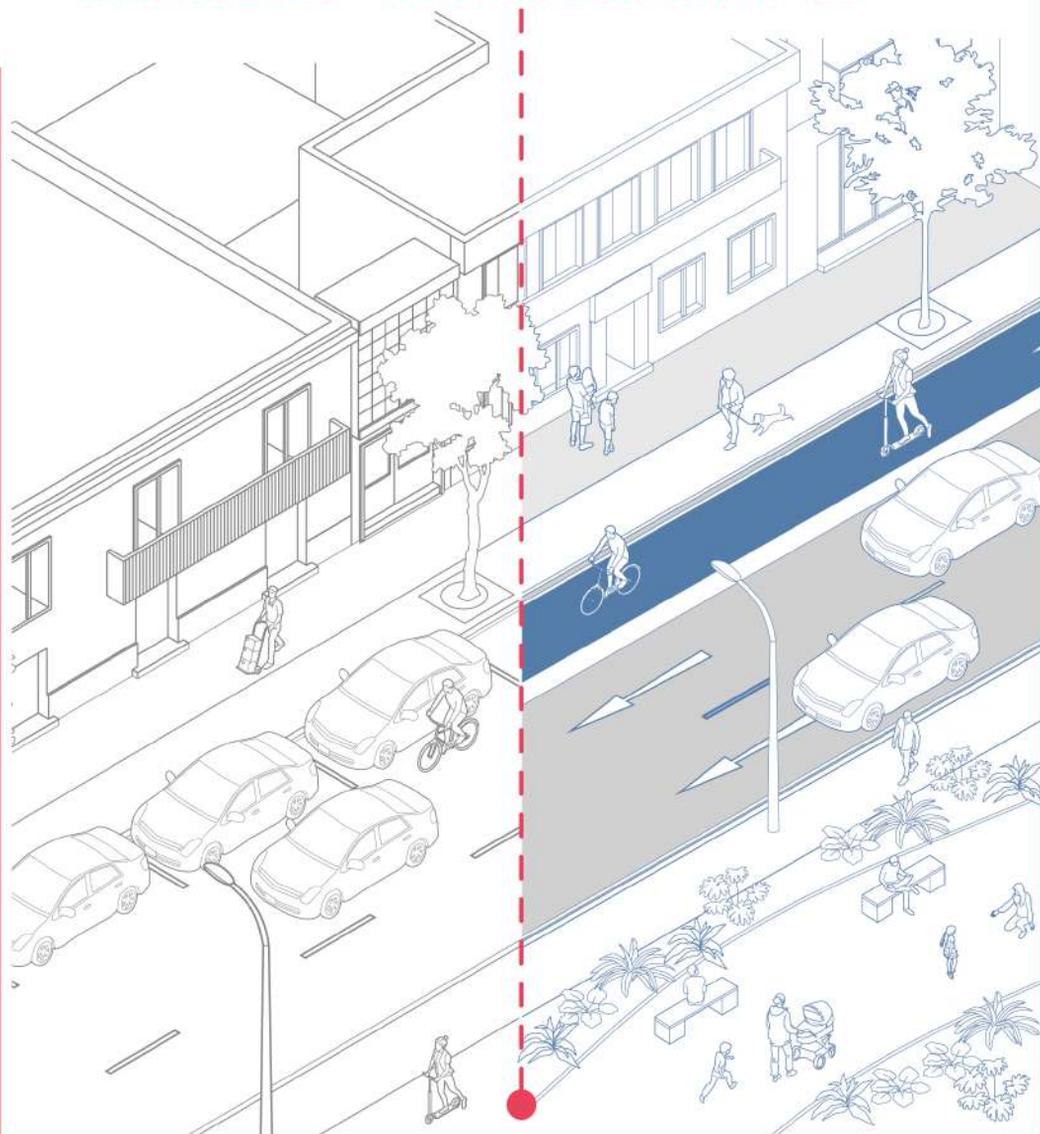


GUÍA DISEÑO VIAL

CICLO-INCLUSIVO



GUÍA DISEÑO VIAL CICLO -INCLUSIVO



**Movilidad
Activa**

GUÍA DISEÑO VIAL CICLO-INCLUSIVO

Colección: Monografías y ensayos

Serie: Transporte, arquitectura y urbanismo

Título: Guía de diseño vial ciclo-inclusivo

Autores: SECTRA

SECTRA:

Rodrigo Medina, Secretario Ejecutivo

Patricia Ortega, Coordinadora Nacional

Movilidad Activa: Tomás Echiburú Altamirano, Mariana Ticona Cortez, Sandra Aguilera Cortés y Cristina Arriola Cerón

W Ingeniería: Ariel López, Claudio Olivares Medina,
Alba Vásquez, Cristián López y Rubén Pino

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Gobierno de Chile
Santiago, 2025

Bajo licencia Creative Commons: Se permite la redistribución de este contenido siempre y cuando se reconozca a las y los autores de la obra, no se haga uso comercial y no se ejecuten obras derivadas.

Cómo referenciar este documento:
Programa de Vialidad y Transporte Urbano. (2024).
Guía de diseño vial ciclo-inclusivo.
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

DE LA CREACIÓN DE ESTA GUÍA

Los contenidos de este documento fueron desarrollados a partir de la revisión y adaptación de manuales internacionales, que luego fueron validados y complementados a partir de las observaciones surgidas de los talleres realizados en Antofagasta, La Serena, Chillán y Puerto Montt.

Agradecemos a los y las profesionales de municipalidades, gobiernos regionales y otros ministerios que aportaron con su experiencia y conocimiento en la elaboración de esta guía.

AGRADECIMIENTOS

Entrevistas:

Didier Saintard
Paulo Queirolo
Álvaro Jordán
Mario Reyes
Joaquín Carrasco
Sebastián Genta
Gerardo Fercovic
Margarita Méndez
Ignacio Jara
Karin Rudiger
Raimundo Agliati M
Ricardo Hurtubia
Mathias Koch
Manuel González

Representación visual y gráfica:

Francisca Parra Huerta
Jessica Ibaceta Martínez

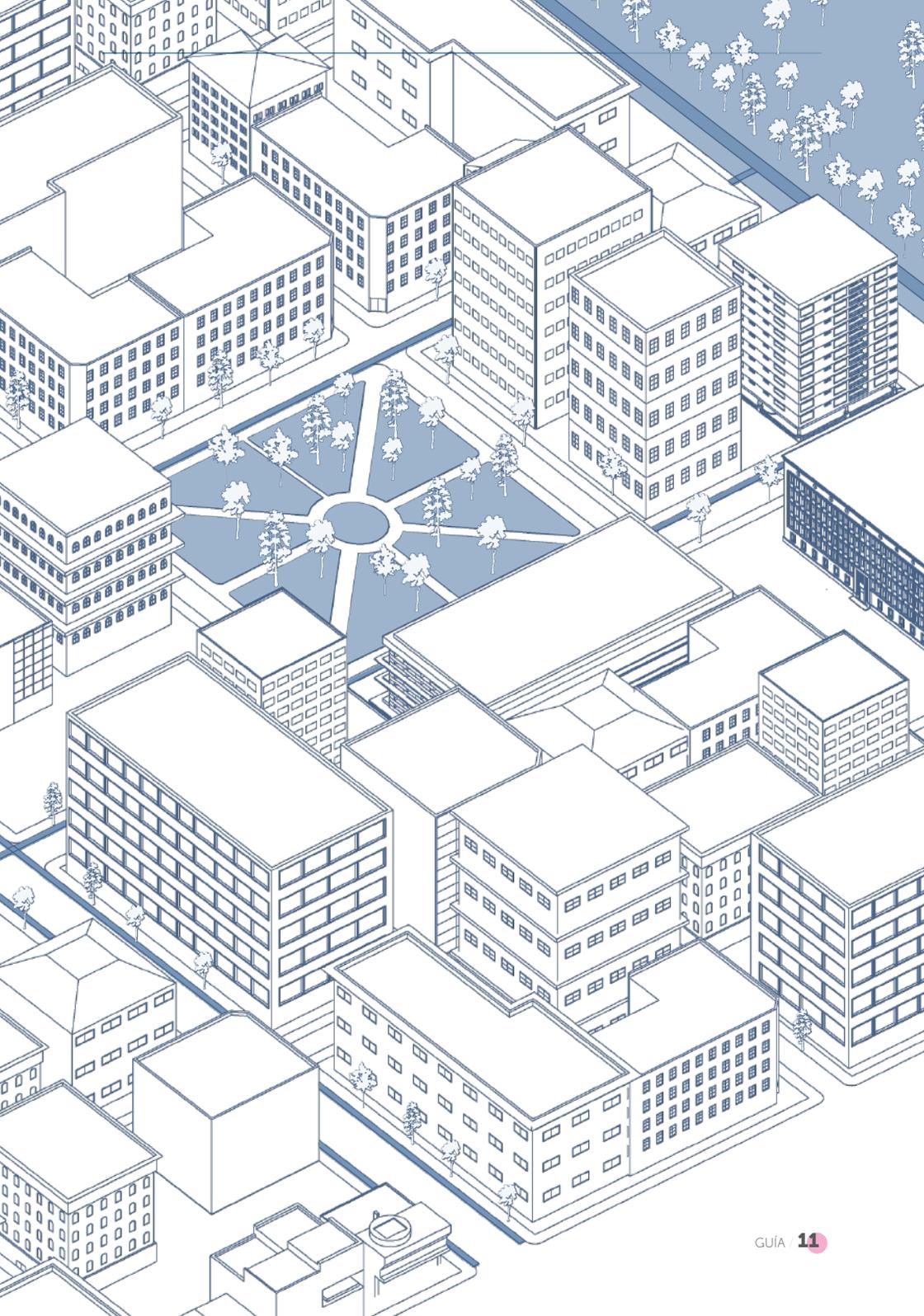
Índice

Glosario	12
Prólogo	14
Sobre esta guía	16
FUNDAMENTOS	19
Definiciones	20
La red de ciclo-infraestructura	27
Composición, principios y requisitos de la red	27
Separar, segregar o integrar	30
Equilibrar la función, forma y uso de la vía	34
Comprendiendo la red a través de nodos y arcos	36
Parámetros de diseño	40
El acuerdo de circulación	44
El perfil libre para circulación de ciclos	48
La resistencia al pavimento, el viento y la pendiente	53
Espacio de circulación para vehículos motorizados.....	56
DISEÑO	62
El proceso de diseño	65
Etapas de implementación de ciclo-infraestructura	65
Tareas para la elaboración de un anteproyecto.....	68
Definición del trazado	71

Establecer los tramos homogéneos	73
Definir las tipologías de los tramos.....	74
Desarrollar los perfiles por tramo	79
Estrategias de cabida.....	79
Selección del emplazamiento	81
Recomendaciones de emplazamiento.....	87
Analizar los nodos e interacciones complejas	89
Metodología para el análisis de Intersecciones.....	91
Maniobras en las intersecciones.....	96
Perfiles.....	100
El diseño de los perfiles	100
Perfiles integrados.....	103
Ciclocalle unidireccional combinada con contraflujo	103
Ciclocalle bidireccional	108
Perfiles segregados.....	111
Ciclovía unidireccional por la derecha.....	111
Ciclovías unidireccionales a ambos costados.....	117
Ciclovías laterales derecha con contraflujo.....	123
Ciclovía lateral izquierda bidireccional	126
Perfiles separados	130
Ciclovía en vía verde	130
Ciclovías de borde.....	132
Intersecciones.....	135
Reducir la velocidad.....	137
Brindar visibilidad.....	140
Definir preferencia de paso	143
Tipologías de intersecciones.....	145
Intersecciones protegidas.....	147
Intersecciones demarcadas	151
Intersecciones con vías locales o ZTC.....	153
Rotondas	155

Interacciones complejas	160
Interacción con el transporte público	162
Vías prioritarias de Transporte Público	163
Paradas del Transporte Público	163
Zonas de carga y descarga	169
Accesos vehiculares de alta intensidad	173
Climas extremos	176
Señalización	180
Señales verticales	183
Demarcación.....	190
Segregación	193
Semaforización	202
Los semáforos en las distintas etapas de un proyecto.....	208
Referencias	214





Glosario

Acera: Parte de una vía destinada principalmente para circulación de peatones, separada de la circulación de vehículos¹.

Adelantamiento: Maniobra efectuada por el costado izquierdo del eje de la calzada, mediante la cual un vehículo se sitúa delante de otro u otros que le anteceden².

Bicicleta: Ciclo de dos ruedas cuyos pedales transmiten el movimiento a la rueda trasera, generalmente por medio de un plato, un piñón y una cadena².

Calzada: Parte de una vía destinada a la circulación de vehículos motorizados y no motorizados¹.

Ciclista: Persona usuaria de la bicicleta u otros ciclos.

Demarcación: Símbolo, palabra o marca, de preferencia longitudinal o transversal, sobre la calzada, para guía del tránsito de vehículos y peatones².

Doble Chevrón: Demarcación que se utiliza para ciclocalles.

Estacionamientos: Lugar permitido por la autoridad para estacionar².

Etapas de anteproyecto: Se entenderá por aquella en la que se adoptan las decisiones vinculadas con el trazado y el perfil de la ciclovía, su emplazamiento en la faja vial y la identificación y análisis de potenciales conflictos⁴.

Etapas de proyecto: Aquella en la que se desarrolla el diseño definitivo de la ciclovía, otorgando solución a los conflictos identificados en la etapa de anteproyecto⁴.

Fase semafórica: Estado del semáforo en el que no existen cambios en el derecho de paso de los y las usuarias; una fase se inicia o termina cuando al menos un movimiento (vehicular o peatonal) gana o pierde derecho de paso³.

Líneas de deseo: Trazados conceptuales rectos que unen los orígenes y destinos de las personas.

Línea de detención de vehículos: La línea transversal a la calzada, demarcada o imaginaria, antes de una intersección o un paso para peatones, que no debe ser sobrepasada por los vehículos que deban detenerse. Si no estuviera demarcada, se entiende que está:

a) en cruces regulados y pasos para peatones, a no menos de un metro antes de éstos, y

b) en otros cruces, justo antes de la intersección².

Línea de detención adelantada: Línea transversal a la calzada demarcada conforme al reglamento, antes de un cruce regulado con semáforo, que determina el inicio de la zona de espera especial para conductores de ciclos o motocicletas².

Pistas de circulación: Faja demarcada o imaginaria, destinada al tránsito de una fila de vehículos².

Radio de giro: Radio del arco de la curva que describe la rueda delantera exterior de un vehículo en el transcurso de una maniobra de viraje³.

Semáforos: Dispositivo luminoso mediante el cual se regula la circulación de vehículos y peatones².

Velocidad máxima permitida: Velocidad normada de una vía.

Vía: Calle, camino u otro lugar destinado al tránsito de vehículos o peatones².

Vereda: Parte pavimentada de la acera¹.

Zona de Tránsito Calmado: Vía o conjunto de vías emplazadas en zonas urbanas, definidas dentro de una determinada área geográfica, en las que a través de condiciones físicas u operacionales de las vías se establecen velocidades máximas de circulación inferiores a las establecidas en la ley, pudiendo éstas ser de 40 kilómetros por hora, 30 kilómetros por hora o 20 kilómetros por hora².

(1) Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

(2) Ley de Tránsito N° 18.290

(3) Manual de señalización de tránsito.

