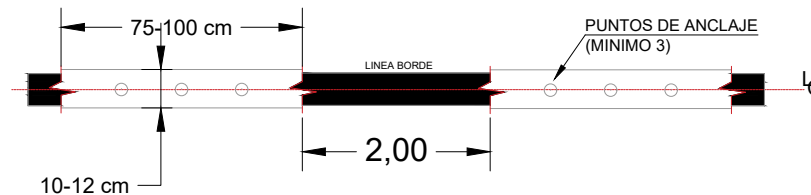
PINTURA EN CICLOVIA UNIDIRECCIONAL

SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



AMORTIGUAMIENTO

SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



DISPOSICIÓN DE SEPARADOR FÍSICO

SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)

PLANO N° 3:

DETALLES DE SEÑALIZACIÓN 3

DOCUMENTO:

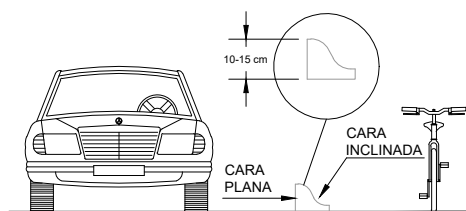
GUÍA TÉCNICA DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURA CICLISTA

EDICIÓN:

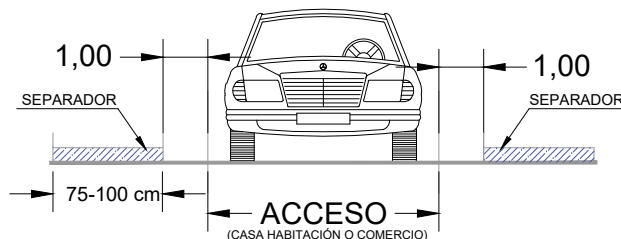
III EDICIÓN
NOVIEMBRE, 2019.

DIVISIÓN DE TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

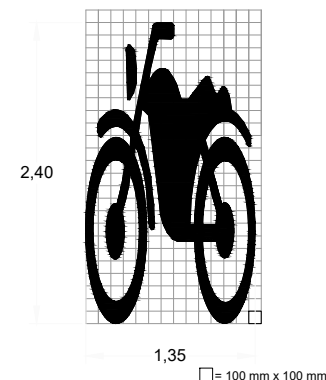




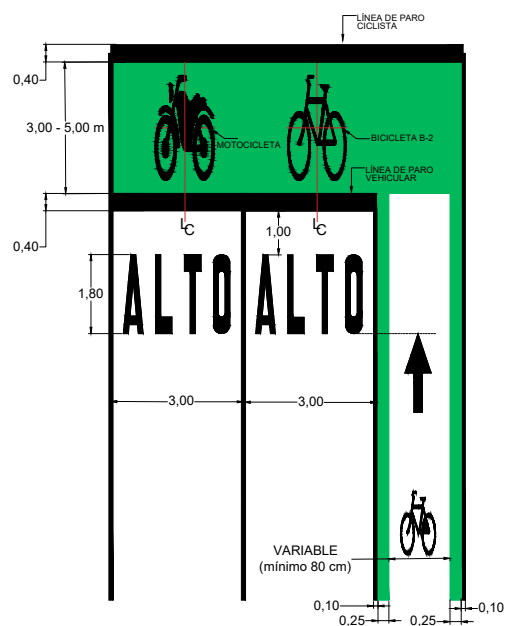
SEPARADOR FÍSICO RECTANGULAR
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



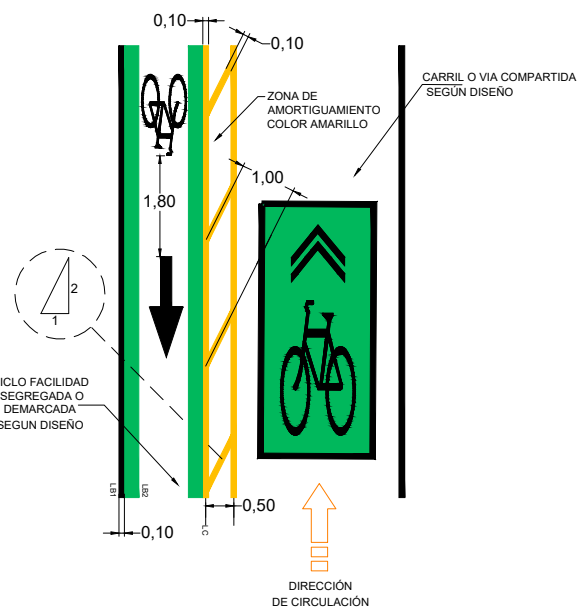
DISPOSICIÓN DE SEPARADOR FÍSICO FRENTE A ACCESOS
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