(4) Decreto Supremo N° 102 de 2021.

Prólogo

La promoción de la movilidad sostenible es un compromiso ineludible para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, tal como se refleja en la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible y el Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Estos documentos son la base de nuestro trabajo para alcanzar la carbono neutralidad como meta para el 2050, un objetivo crucial en la lucha contra el cambio climático y para el futuro de nuestro país.

Y dentro de la movilidad sostenible, el uso de los ciclos, y principalmente de la bicicleta, aparece como especialmente relevante, pues permite que nuestros viajes sean bajos en congestión, contaminación, emisiones de gases de efecto invernadero, fatalidades, ruido y como contraste altos en felicidad, ejercicio y salud. Por todo eso es que considero que la nueva **Guía de Diseño Vial Ciclo-inclusivo**, que presentamos hoy, es un paso fundamental

para hacer realidad esa visión de un Chile más sostenible. Esta guía, elaborada por el Área de Movilidad Activa de SECTRA, entrega las herramientas necesarias para planificar y diseñar ciclo-infraestructura de calidad en nuestras ciudades. El enfoque de la ciclo-inclusión, que promueve esta guía, va más allá de la simple construcción de ciclo-vías. Busca crear un ecosistema de movilidad multimodal, justo y equitativo, que reconozca la diversidad de necesidades de quienes optan por la bicicleta y facilite su integración armónica -y de otros ciclos- con los demás modos de transporte y también con el espacio público. El fin último es consolidar a los ciclos como un modo de transporte seguro, cómodo y conveniente para todo tipo de personas sin importar su edad, género o habilidades físicas.

Esta guía es un complemento al Decreto Supremo 102, que define las características de diseño mínimas de las vías

para la circulación de ciclos en tipologías segregadas y separadas, así como las condiciones operacionales para la inclusión de la bicicleta en el sistema vial. La guía expande este piso mínimo, ofreciendo una visión más amplia y detallada para el diseño de infraestructura ciclista que sea segura, cómoda y atractiva. La **“Guía de Diseño Vial Ciclo-inclusivo”** no se limita a replicar modelos internacionales. Reconoce la realidad local y propone soluciones adaptadas al contexto chileno, considerando las particularidades de nuestras ciudades, la normativa vigente y las prácticas de movilidad de las personas.

A diferencia de otras publicaciones, esta guía no se presenta como un documento estático, sino como una plataforma web dinámica en constante evolución. Esto permitirá mantener la información actualizada, adaptándose a los cambios normativos que puedan surgir y explorando nuevas posibilidades y tipologías que surjan de buenas prácticas locales. La web de movilidad activa, además de la guía, ofrece una serie de herramientas innovadoras para facilitar la planificación e implementación de infraestructura ciclo-inclusiva en el país. Por ejemplo, incluye un visor de ciclovías, que permite ver las redes planificadas y

construidas en cada ciudad, así como también contempla una sección de procedimientos, que presenta formatos tipo, material de apoyo y un formulario único para el ingreso de proyectos a revisión por parte del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Esperamos que esta guía se convierta en una herramienta fundamental tanto para el sector público en todos sus niveles -nacional, regional y municipal-, como para consultores, involucrados en la planificación y el diseño de nuestras ciudades, promoviendo espacios públicos armónicos para avanzar hacia un Chile más sostenible, equitativo y con mejor calidad de vida para todos y todas.



Juan Carlos Muñoz Abogadir
Ministro de Transportes y
Telecomunicaciones

Sobre esta guía

Para qué sirve la guía

Esta guía entrega recomendaciones para el diseño de infraestructura ciclo-inclusiva, tomando como punto de partida la normativa vigente y explorando las posibles configuraciones espaciales que de ahí surgen. Esta guía no pretende entregar soluciones absolutas a problemas específicos, sino que ofrece recomendaciones y lineamientos para que los equipos a cargo de la planificación puedan desarrollar o revisar de mejor manera proyectos de ciclo-infraestructura dependiendo de cada contexto.

A quiénes está dirigida

Diseñadores y planificadores urbanos especializados en el desarrollo de proyectos ciclo-inclusivos.

Equipos técnicos de entidades públicas encargados de la revisión y aprobación de nuevos proyectos de ciclo-infraestructura.

Organizaciones sociales, universidades, investigadores y comunidad en general, que estén interesados en conocer y aprender sobre los lineamientos básicos para el diseño vial ciclo-inclusivo en Chile.

La guía en diferentes formatos

La Guía de Diseño Vial Ciclo-inclusivo fue pensada, inicialmente, para ser revisada en formato web. Esto ofrece mayor flexibilidad en la lectura, además de facilitar la incorporación de nuevos artículos y la expansión del contenido a medida que se desarrollan nuevas tecnologías, se implementan cambios normativos, o se adquieren nuevos

conocimientos en el campo del diseño vial ciclo-inclusivo.

Esta edición impresa ofrece una versión reducida del contenido, que se enfoca principalmente en la sección de Diseño. Sin embargo la versión completa está compuesta de tres partes:

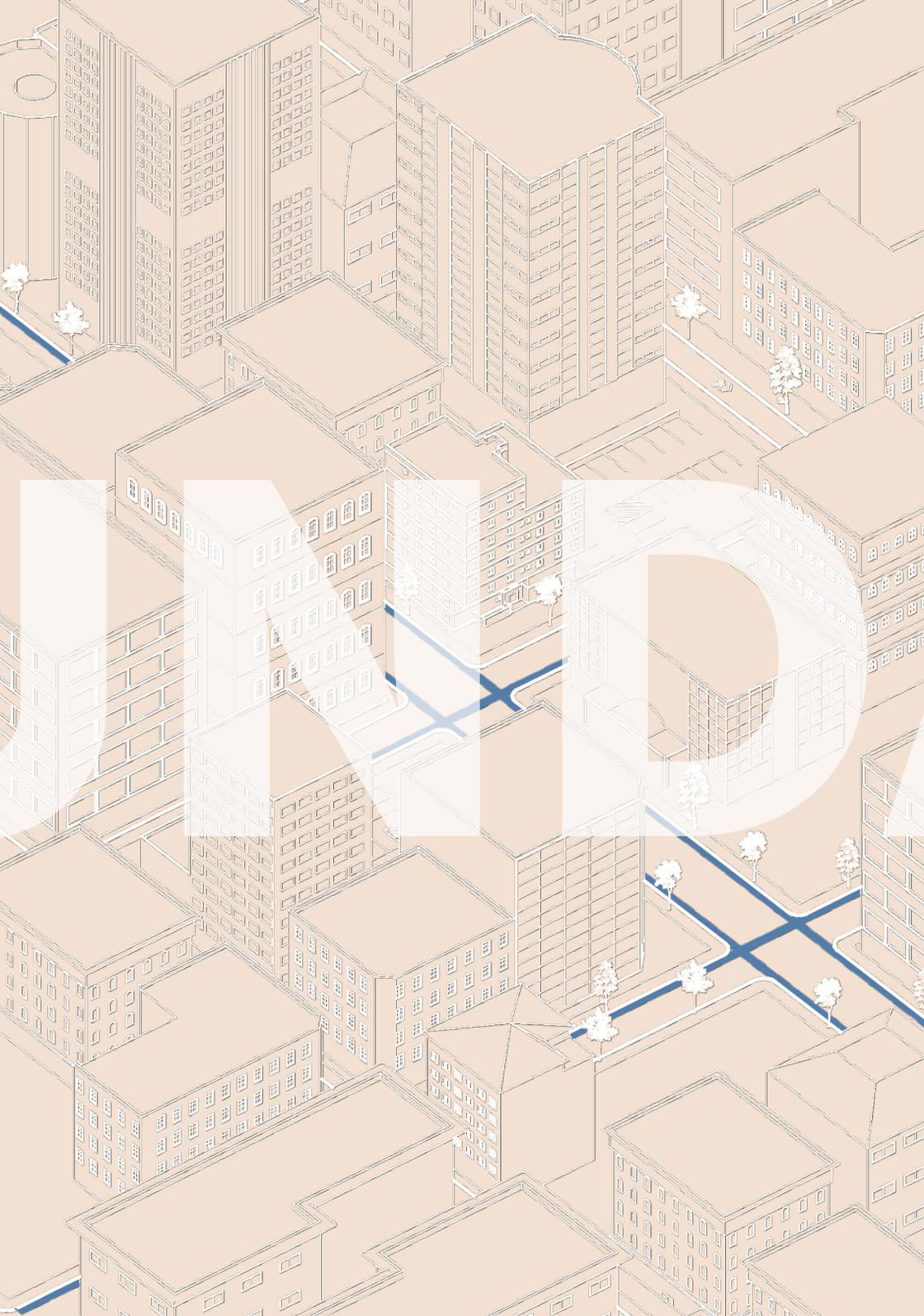
- **Fundamentos:** Presenta el marco normativo, las políticas de transporte vigentes en Chile y definiciones clave. Además, introduce lineamientos generales de planificación y diseño ciclovial.
- **Diseño:** Explica paso a paso el proceso de diseño de un anteproyecto ciclovial, y entrega una forma secuencial de toma de decisiones para abordarlo. Además, profundiza en la identificación y resolución de aquellos problemas de mayor complejidad y que requieren especial atención.

- **Procedimiento:** Explica el proceso de aprobación operacional por el que deben pasar todos los proyectos cicloviales en Chile, y entrega material complementario para facilitar su desarrollo y presentación.

Para revisar el contenido completo y actualizado de la guía, en su versión web, visitar:



www.movilidadactiva.sectra.gob.cl





FUNDAMENTOS

Definiciones

La movilidad sostenible

La movilidad sostenible comprende el conjunto de acciones que permite a las personas, colectivos y comunidades, satisfacer las necesidades de desplazamiento, acceso, comunicación y convi-

venia, privilegiando la equidad social, la integración urbana, el mejoramiento y buen uso de los espacios públicos a través de medios de locomoción de bajo coste social, ambiental y energético sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2022, p.15).



Fotografía 1. Ciclista. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

El transporte activo

El transporte activo se refiere a la acción de trasladarse mediante el uso de la energía del cuerpo humano para impulsarse. En su forma más simple, comprende caminar y trotar. Sin embargo, existen dispositivos, como los

ciclos, que permiten extender las posibilidades para hacer más eficiente el uso de la energía, facilitando un menor tiempo de viaje, alcanzar mayores distancias o brindar diversión a la experiencia de moverse (Cook, S. et al, 2022).



Fotografía 2. Vías recreativas dominicales. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Los ciclos

Los ciclos son el conjunto de vehículos que, por un lado, requieren de la energía y el movimiento producido por el cuerpo humano para ser impulsados, o pueden contar motores eléctricos, que asisten o reemplazan el trabajo del cuerpo humano. Estos motores

tienen una potencia máxima de 250 watts, la que se ve disminuida o interrumpida cuando la persona deja de pedalear o se alcanzan los 25 km/h. No todos los ciclos hacen parte del transporte activo (DFL 1, 2007).



Figura 1. Distintos tipos de ciclos en Chile. Fuente: Elaboración propia.

		 No motorizado	 Pedaleo asistido	 Eléctricos max 250 watts & 25 km/h
Transporte activo				
	Ciclos			
Caminar	Bicicleta	Bicicleta		Scooters
Correr	Bicicleta de carga	Bicicleta de carga		Silla de ruedas
	Triciclos	Triciclos		Skates
	Patines			Monociclo
	Skate			
	Silla de ruedas autopropulsada			
Sin vehículo		Con vehículos		

Figura 2. La relación del transporte activo y los ciclos.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de More than walking and cycling: What is 'active travel' (p.155), por Cook, E et al, 2022, Transport Policy, 126.

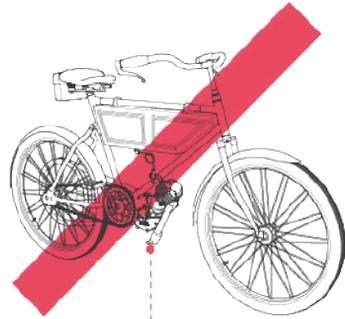
No son ciclos, entre otros, las motos con motor mosquito, las motocicletas eléctricas y cualquier otro vehículo a combustión interna o eléctrico que supere los 25 watts de potencia y velocidades sobre los 25 km/h.

Ciclo-inclusión

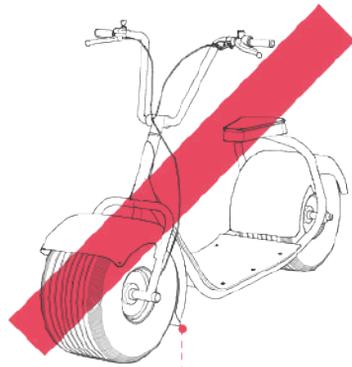
La ciclo-inclusión es un enfoque para la planificación urbana y del transporte que busca que las personas puedan moverse de forma segura, cómoda y conveniente en bicicleta y otros ciclos. Implica cambiar el foco tradicional centrado en el automóvil particular para trabajar por un ecosistema multimodal, justo y equitativo, que reconozca la diversidad de personas y la intermodalidad de sus viajes, entre otros aspectos.

La ciclo-inclusión como política pública

La ciclo-inclusión como política pública va más allá de la implementación de ciclovías. Busca potenciar los beneficios -personales y sociales- del uso de ciclos, al tiempo que reduce las barreras que experimentan quienes contemplan la idea de pedalear, pero no se atreven. Integra aspectos normativos, de infraestructura, operacionales y culturales, de forma coordinada,



Motos mosquito



Motos eléctricas

Figura 3. Vehículos que no son ciclos.
Fuente: Elaboración propia.

con el objetivo de habilitar la experiencia de moverse en bicicleta -u otros ciclos- para un amplio espectro de la población. Para que personas de todo género y edad puedan optar por este modo de transporte, se requiere un trabajo intersectorial que considere su promoción desde ámbitos tan variados como la salud o la educación.

Hablar de ciclo-inclusión es reconocer a la bicicleta -y los ciclos- como un modo de transporte más dentro del sistema, considerando los ajustes necesarios para su integración efectiva. La infraestructura, en particular las ciclovías, no deben ser entendidas como soluciones sólo para ciclistas,

sino más bien como un estándar necesario para fomentar su uso por parte de más personas. Así, los ciclos dejan de ser tratados como un elemento aislado, de uso exclusivo de un grupo, y se suma a las diferentes opciones de movilidad que tienen las personas.

Lo humano, prácticas de movilidad, comportamiento, acuerdos sociales, organizaciones, entrenamiento, capacitación, los cuerpos...

Lo no-humano, lo físico y espacial, lo construido, los objetos, los dispositivos, los vehículos, las señales, los árboles...



Figura 4. Cuatro ámbitos de una política ciclo-inclusiva.

Fuente: Elaboración propia adaptado de Vialidad Ciclo-inclusiva: Recomendaciones de Diseño (p.42), por Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015.