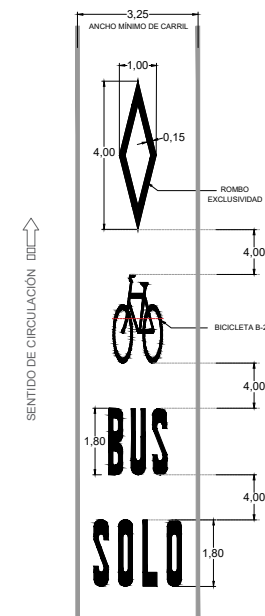
SÍMBOLO DE MOTOCICLETA
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



CONFIGURACIÓN PARA BICI CAJA CON MOTOCICLETA
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



CIRCULACIÓN COMBINADA
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)



CARRIL COMPARTIDO BUS-BICI
SIN ESCALA (DIMENSIONES INDICADAS EN METROS)

PLANO N° 4:

DETALLES DE SEÑALIZACIÓN 4

DOCUMENTO:

GUÍA TÉCNICA DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURA CICLISTA

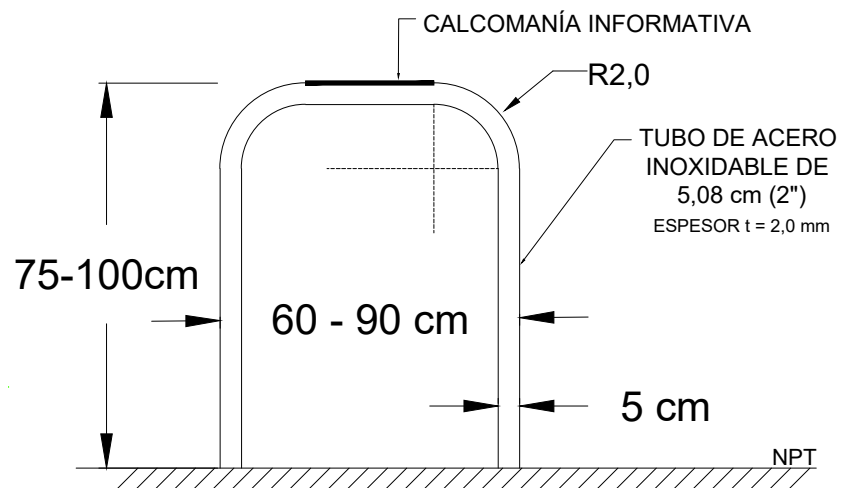
EDICIÓN:

III EDICIÓN
NOVIEMBRE, 2019.

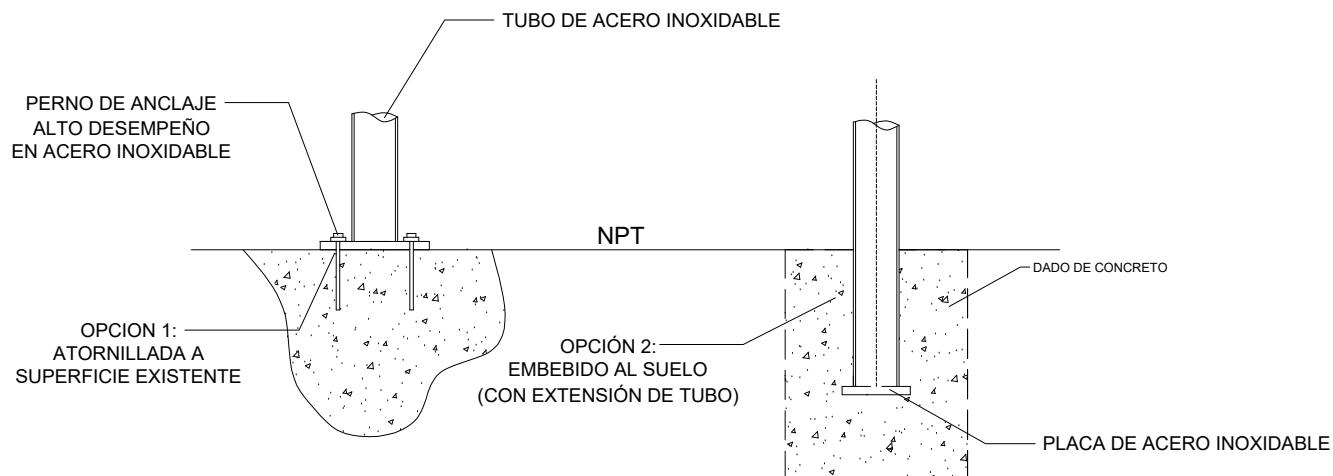
DIVISIÓN DE TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS







DETALLE DE TUBO DE ACERO INOXIDABLE
SIN ESCALA



DETALLE DE OPCIONES DE ANCLAJE
SIN ESCALA

PLANO N° 6:

DETALLES DE SEÑALIZACIÓN 6 - ESTACIONAMIENTO PARA BICICLETAS

DOCUMENTO:

GUÍA TÉCNICA DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURA CICLISTA

EDICIÓN:

III EDICIÓN
NOVIEMBRE, 2019.

DIVISIÓN DE TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