Una política ciclo-inclusiva está compuesta de cuatro ámbitos de acción que deben trabajar coordinados entre sí. Estos son:

- **Infraestructura física:** Es el espacio construido que sirve de soporte físico para la movilidad. Contempla todo tipo de infraestructura, incluyendo: el diseño vial, la geometría y sus elementos constructivos; el mobiliario urbano, como biciestacionamientos, barandas de apoyo, señalización, demarcación; las bicicletas compartidas y sus estaciones, entre otros.
- **Cultura y comunidad:** Considera aquellos aspectos de comportamiento e interacción humana en el espacio público, o fuera de él. Incorpora la participación ciudadana y las estrategias de información, promoción, capacitación y educación. Integra las prácticas de movilidad de las personas, usuarias y no usuarias de los modos activos, en estrecha relación con los aspectos físico espaciales.
- **Leyes y normas:** Es el ámbito que incluye los cuerpos legales, normativos y regulatorios del uso de ciclos como modo de transporte. Puede incluir normativas de urbanismo y construcción, planes reguladores y ordenanzas, legislación de tránsito, normativas laborales, entre otras.

- **Operación y gestión:** Define las lógicas funcionales y operativas que integran los ciclos al sistema de transporte. Incluye la interacción e integración con el transporte público, la programación de los semáforos, la operación de sistemas de bicicletas compartidas, y la intermodalidad de ciclos con el transporte público, entre otros. Considera, además, el monitoreo para la obtención de antecedentes -cualitativos y cuantitativos- que permitan identificar los impactos positivos y las posibilidades de mejora.

La ciclo infraestructura

Al hablar de ciclo-infraestructura tendemos a pensar únicamente en ciclovías. Es decir, el espacio dedicado a la circulación de ciclos que está segregado del flujo motorizado. Sin embargo, reducir la ciclo-infraestructura a este único formato de circulación refuerza la creencia de que la ciclo-inclusión se logra únicamente con ciclovías, o que la calle como tal no puede ser un espacio seguro para ciclistas. Así, se desestiman otras posibilidades como la reducción de velocidad o la disminución de intensidad del flujo de vehículos motorizados en una vía, que harían factible la convivencia de modos.

La ciclo-infraestructura es diversa y comprende otros elementos que están fuera del espacio de circulación, como el mobiliario dedicado al apoyo de ciclistas, semáforos y puntos de intercambio modal. Incluso hay elementos que, sin ser pensados como facilidades para ciclos, terminan brindando apoyo. Por ejemplo, estructuras metálicas que sirven de soporte para asegurar bicicletas ante la falta de estacionamientos o las estaciones de servicio automotor que actúan como puntos de asistencia mecánica en ruta.

Además, existen otros elementos

de carácter social que refuerzan la ciclo-inclusión. Por ejemplo, cuando un grupo de personas pedalean juntas por varias cuadras, haciéndose más visibles como conjunto, o las tiendas y talleres de bicicletas que brindan apoyo técnico. En suma, debemos entender que la tarea de diseñar ciclo-infraestructura va más allá de las decisiones sobre aspectos técnicos del espacio de circulación. En este proceso se deben abordar, además, elementos operacionales, sociales y normativos, que en su conjunto conforman un sistema complejo en constante evolución.



Fotografía 3. La ciclo infraestructura es diversa y comprende elementos que están más allá del espacio de circulación

La red de ciclo- infraestructura

Composición, principios y requisitos de la red

Una red de ciclo-infraestructura vial consiste en una serie de adecuaciones físicas y operacionales de las vías, que en conjunto habilitan la experiencia de moverse en bicicleta u otros ciclos, tanto en zonas urbanas como rurales.

Forman parte de la red:

- Las **vías separadas** independientes del tránsito vehicular, generalmente ubicadas en bordes costeros, parques o rutas interurbanas.
- Las **vías segregadas**, exclusivas para ciclos, aunque ubicadas en la calzada e integradas operacionalmente al tránsito vehicular.
- Las **vías compartidas**, donde el volumen de tránsito es moderado y se han tomado medidas para reducir la velocidad, haciendo posible compartir el espacio.

Otros elementos, como el mobiliario público, estacionamientos o puntos de intercambio modal, complementan la red y apoyan la planificación y el trayecto de los viajes, ayudando a integrar los ciclos al sistema de transporte.

Debemos entender que una red de ciclo-infraestructura no es homogénea y que es más que la suma de ciclovías sobre la red existente. El objetivo debe ser apuntar a una malla vial 100% ciclo-inclusiva compuesta por diferentes tipos de soluciones, que reduzca los conflictos y mejore la convivencia vial entre diferentes actores.

Para lograr esto, una red debe cumplir con dos principios y seis requisitos:

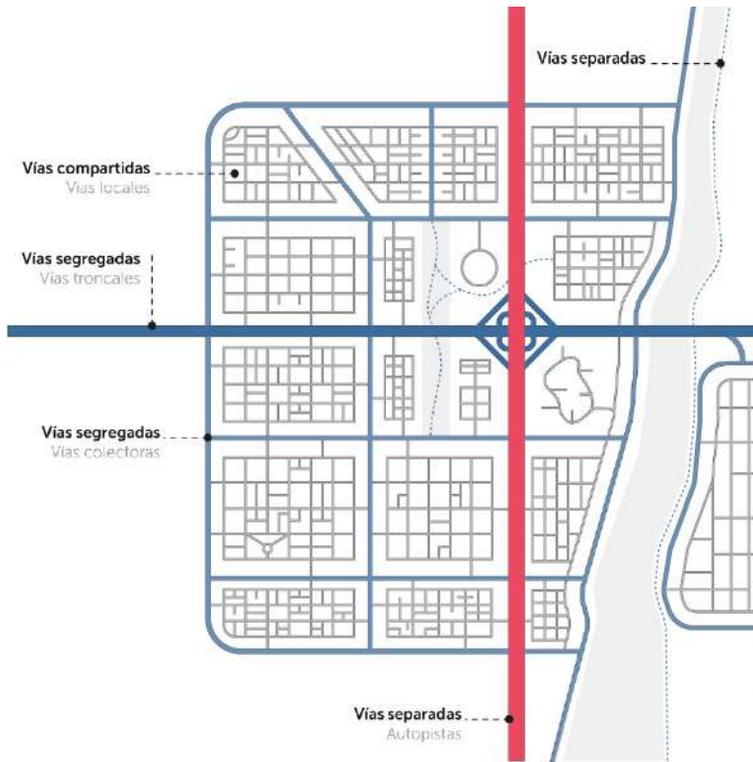


Figura 5. Tres tipologías viales para la ciclo-inclusión. Fuente: Elaboración propia adaptado de Vialidad Ciclo-inclusiva: Recomendaciones de Diseño (p.57), por Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015.

Principios para el diseño de una red de ciclo-infraestructura

- Convivencia:** La red debe facilitar la convivencia entre las diversas personas que hacen uso del espacio, evitando convertirse en barrera de exclusión, especialmente para personas con discapacidad.
- Intermodalidad:** La red debe favorecer la integración de los ciclos con otros modos de transporte, especialmente con el transporte público.

Requisitos de diseño de una red de ciclo-infraestructura

Una red de ciclo-infraestructura debe ser:

- **Segura:** Minimizar los conflictos entre conductores de ciclos y los demás usuarios del sistema vial. Asimismo, se debe considerar la seguridad de las personas en ciclos.
- **Conexa:** Permitir la vinculación con otras rutas del sistema vial, o bien unir de manera efectiva orígenes y destinos potenciales como parte de una ruta.
- **Directa:** Propiciar rutas cuyas trayectorias sean directas, es decir, minimizando los desvíos y las detenciones innecesarias.
- **Coherente:** Ser legible, especialmente su señalización y demarcación, la que debe ayudar a definir las trayectorias con claridad.
- **Cómoda:** Procurar el uso de superficies de rodado adecuadas, geometría correcta, y la minimización de interrupciones, detenciones o potenciales conflictos con otros modos.
- **Atractiva:** Procurar generar un ambiente armónico respecto a su entorno.



Figura 6. Representación visual de los 6 requisitos de diseño de ciclo-infraestructura. Elaboración propia.

Separar, segregar o integrar

Para lograr redes ciclo-inclusivas existen tres estrategias que se pueden implementar. Una alternativa es separar completamente a los ciclos del tránsito vehicular. Otra opción es segregar la vía para ciclos, entregando un espacio exclusivo en la calzada. Por último, es posible compartir el espacio en la calzada, siempre que se tomen medidas de calmado de tránsito. Decidir por una u otra dependerá principalmente de tres condicionantes: el espacio físico disponible, la velocidad máxima permitida y el volumen del tránsito de vehículos en la vía, las que a la vez dependen en gran medida de la categoría de la vía planificada en el Instrumento

de Planificación Territorial correspondiente. Estas condicionantes pueden ser susceptibles al cambio, por lo que durante el proceso de diseño pueden ser modificadas para aplicar la estrategia más adecuada.

Para avanzar hacia redes ciclo-inclusivas que permitan conectar todos los orígenes y destinos de una ciudad, será necesario utilizar todas las estrategias previamente descritas. No es necesario, ni conveniente, que todas las calles tengan ciclovías segregadas, cuando en muchos casos será más costo-efectivo calmar el tránsito y compartir el espacio. Así mismo, aun cuando siempre será deseable



Fotografía 4. Separación. Cicloruta Malalcahuello - Manzanar, Araucanía, Chile. Fotografía: Ricardo Hurtubia. González

tener un mayor número de rutas separadas, estas nunca tendrán la cobertura necesaria para llegar a todas partes. Así entonces, las rutas que las personas realicen tendrán muchas veces que utilizar vías separadas, segregadas e integradas para conectar origen y destino, lo que implica poner especial atención en cómo estas distintas vías se conectan entre sí.

La separación

Se trata de rutas independientes, alejadas del tránsito vehicular, generalmente de uso recreativo, deportivo o turístico. Suelen ubicarse en parques, bordes costeros, lacustres y ribereños. Aunque son muy deseables, al ser adecuadas para todas las personas, indepen-

diente de su género o edad, su ámbito de aplicación es limitado, por lo que constituyen una parte menor de la red.

La segregación

Se trata de vías segregadas, física o visualmente, del tránsito vehicular, aun formando parte de la calzada. Son adecuadas cuando el flujo vehicular es medio-alto y la velocidad máxima permitida supera los 30 km/h. Suelen ubicarse en vías troncales, colectoras o de servicio, cuya función está orientada al flujo y el movimiento de personas a escala comunal, intercomunal o regional. La uniformidad del perfil es necesaria para cumplir su función.



Fotografía 5. Segregación. Ciclovia Unidireccional al costado derecho en vía de un sentido. Fotografía: Tomás Echiburú Altamirano.



Fotografía 6. Integración. Vía de tránsito compartido entre ciclos y vehículos motorizados livianos. Fotografía: Claudio Olivares Medina.

La integración

Se trata de vías compartidas, donde el espacio para la circulación de ciclos y vehículos motorizados coexiste. Son adecuadas cuando el flujo vehicular es bajo y la velocidad máxima permitida no supera los 30 km/h. Por lo general se trata de vías locales, en contextos residenciales o comerciales, donde la función de la vía compatibiliza la permanencia en el espacio público con el movimiento de personas. En estos casos, el perfil de la vía no requiere ser homogéneo,

permitiendo soluciones que habilitan distintos usos según el contexto.

Cuándo segregar

Cuando se trata de intervenir sobre la vialidad existente, es necesario preguntarse cuando segregar y cuando integrar. Si bien, a priori, se recomienda implementar ciclovías segregadas en la vialidad estructurante y compartir el espacio en calles locales, esa definición no es taxativa. Finalmente, la decisión de segregar o integrar está determinada por dos

factores principales: el volumen de tránsito y la velocidad máxima permitida (CROW, 2011).

La figura 7 muestra la relación entre el volumen y velocidad, para recomendar medidas de adecuación vial en cada situación. En vías locales, donde circulan menos de 5000 vehículos al día y la velocidad máxima no supera los

30 km/h, se recomienda compartir el espacio. Si estas condiciones no se dan, es posible tomar medidas de calmado de tránsito para asegurar que se cumplan. Por encima de ese umbral, se recomienda segregar el espacio de circulación ciclista, aumentando el nivel de segregación a medida que el volumen de tránsito y la velocidad son mayores.

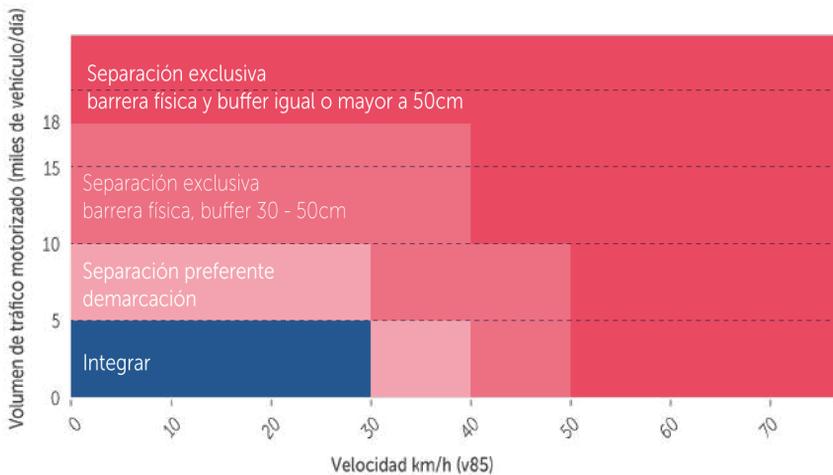


Figura 7. Diagrama para la definición de segregación o integración según volumen, velocidad del tránsito de vehículos motorizados. Fuente: Elaboración propia adaptado de Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (p.53), por Municipalidad de Lima, 2017.

Equilibrar la función, forma y uso de la vía

Implementar una red ciclo-inclusiva implica una redistribución del espacio vial, con el objetivo de incorporar y priorizar a los modos de transporte activo. Para lograr esto, es importante que el diseño de la red ciclovial busque un equilibrio adecuado entre la función, forma y el uso de las vías.

Al abordar el diseño, se deben

considerar los requisitos funcionales y el uso que se anticipa para la infraestructura proyectada. Estas condiciones definirán inicialmente la forma. Un diseño bien equilibrado no solo mejora la movilidad, sino que también fomenta la permanencia de las personas en el espacio público, creando un entorno más accesible y amigable (CROW, 2011).

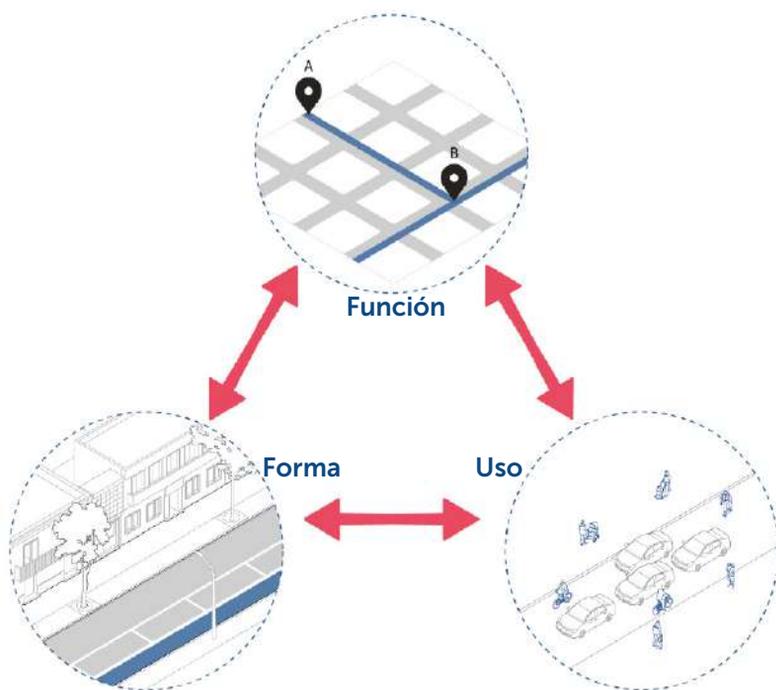


Figura 8. Equilibrio entre función, forma y uso en el diseño vial. Fuente: Elaboración propia en base a *Cycling Inclusive Policy Development: a Handbook* (p.81), por Pettinga et al., 2009.

Función

Determinar la función de una vía implica reconocer su rol dentro de la red, en términos de conectividad (movimientos) y actividades de borde (permanencia). En los extremos, una autopista tiene como único propósito mover vehículos y detenerse es una anomalía. Como contrapartida, un pasaje puede ser un espacio de encuentro vecinal donde prima la permanencia por sobre el movimiento. Esta característica está determinada en gran medida por la categoría de vía establecida en el Instrumento de Planificación Territorial correspondiente.

Forma

Corresponde al diseño formal de la vía en toda su faja, de fachada a fachada. Incluye las aceras, veredas, ciclovías, pistas solo bus o pistas de circulación vehicular; el mobiliario, postaciones, arbolado y otros equipamientos; el diseño geométrico, cuyas deflexiones horizontales y verticales son determinantes para la capacidad y velocidad; y, por último, las señales verticales, demarcaciones y pavimentos, que definen las reglas de operación.

Uso

El uso de la vía se relaciona con el contexto, las personas y las prácticas sociales. ¿Quiénes están usando la vía?, hombres, mujeres, infantes, vehículos. ¿Qué prácticas se están desarrollando? estacionamiento, juego, comercio o descanso. ¿Cómo se está usando? Puede haber armonía y convivencia, pero también disputas, conflictos y siniestros.

Equilibrar la función, forma y uso de las vías ayuda a mejorar las condiciones de seguridad y experiencia urbana de las personas, especialmente para la caminata y el pedaleo. Por ejemplo, si una vía tiene una función residencial, donde se esperaría que las personas puedan caminar en familia y pasear a sus mascotas, sin embargo, tiene mucho tránsito de vehículos a altas velocidades, se genera una incompatibilidad que debe ser corregida. En este caso, el uso no se corresponde con la función y es a través de la forma -diseño- que esto puede enmendarse, tomando medidas para acercar los usos cotidianos a la función originalmente planificada. En otros casos, puede que la función de una calle cambie en el tiempo y deba ajustarse a nuevos requerimientos, para lo cual habrá que rediseñar la vía ajustándose al nuevo uso propuesto y resignificando su función.

La red a través de nodos y arcos

Una red vial ciclo-inclusiva integra a los ciclos como un componente más del sistema de movilidad. Lograr que las personas en bicicleta, u otros ciclos, se muevan con comodidad y seguridad se puede lograr de múltiples maneras, atendiendo a las especificidades contextuales, y no sólo a través de la construcción de ciclovías segregadas. Para organizar un plan y sus respectivos proyectos, comprendemos la red en base a arcos y nodos. Esto permite articular de forma efectiva los distintos tramos de una ruta, haciendo que la experiencia de movilidad en la ciudad sea lo más continua e intuitiva posible, aun cuando vayamos pasando de esquemas más segregados a otros más integrados. Ahí la clave será trabajar adecuadamente los nodos que conectarán los distintos arcos.

El nodo

Un nodo corresponde a una intersección entre arcos y suelen ser los puntos de mayor complejidad en una red, al distribuir flujos provenientes de distintos arcos. El nivel de complejidad de estos nodos, está determinado por las características de los segmentos que unen.

El arco

Un arco corresponde a un enlace entre nodos. Cada arco tiene características específicas que responden a las complejidades de los nodos con los que se conecta. El arco entonces puede ser entendido como el tramo de vía entre intersecciones.

Nodos y arcos como proyecto

Planificar una red ciclo-inclusiva mediante nodos y arcos permite esquematizar, clasificar y codificar cada arco y nodo de forma simple, asociándolo a ejes o polígonos de calles. Un proyecto puede ser comprendido como un conjunto de arcos y nodos que conforman un eje o una zona (polígono) de calles en las cuales se llevarán a cabo intervenciones viales, cuyo objetivo es la ciclo-inclusión. Los arcos y los nodos deben estar resueltos de tal manera que la trayectoria de las personas dentro de la red sea fluida, intuitiva, cómoda y segura. En conjunto, los proyectos constituyen un plan maestro.

Cuando los proyectos son vistos linealmente, como un único arco, a menudo no se contempla cómo las personas van a ingresar y salir, para conectar desde y hacia otras secciones de la red. El diseño de

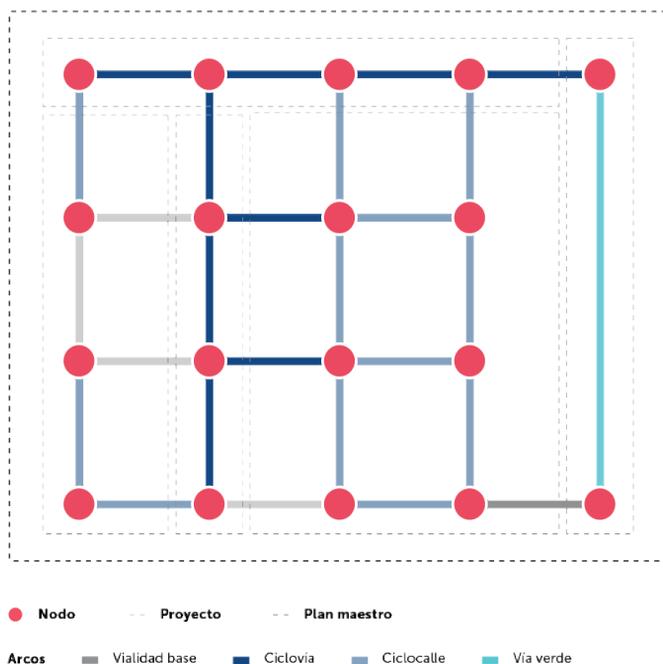


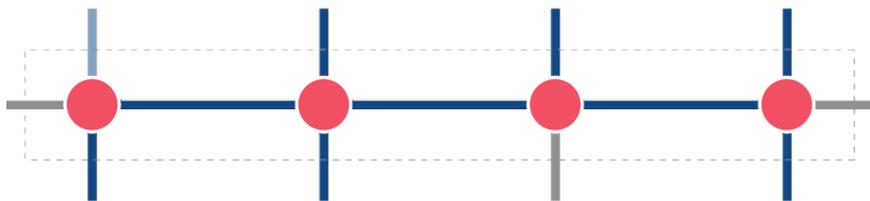
Figura 9. Diagrama de relación entre nodos, arcos, proyecto y plan maestro y red vial. Fuente: Elaboración propia.

la red debe enfocarse en resolver las complejidades de los nodos, asumiendo que el trayecto de cada persona es distinto y, por lo tanto, dando respuesta a las múltiples necesidades de conexión.

Los nodos de un proyecto A deben dejar resueltas las conexiones ya sea con la vialidad regular o con un futuro proyecto B. Se establecen formalmente en cada nodo, las conexiones y movimientos de las

personas en ciclos con el resto de la vialidad ayudando a mantener la coherencia, comodidad y seguridad de la red.

La figura 11 presenta un esquema donde el proyecto es lineal y no resuelve las conexiones con la vialidad que lo atraviesa, por otro lado, en la figura 12 el proyecto se hace cargo de las conexiones resolviendo los nodos con la vialidad existente.



● **Nodo** **Proyecto**

Figura 10. Esquema de proyecto de 4 nodos que resuelven las conexiones con la vialidad. Fuente: Elaboración propia.

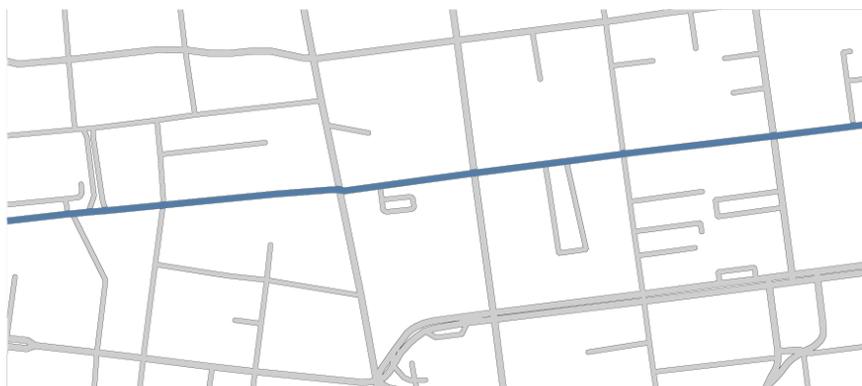


Figura 11. Esquema de proyecto con enfoque lineal y desconectado. Fuente: Elaboración propia.

Un proyecto pensado con sus arcos y respectivos nodos, resuelve en cada una de las conexiones con la vialidad que atraviesa, dando respuestas formales a cada una de las maniobras que las personas deberán hacer para integrarse o abandonar la vía, desde y hacia la vialidad existente, ciclovías o ciclocalles, según corresponda a cada nodo.

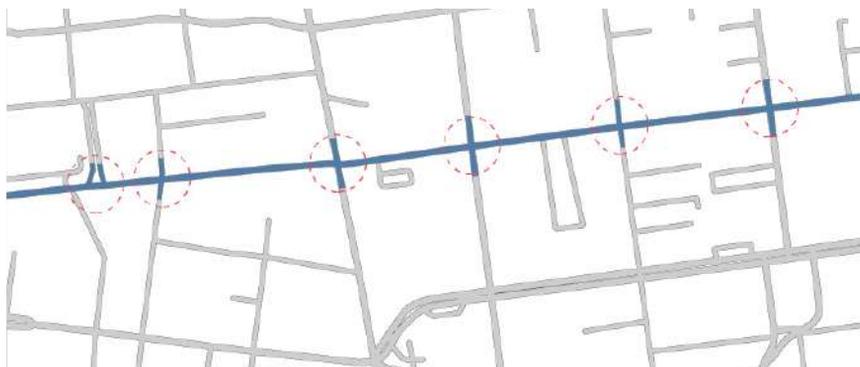


Figura 12. Esquema de proyecto con enfoque de arcos y nodos.. Fuente: Elaboración propia.

Parámetros de diseño

La composición del espacio vial

El espacio público destinado a la movilidad está compuesto por calzadas, aceras y áreas verdes comprendidas en la faja pública. Las vías son el espacio más inmediato y cotidiano en el que transitan e interactúan las personas. Su uso no es exclusivo para la circulación, sino que también están contempladas para la permanencia y el encuentro entre las personas como establece la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) al definir el espacio público como el “destinado a circulación y esparcimiento, entre otros” (Decreto 47, 1992, art. 1.1.2).

Hacer conveniente el uso de los ciclos implica modificar la configuración física y operacional de las vías, recuperando el espacio principalmente dedicado a ve-

hículos motorizados, tanto en sus pistas de circulación como espacios dedicados al estacionamiento.

Enfrentar proyectos de diseño vial ciclo-inclusivo requiere conocer los principales elementos que componen el espacio público vial. A continuación se describen los elementos más relevantes: la vereda, la calzada, las aceras, bandejones y accesos vehiculares.

La Calzada

Según establece la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, la calzada corresponde a la “parte de una vía destinada a la circulación de vehículos motorizados y no motorizados” (Decreto 47, 1992, art. 1.1.2). La Ley de Tránsito es coherente en

establecer este elemento como parte de la vía, especificando que su uso está destinado a vehículos y animales, siendo el espacio habilitado para su circulación (DFL 1, 2007, art. 2).

La calzada generalmente -no siempre- corresponde a un área pavimentada con una cota inferior a la acera, constituida entre los bordes de solera. Sobre este espacio se demarcan las pistas de circulación, las cuales tienen la función de ordenar los flujos de vehículos atendiendo a sus diferentes características operacionales, tales como velocidad y tipo de vehículo.

Aceras, veredas y platabandas

La acera es la parte de la vía dedicada principalmente al uso de peatones y presencia de personas a pie, separada del área de circulación de vehículos (Decreto 47, 1992, art. 1.1.2) . Las aceras contienen otros dos elementos importantes, las veredas y las platabandas. Las veredas están claramente definidas en la OGUC y corresponden a "espacio continuo de la acera, pavimentado y libre de obstáculos, destinado exclusivamente al tránsito y uso de peatones" (Decreto 47, 1992, art. 1.1.2) . En las veredas se emplazan las rutas accesibles,

correspondientes al espacio libre de obstáculos y apto para el desplazamiento en forma segura de todas las personas, ya sea en una vereda, en el espacio público, o al interior de una edificación.

Las platabandas corresponden al "espacio no pavimentado de la acera", espacio que cumple una serie de funciones como la contención de áreas verdes y arbolado urbano, la instalación de equipamiento, redes de servicios eléctricos y de telecomunicaciones, iluminación, señales de tránsito, mobiliario urbano, estacionamiento de ciclos, quioscos, etc. Se pueden permitir otras funciones compatibles con la función de la acera, siempre y cuando sea complementaria al uso y no interrumpen la ruta accesible de peatones (Decreto 47, 1992, art. 1.1.2).

En algunos contextos urbanos, las platabandas son utilizadas como estacionamiento de vehículos, lo que genera el deterioro del espacio público, la caminabilidad y la comodidad y seguridad de las personas en ciclos. Este uso está prohibido explícitamente en la ley de tránsito. Es labor de los gobiernos locales fiscalizar esta práctica y proteger estas áreas. En estas condiciones la seguridad y comodidad de los trayectos en ciclos y peatones

se ve comprometida, por lo que para ayudar a la necesaria fiscalización, los proyectos de ciclo-infraestructura pueden integrar la protección de estos espacios y generar beneficios tanto al espacio público como a la experiencia peatonal.

El diseño de la ciclo-infraestructura puede integrar formas para proteger estos espacios y generar beneficios.

Bandejones y medianas

La OGUC define el bandejón como la “superficie libre entre las calzadas, que forma parte de la vía a la que pertenece”. Los bandejones entonces pueden encontrarse tanto a nivel de calzada como a nivel de acera. Cuando la cota de los bandejones es a nivel

de acera, se constituyen como medianas, dispositivo que separa los flujos vehiculares (Decreto 47, 1992, art. 1.1.2).

Accesos vehiculares

Los accesos vehiculares permiten el movimiento de vehículos desde y hacia predios fuera de la vialidad. Constituyen accesos vehiculares los espacios destinados al ingreso de vehículos a viviendas unifamiliares, condominios, edificios de servicios, centros comerciales, edificios de estacionamientos, estaciones de servicio, entre otros. Dependiendo de la demanda que genere el predio o inmueble, los accesos vehiculares pueden tener intensidades de uso bajas, por ejemplo, dos veces en el día para el caso de una vivienda unifamiliar de la



Fotografía 7. Platabandas utilizadas como estacionamientos. Fotografía: Claudio Olivares Medina.

que un automóvil sale y regresa de un viaje pendular al trabajo, o intensidades de uso altas, como el caso de mega supermercados o grandes edificios residenciales. Los accesos vehiculares, particularmente de estos últimos edificios mencionados, pueden llegar a generar interrupciones importantes y frecuentes tanto a los trayectos peatonales en aceras, como a la operación de buses y trayectos de

las personas en ciclos, especialmente por ciclovías. Según sea el caso, se deberán contemplar medidas especiales en el diseño de la ciclo-infraestructura para brindar condiciones adecuadas de seguridad a las personas en ciclos. Cuando sea posible, las externalidades que generan estos accesos deberán ser asumidas por quien atrae los viajes en automóvil a un determinado inmueble.

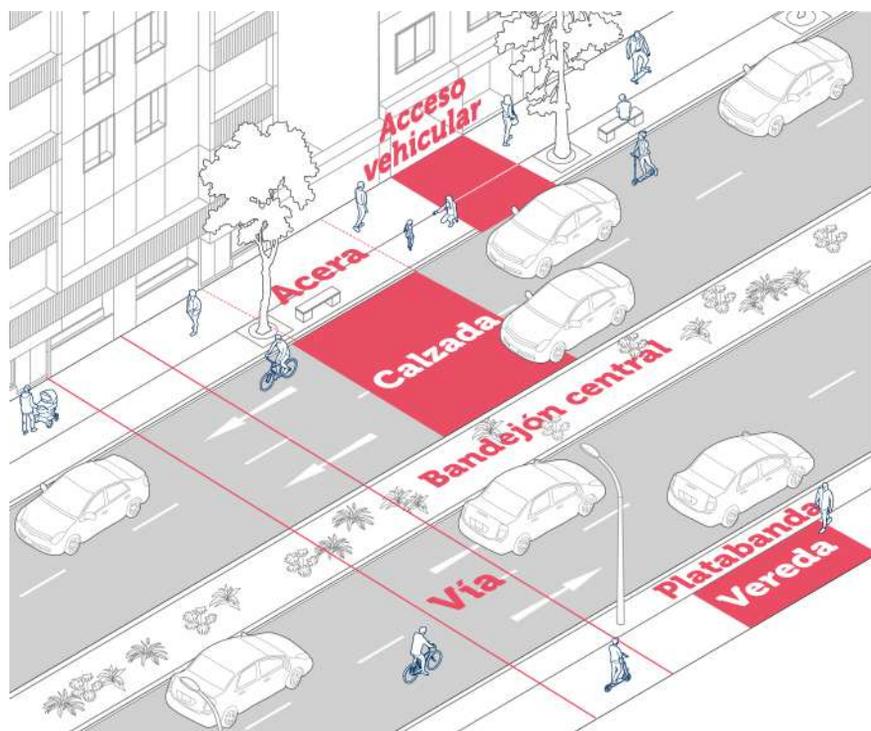


Figura 13. Vista de perfil con los distintos elementos que conforman el espacio vial. Elaboración propia.

El acuerdo de circulación

En Chile, como en casi todo el mundo, circulamos por la mano derecha y esta convención se aplica para todos los vehículos, desde transportes motorizados hasta el Metro. Esta dinámica de navegar el espacio se aprende con la práctica y se integra en nuestro funcionamiento cerebral cuando nos desplazamos por veredas, pasillos, andenes e incluso se puede ver claramente en las puertas giratorias. Entonces, la ciclo-infraestructura puede resultar compleja e inconveniente cuando es inconsistente con este acuerdo de circulación. Esta regla básica es el soporte de las prácticas, las reglas escritas y obligaciones que ordenan las interacciones y el comportamiento entre actores del tránsito. Este orden busca evitar conflictos o colisiones, otorgando predictibilidad a la interacción y las maniobras de las personas en el tránsito.

Al circular manteniendo la derecha aparecen otras convenciones clave:

- se adelanta por el costado izquierdo.
- quien viene en sentido contrario lo hace por la izquierda.

El acuerdo de circulación define los elementos básicos para saber

qué esperar, desde donde vendrían las personas o los vehículos, tanto para cuando se está en movimiento o se está detenido en interacción con otros en movimiento. Entrega un marco base de certeza.

El sistema de circulación también define cómo se desarrollan las maniobras, tanto las de adelantamiento, como en los cambios de trayectoria y viraje. Quien vira a la derecha por lo general no interviene en las trayectorias de otros, mientras que al virar a la izquierda interviene la trayectoria de adelantamiento como la del sentido contrario. Por esto, el viraje a la izquierda, el adelantamiento y los sentidos opuestos se caracterizan por ser las situaciones de mayor complejidad y riesgo.

Por ejemplo, los virajes a la izquierda tienden a ser más complejos y riesgosos, especialmente en vías bidireccionales, complejidad que aumenta mientras más pistas por sentido existen. Por esta razón, los virajes a la izquierda tienden a prohibirse o regularse a través de fases semafóricas específicas. Esta complejidad se da porque el viraje a la izquierda se constituye como una interrupción, al concentrar mayor estrés debido a la propia excepcionalidad de la maniobra

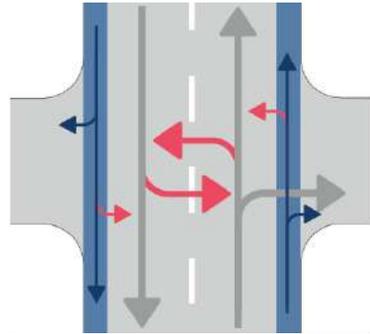
y la muy probable detención del flujo vehicular. Además, se debe tener en cuenta el tiempo y el espacio necesarios para realizar la maniobra sin riesgo de choque o colisión. Finalmente, dado el diseño geométrico de las vías, esta maniobra requiere un radio de giro mayor que el viraje a la derecha. La combinación del nivel de estrés, las limitadas oportunidades para llevar a cabo el viraje a la izquierda y el mayor radio de giro hacen que, en la práctica, esta maniobra se realice a mayor velocidad.

Las intersecciones, rotondas, empalmes o puntos de interacciones complejas son más seguras cuando son legibles y coherentes con el acuerdo de circulación establecido para las vías, incluyendo las ciclovías.

La figura 14 compara dos sistemas: uno con ciclovías unidireccionales y el otro con una ciclovía bidireccional. El primero integra a los ciclos en el acuerdo de circulación, mientras que el segundo los excluye y crea un sistema paralelo que no se integra al sistema base. Esta situación crea nuevos conflictos tanto para ciclistas como para conductores de vehículos motorizados, complicando la navegación de la ciclo-infraestructura.

Ciclos integrados al sistema de circulación:

Los actores circulan por la derecha. Los virajes a la derecha son intuitivos y el viraje a la izquierda requiere mayor atención. El sistema es simple y se reducen las posibilidades de fallo.



Ciclos separado del acuerdo de circulación:

La ciclo-infraestructura opera al costado izquierdo y de manera bidireccional. Las maniobras complejas aumentan. Hay dos sistemas independientes e integrarlos requiere mayor espacio, tiempo y presupuesto. Integrarlos requiere mayor espacio, tiempo y presupuesto.

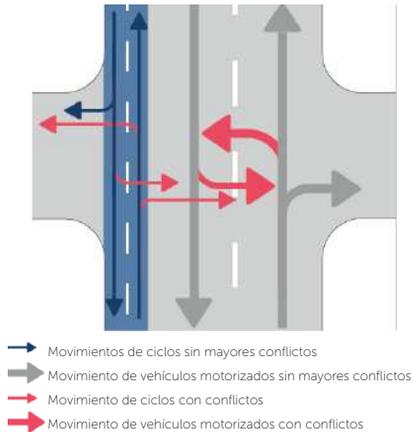


Figura 14. Comparación de un sistema de ciclovías unidireccionales con un sistema con una ciclovía bidireccional. Fuente: Elaboración propia.

La ciclo-infraestructura será más intuitiva y segura si se construye en coherencia con el acuerdo de circulación. Esto es particularmente crítico cuando la ciclo-infraestructura está integrada en la vialidad junto al tránsito de vehículos motorizados. Mantener esta coherencia hará que los desplazamientos, movimientos y maniobras de las personas involucradas estén dentro de un marco de certidumbre. También ayudará a que las intersecciones y otros nodos o interacciones complejas se construyan dentro de este marco de entendimiento general.

Por lo mismo, construir la ciclo-infraestructura desconectada o fuera del “acuerdo de circulación” dificulta las interacciones, restando legibilidad y coherencia al sistema completo y generando incertidumbre en sus actores. Básicamente, crea un sistema aparte que obliga establecer conexiones especiales, que requieren más espacio y presupuesto, para resolver la interacción con el movimiento de los autos. Por lo mismo, a menudo no se resuelve o la solución es deficiente. En ese escenario son las personas conduciendo ciclos quienes se ven

forzadas a resolver, improvisando conexiones, como navegar desde un sistema a otro. Es por esto, que es importante que, como criterio general, el emplazamiento de la ciclo-infraestructura sea al costado derecho de la vía y su sentido de circulación sea coherente con el sentido del tránsito definido*.

La coherencia de la ciclo-infraestructura con el acuerdo de circulación, entonces:

- Ordena el movimiento.
- Simplifica el diseño.
- Se espera y se sabe de dónde vendrán personas en movimiento.
- Define las bases de los acuerdos sociales y normas de tránsito.
- La ciclo-infraestructura es más segura, coherente y conexa cuando se diseña en coherencia con el sistema de circulación adoptado en el país.

Mantener esta coherencia también tiene desafíos, sin embargo, son claramente identificables y existen mecanismos para abordarlos. Algunos de estos son:

- **El giro a la derecha de vehículos de gran tamaño:** En proyectos de ciclo-infraestructura se debe, por un lado regular y reducir tanto como

* Pueden aplicar exenciones en Zonas de Tránsito Calmado o cuando sea necesario conectar la red de ciclo-infraestructura, donde la vía es bidireccional, excepto para automóviles.

sea posible la circulación de vehículos de gran tamaño en las zonas más densas de la ciudad y diseñar para minimizar los riesgos de esta maniobra en las intersecciones, por lo tanto, es necesario catastrar estos nodos en el desarrollo del anteproyecto.

- **La interacción de las ciclovías con las paradas de buses:** Integrar ambas infraestructuras es posible y sus respectivas necesidades pueden resolverse integralmente desde la etapa de anteproyecto.

- **La carga y descarga:** Los proyectos de ciclovías son una oportunidad para ordenar esta actividad, lo que trae beneficios tanto al uso peatonal, al proteger las veredas, como para la circulación de bicicletas, mitigando la detención de vehículos de carga en las ciclovías.

La coherencia con el acuerdo de circulación es crítica para la ciclo-infraestructura y en especial las ciclovías que van integradas en su operación con el tránsito motorizado. Para la ciclo-infraestructura separada, ciclovías que van por trazado propio, con pocas intersecciones y alejadas del trazado de tránsito motorizado, el emplazamiento en relación a la calzada deja de ser un problema. Sin embargo, deben operar en coherencia con el "acuerdo de circulación": circular por la mano derecha, donde el adelantamiento y el sentido contrario pasan por el costado izquierdo.

El perfil libre para circulación de ciclos

Las personas son la base sobre la cual planificamos la ciudad, es por esto que es necesario conocer sus medidas mínimas y requerimientos espaciales. En el caso de ciclistas, **el perfil libre para la circulación de ciclos**, describe el espacio libre de obstáculos para que una persona adulta pueda circular en línea recta de manera segura y cómoda, desde un punto de vista **ergonómico**.

El ancho de la ciclo-infraestructura vial debe considerar la inclusión de diversas personas, reconociendo la variedad de dinámicas cotidianas de movilidad, ya sean utilitarias, recreativas o deportivas, así como también: la diversidad de habilidades, condición física y velocidad de las personas; el transporte de carga y pasajeros, especialmente infantes; el viaje en grupo, como cuando cuidadores viajan junto a niños, o niñas, que van en control de sus propios ciclos.

Además, al existir múltiples tipos y dimensiones de bicicletas y ciclos, como las bicicletas de carga frontal, extendidas, triciclos y remolques, scooters, patines y skates y otros nuevos ciclos que puedan existir a futuro, es importante considerar la hete-

rogeneidad de personas, vehículos y prácticas en el uso de la ciclo-infraestructura vial.

Por otro lado, en Chile el Decreto Supremo 102, de 2021, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, establece un mínimo normativo para que implementar ciclo-infraestructura en nuestro contexto sea factible. Sin embargo, es importante destacar que, como regla general, una ciclovía más ancha será capaz de acoger a una mayor diversidad de usuarios, facilitando maniobras de adelantamiento cómodas y seguras, aceptando distintas velocidades de circulación, en función de las capacidades y necesidades de las personas.

Las dimensiones de una persona adulta en una bicicleta común, en posición estática, son 60 cm de ancho y 1,90 m de altura, correspondiente a la persona de pie en los pedales (A). Como los ciclos de dos ruedas son vehículos dinámicamente estables, se suma el movimiento lateral necesario para mantener el equilibrio. Este corresponde a 20 cm por cada lado. El ancho de la persona en bicicleta y el vaivén lateral suman 1 m (B).

Sin embargo, cuando nos movemos necesitamos maniobrar y responder a cambios de trayectoria y velocidad que se puedan presentar por consecuencia de las acciones propias o de terceros en la vía. Por este motivo, se suma un espacio de maniobra de 20 cm por lado, totalizando un ancho mínimo de 1,4 m, para que una persona circule en línea recta (C).

Resguardo de elementos fijos y en movimiento

Las vías no son homogéneas, en ellas hay diferentes elementos y objetos con los que interactuamos en el trayecto. Por eso, idealmente, se debe considerar un espacio de resguardo de objetos fijos y vehículos en la vía, que no debe ser considerado como espacio de circulación. Existen tres gru-

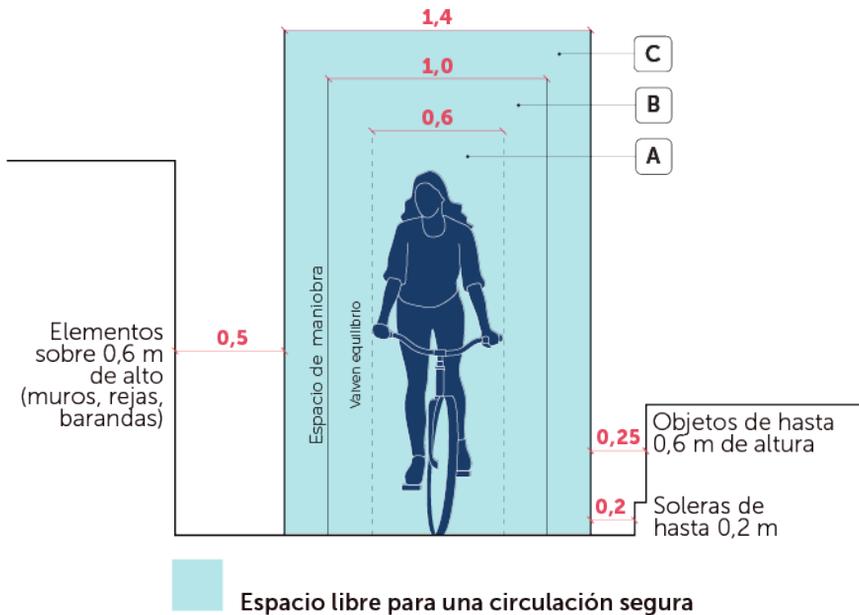


Figura 15. Perfil libre para circulación de ciclos. Fuente: Elaboración propia adaptado de Guía de cicloinfraestructura para ciudades colombianas (p.97), por Ministerio de Transporte de Colombia, 2016.

pos de elementos con base a los cuales se establece una distancia de resguardo determinada:

- Elementos de baja altura, o bordes de la vía, como las soleras y los segregadores de la ciclovía. Distancia de resguardo 20 cm;
- Elementos con alturas entre 20 y 60 cm. Distancia de resguardo mayor o igual a 25 cm;
- Elementos por sobre los 60 cm de altura como vallas, barandas, muros o cierres verdes. Distanciamiento de 50 cm.

Los obstáculos pueden ser continuos (ej: muros, vallas, etc.), o discontinuos (ej: postes, señales, mobiliario, árboles, vehículos estacionados, u otros). Para los elementos discontinuos, la distancia mínima de resguardo puede ser de 30 cm.

En relación a los vehículos en movimiento, la distancia de resguardo depende de la velocidad máxima permitida de la vía y la composición del flujo vehicular. Sin embargo, el espacio mínimo de separación de una ciclovía con la pista adyacente, para vías con una velocidad máxima permitida mayor de 30 km/h, es de 30 cm. Además, para las personas en ciclos se debe considerar espacio para maniobras de adelantamiento

o pedaleo en paralelo, especialmente cuando la circulación es en doble sentido.

Las pendientes laterales y longitudinales influyen en el cálculo de las distancias de resguardo, ya que mientras más elevadas sean éstas mayor será el espacio necesario para poder maniobrar de manera segura. Asimismo, se deben considerar el estado del pavimento, en especial en el borde de solera, y las características climáticas como el viento o la lluvia, que según el caso, pueden demandar más espacio para que las personas puedan maniobrar con seguridad.

Perfil de circulación en diferentes esquemas

Según las dimensiones entregadas, los espacios de circulación para diferentes esquemas de operación y posibilidades de maniobras de adelantamiento son las siguientes:

- En ciclovías unidireccionales sin adelantamiento, 1,4 metros permitirán la correcta circulación de una persona.
- El ancho mínimo para ciclovías unidireccionales que permitan el adelantamiento es 1,8 metros, sin embargo, este ancho es ajustado y puede que no sea cómodo para todas las personas, es por esto

que se recomienda un ancho 2,2 metros para generar condiciones de adelantamiento cómodas para la mayoría de las personas.

- Para vías separadas y ciclovías bidireccionales se recomienda un ancho de 2,6 metros, siendo el ancho mínimo de 2,2 metros. Se debe tener en cuenta que esta sección no contempla adelantamiento, ni la posibilidad de circular en grupo, por lo que será suficiente sólo cuando los flujos sean moderados.

Al momento de diseñar los perfiles

de un proyecto, se recomienda considerar estas medidas para que la ciclo-infraestructura sea lo más inclusiva y atractiva posible para la mayoría de las personas, sin embargo, se debe siempre tener en cuenta las normativas establecidas en el D.S.102.

Respecto a las dimensiones de resguardo y su relación con objetos fijos, se presentan ejemplos con distancias de resguardo aplicadas a diferentes contextos que son frecuentes de encontrar en la vialidad.

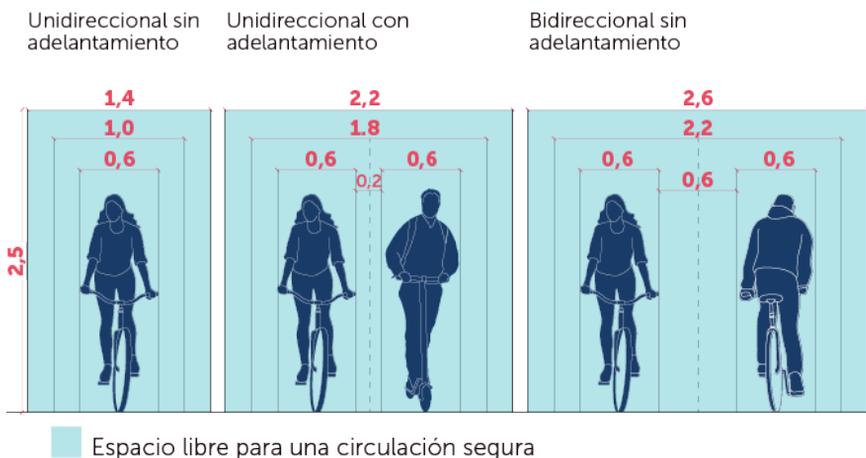


Figura 16. Espacio libre de circulación de personas en ciclos en diferentes esquemas (gálibo horizontal).

Fuente: Elaboración propia adaptado de Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista (p.42), por Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, 2023.

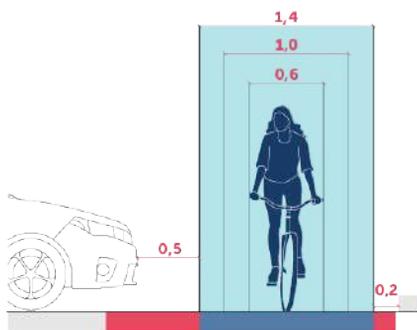


Figura 17. Perfil libre para circulación de ciclos y relación con objetos fijos como árboles o señales de altura superior a 60 cm. Fuente: Elaboración propia adaptado de Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista (p.48), por Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, 2023.

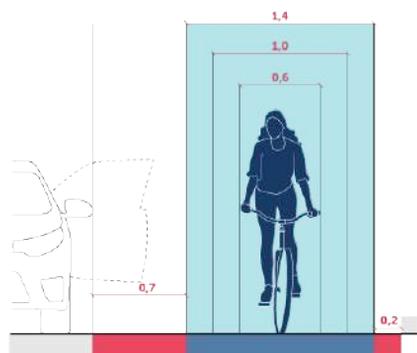


Figura 18. Perfil libre para circulación de ciclos y resguardo con automóviles estacionados paralelo a la vía. Fuente: Elaboración propia adaptado de Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista (p.49), por Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, 2023.

Espacio libre para una circulación segura

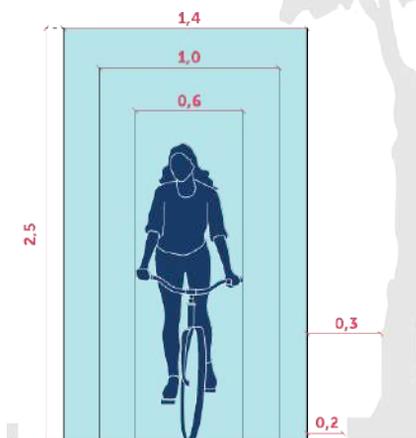


Figura 19. Perfil libre para circulación de ciclos y relación con objetos fijos como árboles o señales de altura superior a 60 cm. Fuente: Elaboración propia adaptado de Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista (p.48), por Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, 2023.

La resistencia al pavimento, el viento y la pendiente

Las personas al pedalear se desplazan utilizando su propia energía para moverse. Esto implica exponerse a fuerzas externas que condicionan la velocidad y el esfuerzo al impulsarse. En términos generales, las personas en ciclos deben superar tres fuerzas: la resistencia al rodamiento, provocada por el estado del pavimento; la resistencia aerodinámica, provocada por el viento; y la gravedad, provocada por las diferencias de pendiente. Al diseñar infraestructura para ciclos, uno de los objetivos de quien diseña es reducir estas impedancias al mínimo posible, evitando una pérdida de energía innecesaria.

Las principales causas para la pérdida de energía son:

- Pérdidas por fricción en la propia bicicleta.
- Resistencia superficial, provocada por el pavimento.
- Resistencia aerodinámica ante el viento en contra.
- Pérdidas por vibración, en el marco, el sillín y los neumáticos.
- Frenado y aceleración.
- La gravedad, al enfrentarse a una pendiente.

Sobre estas causas, en el diseño se tendrá control sobre algunas de ellas. Si bien la primera es propia del vehículo, las demás dependen, en mayor o menor medida, del diseño de la infraestructura. La figura 20 expone las distintas formas de resistencia, en relación a la energía que requiere una persona en bicicleta para alcanzar una cierta velocidad, entre las que destacan el roce, el viento y la pendiente (CROW,2011).

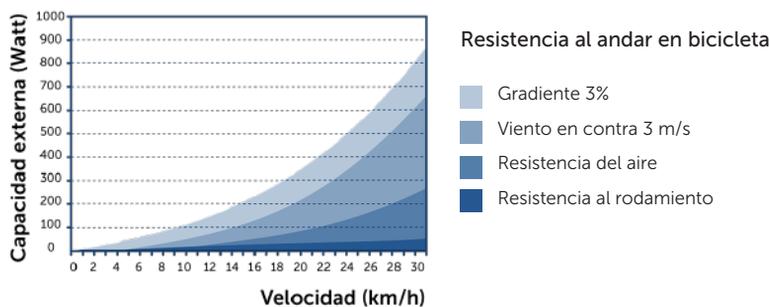


Figura 20. Resistencia al andar en bicicleta. Fuente: Elaboración propia adaptado de Manual de diseño para el tráfico de bicicletas (p.44), por CROW, 2011.

La calidad del pavimento es la principal causa de resistencia al rodamiento y pérdida de energía por vibración, por lo cual es importante poner atención al tratamiento de las superficies y su homogeneidad, para facilitar una experiencia cómoda, segura y eficiente para quienes se mueven en ciclos. El viento, por su parte, afecta al ciclista de forma frontal o lateral. En el primer caso, requiere un esfuerzo adicional para alcanzar la velocidad deseada y, en el segundo caso, puede afectar la estabilidad del ciclista y exponerlo a perder el equilibrio. Por último, la pendiente implica un esfuerzo adicional que se ve exacerbado por la longitud del desnivel. En distancias cortas, una pendiente mayor es tolerable, pero ese esfuerzo no puede sostenerse en trayectos largos para todo tipo de personas.

La figura 21 muestra la relación entre la pendiente y el viento, definiendo umbrales aceptables para la mayoría de quienes se desplazan en ciclos. En condiciones normales, sin viento, una pendiente de 7-8% será aceptable por la mayoría hasta un metro de distancia. Esto es lo que normalmente se encuentra en rampas de acceso a paraderos, por ejemplo. Sobre el metro de distancia, la tolerancia disminuye progresivamente. Así, para dos metros de longitud, se recomienda una pendiente inferior a 5% y para distancias que superen los 4 metros, se recomienda una pendiente inferior al 2%. Estos umbrales pueden variar en función del viento, aumentando o disminuyendo la tolerancia al desnivel (CROW, 2016). Respecto a esto último, la Unión Europea (2019) recomienda: no superar

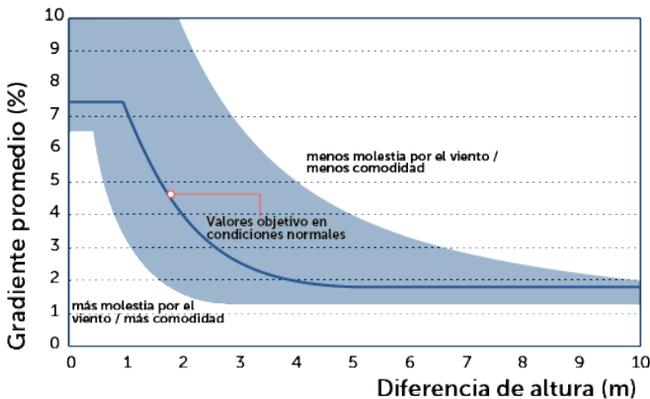


Figura 21. Relación entre la pendiente y el viento. Fuente: Elaboración propia adaptado de Design Manual for Bicycle Traffic (p.55), por CROW, 2016.

los 4 km para una pendiente del 4%, un máximo de 2 km para pendientes del 5%, no más de 240 m para pendientes de 6% y un máximo de 30 m para pendientes de 10%.

La tarea de quien diseña la infraestructura ciclista es facilitar la circulación de personas en ciclos, minimizando las resistencias producto del roce, viento y pendiente, además de otros

factores que pueden afectar la continuidad y seguridad en el movimiento. Así, tanto el trazado de las rutas, como el diseño geométrico de las secciones y la regulación operacional de las intersecciones, juegan un rol clave en evitar detenciones innecesarias y favorecer una circulación fluida que ofrezca una experiencia placentera y eficiente al moverse en bicicleta, u otros ciclos.



Fotografía 8. Archivo Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Espacio de circulación para vehículos motorizados

Las personas que conducen tienden a ajustar su comportamiento de manejo basándose en su percepción del entorno. Cuando los conductores circulan por pistas anchas, la velocidad tiende a ser mayor. Esta percepción se origina en que un mayor ancho de pista proporciona una mayor sensación de seguridad, lo que les permite mantener esa sensación al aumentar la velocidad. Estudios han demostrado que tanto la velocidad media como la velocidad del percentil 85 aumentan, entre otras variables, con el ancho de las pistas (Ma et al., 2010; Fitzpatrick et al., 2001). De manera similar, se ha observado que la reducción del ancho de las pistas, para crear pistas adicionales, afecta la velocidad de los vehículos, mostrando que reducir el ancho de las pistas aun manteniendo el mismo ancho de la calzada influye significativamente en la velocidad (Sun & Li, 2018).

La implementación de información visual, como la demarcación de líneas y el uso de achurados en el centro de la calzada, puede ayudar a quienes conducen a percibir el espacio de circulación como más angosto, lo que a su vez contribuye a reducir la velo-

cidad. El achurado de medianas centrales pintadas amplias y la percepción de pistas más estrechas pueden reducir las velocidades de circulación al aumentar el esfuerzo de cada conductor por mantenerse dentro de la pista demarcada, mejorando la percepción visual periférica de la velocidad (Godley et al., 2004).

La relación entre las condiciones físicas y operacionales de las vías y el comportamiento de las personas al volante es fundamental para la seguridad vial. La percepción del ancho de las pistas tiene un impacto directo en la velocidad de conducción, y las intervenciones tanto físicas como visuales pueden ser utilizadas para gestionar este comportamiento, mejorando la seguridad en las vías.

Las condiciones geométricas de la infraestructura vial están normadas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), mientras que las condiciones operativas de la vialidad están normadas en el Manual de Señalización de Tránsito. La primera es responsabilidad del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, mientras que la segunda lo es del Ministerio de Transportes

y Telecomunicaciones.

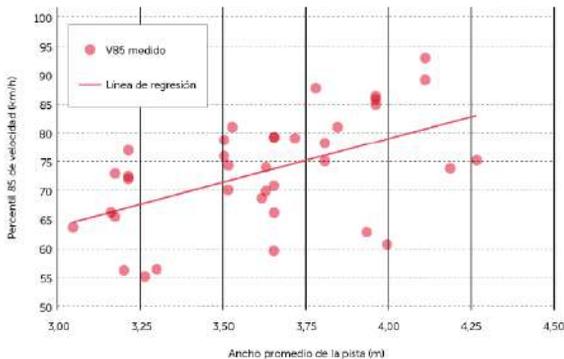
A continuación, se presenta la relación de los anchos construidos, los anchos demarcados y la velocidad de circulación señalizada en la vía, acorde a la normativa vigente a nivel nacional.

Ancho pavimentado v/s ancho demarcado

La calzada se refiere a la parte construida de una vía destinada

a la circulación de vehículos motorizados y no motorizados (Decreto 47, 1992, art. 1.1.2) por tanto, aborda el espacio construido y pavimentado para vehículos, motorizados y ciclos. Los anchos de calzadas construidas o pavimentadas están normados en el (Decreto 47, 1992, art. 2.3.2) de la OGUC.

Promedio del ancho de pista versus el percentil 85v



Jerarquía de la vía	Velocidad de diseño [km/h]	Distancia mínima entre líneas oficiales	Ancho mínimo de calzadas pavimentadas	Ancho mínimo de aceras	Ancho mínimo de veredas
Expresa	80-100	50 m	21 m	4 m	2 m
Troncal	50-80	30 m	14 m	3,5 m	2 m
Colectora	40-50	20 m	14 m	3 m	2 m
Servicio	30-40	15 m	7 m	2,5 m	2 m
Local	20-30	11 m	7 m	2 m	1,2 m

Tabla 1. Anchos de calzada según tipo de vía.
Elaboración propia adaptado de Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones artículo 2.3.2, por Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Por otro lado, las pistas y sus respectivos anchos corresponden al espacio demarcado que utilizan los vehículos en la calzada. Están reguladas en el capítulo 3.2.4.3 del Manual de Señalización de Tránsito (2012). Los anchos de las pistas se determinan según la velocidad reglamentaria de la vía.

Velocidad máxima de la vía [km/h]	Ancho de pistas demarcadas
Menor a 50 km/h	Entre 2,5 y 3,0
Entre 50 y 60 km/h	Entre 3,0 y 3,5
Mayor a 60 km/h	Entre 3,5 y 3,8

Tabla 2. Anchos de pista según velocidad reglamentaria de la vía.
Elaboración propia adaptado de datos del Manual de Señalización de Tránsito artículo 3.2-4, por Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

La normativa incorpora los criterios operativos y cómo el ancho de la pista demarcada influye en el comportamiento de quienes conducen, generando incentivos o restricciones a la velocidad, donde pistas demarcadas más angostas tenderán a un uso a velocidades más bajas respecto a pistas demarcadas más anchas sobre una misma calzada.

El ancho de la pista demarcada no modifica ni interfiere con los anchos construidos. En una calzada de ancho construido X, pueden establecerse N pistas de diferentes anchos según la velocidad y composición del flujo vehicular. Estas pistas están contenidas entre las líneas de borde de calzada.

Considerando los anchos de pistas demarcadas establecidos en el Manual de Señalización de Tránsito y el efecto que tienen en la velocidad de los vehículos, se recomienda utilizar los siguientes anchos de pistas demarcadas según la velocidad de la vía y los tipos de vehículos que circulan por ella. Los anchos de pistas van incrementando según la velocidad y la composición del flujo vehicular, con límites de 90 y 100 km/h para camiones y buses, respectivamente, como establece la ley de tránsito.

Velocidad [km/h]	Ancho de pistas demarcadas [m]		
	Autos	Buses	Camiones*
Hasta 30	2,4 - 2,6	3,25 - 3,5	3,0
Sobre 30 y hasta 50	2,7 - 2,8	3,25 - 3,5	3,1 - 3,2
Más de 50	2,9 - 3,5	3,25 - 3,5	3,3 - 3,5

Tabla 3. Elaboración propia adaptado de datos del Manual de Señalización de Tránsito, artículo 3.2-4, por Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

En la tabla 3 los anchos de pistas se van incrementando según la velocidad y composición del flujo vehicular. Por ejemplo, en una vía de 30 km/h donde no transitan buses ni camiones de más de dos ejes, el ancho demarcado de las pistas puede llegar a 2,4 m. Para una vía de 50 km/h donde circulan buses, su pista demarcada será de al menos 3,25 m mientras que las pistas de automóviles podrán ser de 2,7 m de ancho.

El Manual de Señalización de Tránsito (2012) establece y recomienda que los anchos demarcados sean ajustados a la velocidad señalizada en la vía, no obstante, en la práctica se asigna el máximo ancho posible, lo que deriva en el uso total de la calzada, provocando que los vehículos motorizados transiten a velocidades mayores a las normadas.

* si el porcentaje de vehículos pesados excede el 10%, se recomienda aplicar un mínimo absoluto de 3,25 m.

Ajustar los anchos de las pistas demarcadas a la velocidad normal permite reducir la cantidad de vehículos que circulan a velocidades temerarias, haciéndolas más seguras. Esto es especialmente útil para implementar zonas de tránsito calmado, como también para implementar ciclovías angostando pistas existentes.

Como se presenta en la imagen, una misma calzada pavimentada de 7 metros de ancho, puede

ser configurada en diferentes opciones. Como ciclocalle bidireccional en una ZTC con una pista de 2,6 metros de ancho en cada dirección; o como una pista de circulación motorizada bidireccional con ciclobandas laterales en sentidos opuestos. Para cuando dos automóviles se encuentren de frente, se podrán esquivar mutuamente traspasando las ciclobandas.

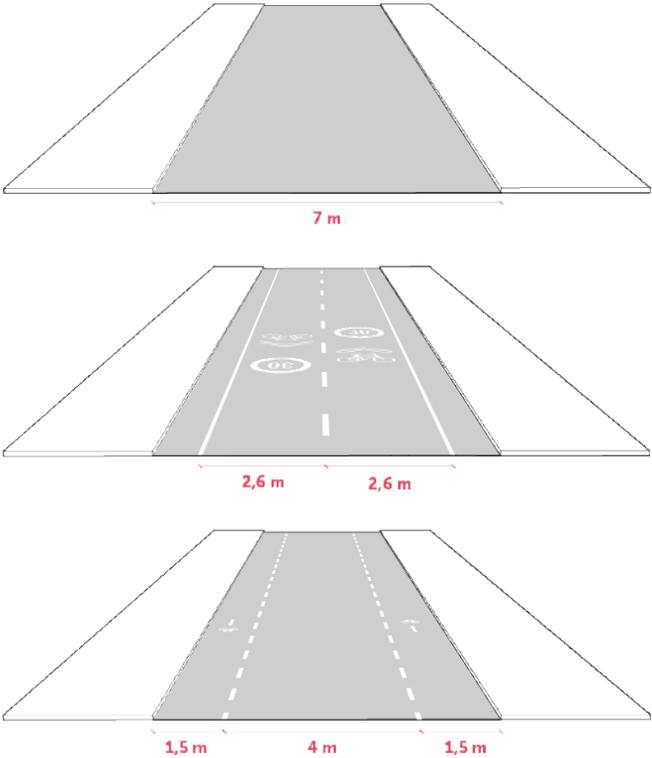


Figura 23. Diferentes opciones de demarcación para un mismo ancho pavimentado. Elaboración propia.





DISEÑO





Fotografía 9. Patinador roller. Fotografía : Sandra Aguilera Cortés

El proceso de diseño

Etapas de implementación de ciclo-infraestructura

El proceso de desarrollo de ciclo-infraestructura en Chile está compuesto de tres etapas: El plan, el diseño y la ejecución, ordenadas desde lo conceptual a lo concreto.

El plan contiene, por un lado, un diagnóstico de movilidad que es resultado de análisis geográficos, sociales, económicos y procesos de participación ciudadana. Por otro lado, y con base en el diagnóstico, se identifican zonas que concentran orígenes y destinos de viajes. Estas se conectan mediante "líneas de deseo", trazados conceptuales rectos que ayudan a identificar los posibles trazados que tendrán los proyectos, es decir, las vías concretas sobre las

cuales se dará respuesta a esta "línea de deseo". Son planes, por ejemplo, un Plan de Movilidad Comunal (PIIMEP), los Planes de Ciclovías o Estudios de Movilidad Sostenible (los cuales dentro de su cartera de proyectos contienen Planes de Ciclovías) desarrollados por SECTRA.

La etapa de diseño se divide en otras dos subetapas: anteproyecto y proyecto. El anteproyecto es el paso siguiente para concretar las propuestas resultantes de los planes y precisar las principales características del proyecto. En esta etapa se deben definir los perfiles de la ciclovía, su emplazamiento en la faja vial y se deben identificar potenciales conflictos.

Esta propuesta inicial para la implementación de ciclovías se construye desarrollando 5 tareas:

- 1. Definir el trazado** de la ruta ciclo-inclusiva.
- 2. Establecer los tramos homogéneos** que componen el trazado.
- 3. Definir la tipología** para cada tramo.
- 4. Diseñar los perfiles** viales para cada tramo.
- 5. Analizar los nodos e interacciones de mayor complejidad** y proponer medidas para abordar su diseño en la etapa de proyecto.

Por otro lado, la etapa de proyecto requiere un anteproyecto aprobado. Ahí se elaboran los planos de detalle y se desarrollan los proyectos de especialidad necesarios como: señalización, semáforos o pavimentos, según corresponda. Una vez aprobados los proyectos, su ejecución queda sujeta a la disponibilidad de financiamiento correspondiente para su construcción.

Finalmente, la etapa de ejecución es donde se realizan las obras asociadas a la materialización del proyecto, en esta etapa también

se consideran los procesos de expropiaciones en el caso de que corresponda.

La guía de Diseño Vial Ciclo-inclusivo para ciudades chilenas entrega los insumos teóricos, técnicos y procedimentales para la fase de diseño anteriormente descrita.



Figura 24. Niveles que componen la habilitación de ciclo-infraestructura en Chile y sus dependencias. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 10. Trabajo de taller para proyectos. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Tareas para la elaboración de un anteproyecto

La etapa de anteproyecto se compone de cinco tareas que son presentadas en secuencia para orientar el proceso de toma de decisiones y facilitar su comprensión. En la práctica este proceso no necesariamente se desarrolla de manera lineal. Algunas tareas pueden ejecutarse en paralelo y las decisiones que en ellas se tomen generarán efectos en otras tareas. Por lo tanto, el proceso de elaboración de un anteproyecto es un proceso iterativo, en virtud de desarrollar una propuesta sólida que cumpla con los objetivos y principios de diseño de la ciclo-infraestructura.

El diagrama muestra el orden recomendado para la toma de decisiones, la evaluación de las tareas y las iteraciones posibles que puedan darse en el camino. Las tareas y las decisiones que se tomen dentro de ellas se verán afectadas por una serie de características que llamamos condicionantes, características principalmente asociadas al contexto de implementación del proyecto.

A continuación se describen las características básicas de cada

una de las tareas y sus respectivas condicionantes.

1. Definir el trazado: Mediante análisis, evaluación y ajuste, de una o más alternativas propuestas en los instrumentos de planificación. Las alternativas son evaluadas por su capacidad de ofrecer rutas coherentes, conexas y directas.

2. Establecer los tramos homogéneos: Requiere primero identificar y caracterizar los nodos y arcos en el trazado, para luego definir los tramos homogéneos que lo componen. Un tramo homogéneo tiene características físicas y/u operacionales singulares y se diferenciará de otros que presenten atributos distintos, tanto en su configuración espacial como operacional.

3. Definir las tipologías de los tramos: considerando las características de cada uno de los tramos, se define la tipología a utilizar, es decir, si se integra, segrega o separa a los ciclos del tránsito motorizado. Por lo tanto, los tramos que componen el trazado pueden tener tipologías diferentes entre sí, por lo que deberán ser resueltas estas transiciones dentro del proyecto, en cada nodo, según corresponda.

4. Elaborar perfiles: Para cada uno de los tramos establecidos se desarrollan perfiles transversales

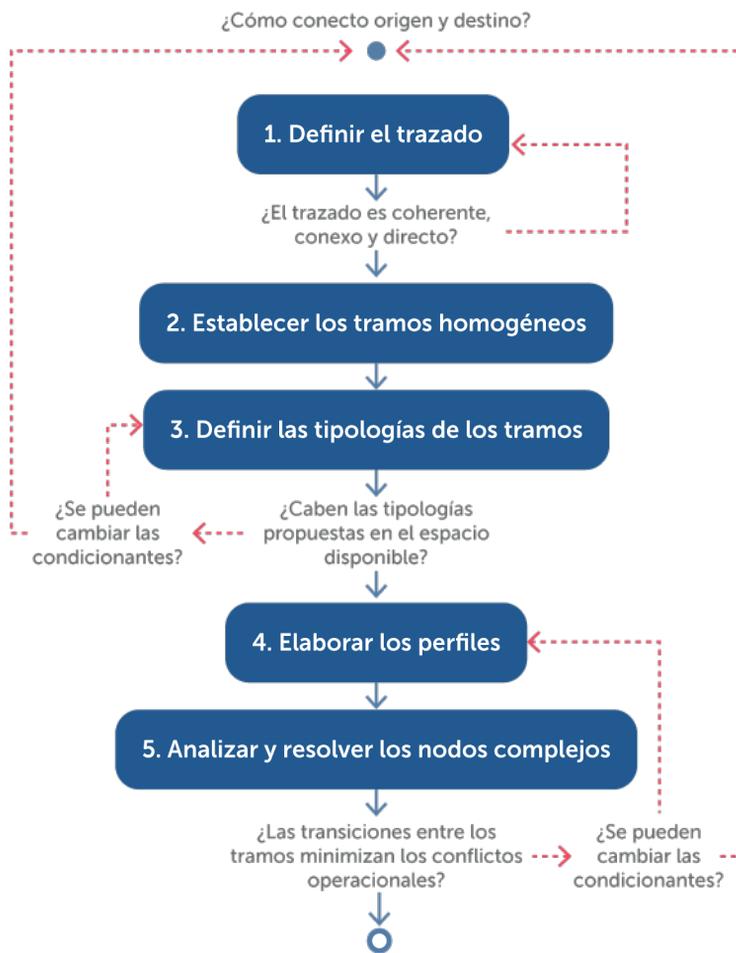


Figura 25. Proceso de elaboración de un anteproyecto de ciclo-infraestructura. Fuente: Elaboración propia.

que definen el ordenamiento y redistribución del espacio vial. Los perfiles se evaluarán positivamente si resultan cómodos, seguros y atractivos, se integran con el entorno y entregan beneficios peatonales.

Las condicionantes en la elaboración de los perfiles son:

- La presencia de estacionamiento en la(s) vía(s).
- La presencia de zonas de transferencia de pasajeros.
- Las paradas de transporte

público.

- El ancho de pistas para vehículos motorizados.
- El número de pistas para vehículos motorizados.
- La arborización.
- Los postes y otras redes de servicios.
- Los sumideros y accesos a redes subterráneas.
- La presencia de cajas de control de semáforos.

5. Analizar los nodos e interacciones complejas:

Dentro del trazado habrá nodos que suponen mayores riesgos y desafíos a lo largo del trazado, tanto para atravesarlos, como para salir o integrarse al trazado en desarrollo. El cómo se diseñen o resuelvan estos nodos será clave para validar la seguridad y otros atributos de la solución escogida, cómo su tipología, emplazamiento y dirección de tránsito.

Los nodos más complejos, por lo tanto, los que deben ser analizados con mayor detalle son: cabezales del trazado, los cambios de tipología entre tramos, los cruces con otras ciclovías, cruces de 3 o más vías, y rotondas, entre otros.

Las condicionantes para el análisis de los nodos son:

- La presencia de transporte público en la vía.
- El tipo de intersección (cruces,

rotondas, enlaces, otros).

- La regulación de la intersección (semaforizada o de prioridad).
- Los movimientos que tienen permitido realizar los vehículos motorizados.
- Los movimientos que necesitan hacer las personas en ciclos.
- Espacio disponible en la intersección.

Además de los nodos, a lo largo del trayecto habrá otras interacciones complejas, que no son intersecciones viales, pero requieren un tratamiento especial para minimizar los conflictos potenciales que podrían derivar de dichas interacciones, entre las cuales destacan:

- Paraderos de transporte público.
- Estacionamientos.
- Zonas de carga y descarga.
- Accesos vehiculares de alta intensidad.
- Ferias libres, etc.

Cada una de las tareas que hace parte del proceso de elaboración de un anteproyecto pueden ser revisadas en detalle a continuación.

Definición del trazado

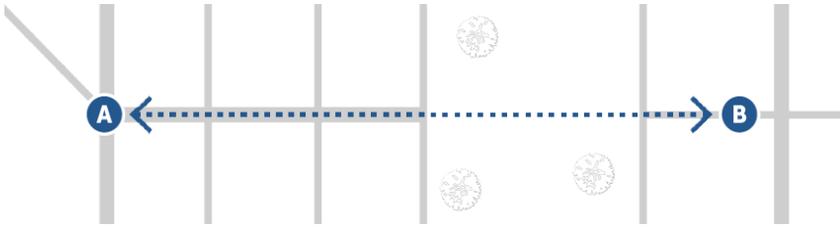


Figura 26. Definición del trazado. Fuente: Elaboración propia.

Es la primera etapa del proceso de diseño de un anteproyecto. Tiene como insumo los instrumentos de planificación y las líneas de deseo, o trazados preliminares, que unen orígenes y destinos dentro de sus propuestas. Sobre estas líneas de deseo, o sugerencias de trazados sobre una determinada vialidad, se desarrollan alternativas de trazado para el anteproyecto.

Definir el trazado implica integrar estas líneas de deseo al contexto territorial. Para definir las alternativas de trazado se recomienda tener en cuenta:

- La función que tendrá dentro de la red ciclo-inclusiva.
- El potencial de atracción de viajes en bicicleta.
- El grado de cumplimiento con los principios de diseño vial ciclo-inclusivo.

Para calibrar la definición del trazado se sugiere observar en terreno los trayectos y estrategias de las personas que actualmente transitan por los ejes candidatos.

Es importante revisar los usos de suelo, las prácticas sociales y condicionantes ambientales, como la composición y volumen de vehículos motorizados, o la eventual operación de servicios de transporte público y su composición. Se plantean desafíos territoriales muy diferentes si la operación de transporte público está planificada, está compuesta por buses y paradas establecidas, o vías donde el transporte público se basa principalmente en taxis colectivos con paradas flexibles.

Principios de diseño aplicados a la selección del trazado

- **Conexo:** el trazado debe ofrecer una conexión adecuada entre origen y destino, conectando con el resto de la red ciclovial, de la manera más consistente y fluida posible, sin vínculos rotos en la red.

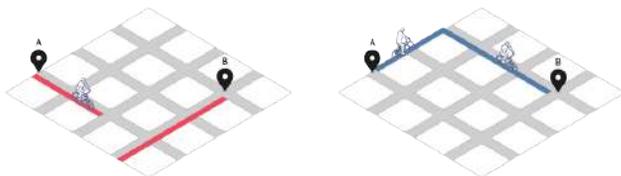


Figura 27. Trazado conexo. Fuente: Elaboración propia.

- **Directo:** debe ser capaz de conectar orígenes y destinos de la manera más directa posible, evitando desvíos, trayectos y paradas innecesarias. La distancia a recorrer debe ser lo más cercano posible a la distancia euclidiana entre origen y destino.

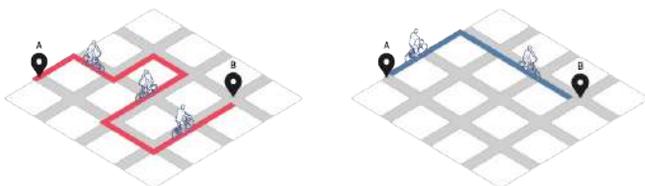


Figura 28. Trazado directo. Fuente: Elaboración propia.

- **Coherente:** debe ser intuitivo y fácil de navegar. No debe presentar dificultades para interpretar la continuidad, evitando cambios de emplazamiento e inconsistencias que confunda a los usuarios respecto de su continuidad o maniobras de conexión en los nodos. Un trazado coherente no requiere instrucciones.

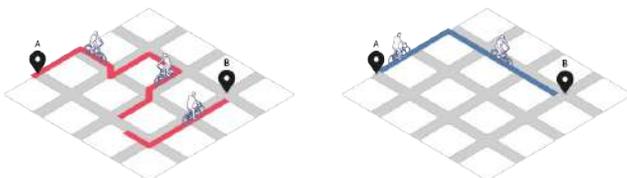


Figura 29. Trazado coherente. Fuente: Elaboración propia.

En la medida que el trazado cumpla con estos tres principios, a su vez será un trazado **seguro, cómodo y atractivo** para potenciales usuarios de la infraestructura ciclovial que se está diseñando.

Establecer los tramos homogéneos

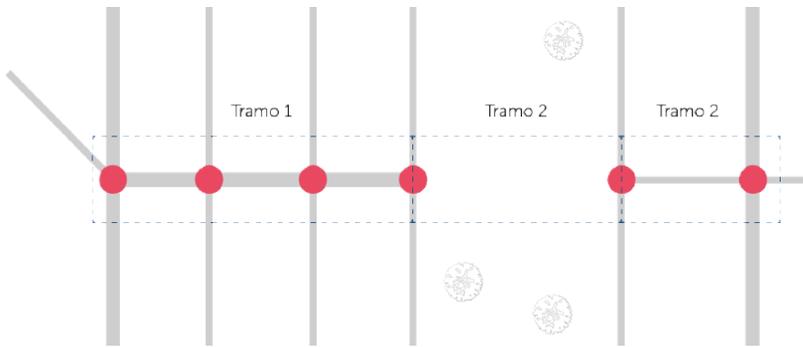


Figura 30. Definición de los tramos del trazado. Fuente: Elaboración propia.

Un tramo homogéneo tiene características físicas y operacionales similares, y se distinguirá de otro tramo homogéneo por sus diferencias en estas características. El trazado debe descomponerse en tramos homogéneos; para ello, en primer lugar, es necesario identificar los nodos y arcos. Los nodos son los puntos de cruce con otras vías de tránsito vehicular, peatonal o ciclista. Son los puntos más críticos del trazado, ya que es donde hay mayores conflictos entre ciclos y vehículos motorizados.

Los arcos son los espacios que se ubican entre dos nodos. Representan los segmentos lineales de la red por donde transitan las personas en bicicleta y deben facilitar una continuidad fluida y segura entre los nodos.

Para definir un tramo o segmento homogéneo, se deben agrupar aquellos arcos y nodos que tengan características similares, como anchos de calzada, el mismo número de pistas y la misma velocidad máxima permitida. Un trazado puede tener una cantidad variable de tramos, y cada tramo puede estar conformado por un solo arco entre nodos o por una serie de arcos y nodos.

Esta primera definición es fundamental, ya que permite ordenar el proyecto y facilita los siguientes pasos del proceso de diseño, como el desarrollo de los perfiles tipo y la identificación y análisis de los nodos más complejos.

Definir las tipologías de los tramos



Figura 31. Definición de las tipologías por tramo. Fuente: Elaboración propia.

La cicloinfraestructura se clasifica en tres tipologías: separadas, segregadas y compartidas. Los tramos estarán caracterizados por tener sólo una tipología. Cada tipología se diferencia con las otras por el grado de separación respecto del flujo de automóviles. Para poder establecer una determinada tipología se debe considerar lo siguiente:

- La velocidad normada para el tramo.
- El volumen de vehículos día.
- El ancho disponible de calzada.
- La función de la vía.

Separada

Están alejadas del tránsito vehicular, y por lo tanto tienen pocas intersecciones (nodos) con el resto de la vialidad. Comúnmente se trata de vías al interior de parques o en bordes costeros.

Ciclovías por bandejes o platabandas, que estén integradas operacionalmente en la trama vial, **no son vías separadas.**

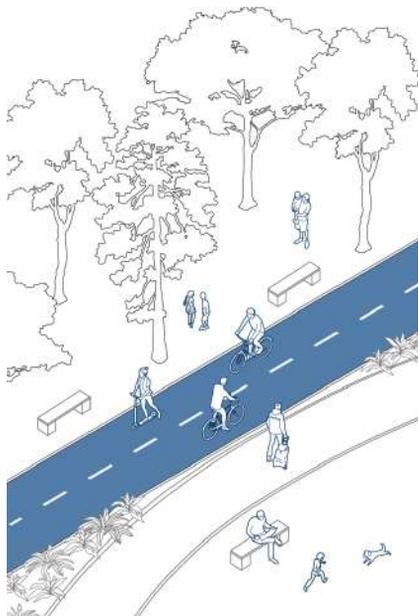


Figura 32. Vista esquemática de una vía separada. Fuente: Elaboración propia.

Existen dos criterios que pueden indicar si un tramo de la vía corresponde a una tipología separada:

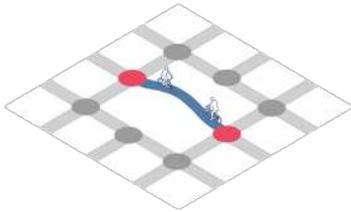


Figura 33. Vía separada de la vialidad. Elaboración propia.

- **Si está alejada física y operacionalmente de la trama vial**, como en el caso de que vaya por el interior de un parque, donde se espera que tenga pocos puntos de encuentro con otras vías.

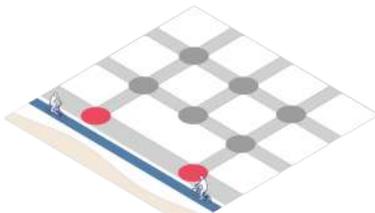


Figura 34. Vía separada operacionalmente de la trama vial, pero físicamente segregada. Fuente: Elaboración propia.

- **Separada operacionalmente, pero no necesariamente físicamente, de la trama vial.** Esto es para vías donde la infraestructura puede ir al costado de las calzadas (segregada físicamente según se indica en el D.S. 102), pero operacionalmente tiene pocas intersecciones con la vialidad, por ejemplo bordes costeros o autopistas con velocidades mayores a los 70 km/h, que tienen pocas

conexiones entre ambos costados.

Segregada

Son pistas exclusivas para ciclos, con segregación visual o física dentro de la calzada, donde existe integración operacional con el tránsito motorizado en cada nodo. Se implementan en vías con velocidad máxima permitida sobre los 30 km/h. Esta tipología agrupa una serie de opciones de emplazamiento, las que son definidas según la forma en que resuelven o habilitan la circulación en ambos sentidos de circulación de un corredor determinado dentro de la red vial.

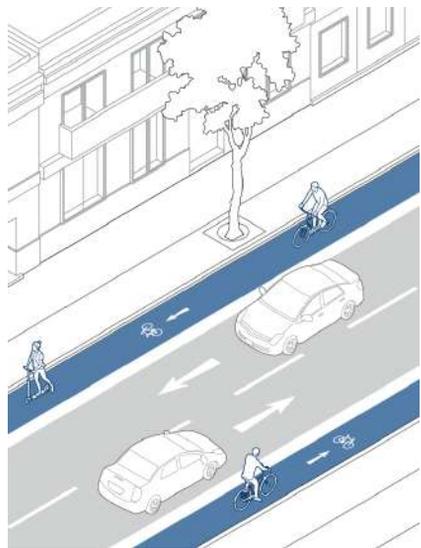


Figura 35. Esquema de una vía segregada. Elaboración propia.

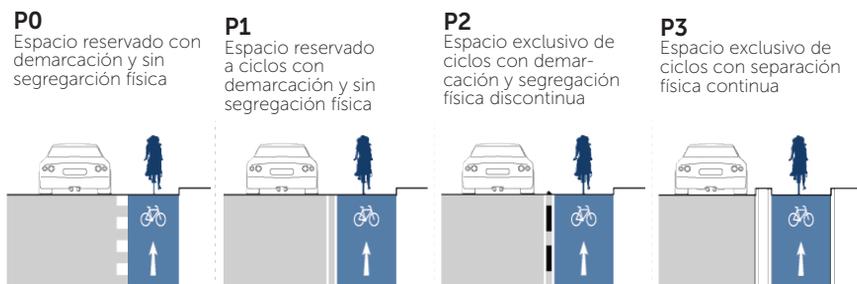


Figura 36. Protección progresiva a nivel de perfil para tramos de ciclo infraestructura segregada. Fuente: Elaboración propia.

Integrada

Para vialidades de carácter local, con bajo flujo de tránsito y con velocidad máxima permitida de 30 km/h, es posible, y recomendable, compartir la vía entre ciclistas y automovilistas, aplicando medidas para el tránsito calmado, como puede ser el uso de chicanas, lomos de toro u otros dispositivos.

Los esquemas integrados o ciclocalles pueden formar parte de

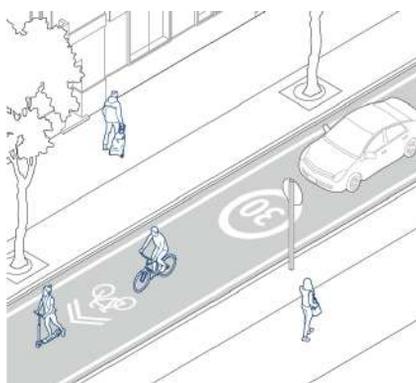


Figura 37. Esquema de una vía compartida. Fuente: Elaboración propia.

tramos de proyectos de vialidad ciclo inclusiva o ser parte de proyectos de Zonas de Tránsito Calmado. Para el primer caso, las ciclocalles se implementarán cuando por razones de cabida no sea posible dar continuidad a ciclovías. La continuidad del trazado se da por un cambio de tipología, manteniendo la coherencia y directividad del mismo.

Cuando formen parte de proyectos de Zonas de Tránsito Calmado, las ciclocalles podrán ser implementadas siguiendo las recomendaciones de esta guía, integrando las medidas respectivas sugeridas en el Manual de Implementación de Zonas de Tránsito Calmado del MTT.

En vías compartidas, dependiendo del espacio disponible, se pueden implementar otro tipo de soluciones segregadas como ciclobandas, espacios preferenciales o bandas a contraflujo.

Transiciones entre tipologías

Un trazado puede estar compuesto por una serie de tipologías diferentes. Cada una de ellas atiende contextos y condicionantes específicos. Sin embargo, la transición entre tipologías debe ser imperceptible para quienes transiten en la vía. Es decir, deben ser directas, conexas, coherentes, cómodas y seguras, de tal manera que las personas no deban detenerse a pensar cómo continuar o conectar con el siguiente tramo o el resto de la vialidad. De esta manera, el tramo completo cumplirá con los requisitos deseados.

Las transiciones entre tipologías deben ser suaves y no deberían implicar desvíos ni cruces innecesarios. Las personas en ciclos deben poder continuar su recorrido de manera clara y lo más intuitiva posible, sin dar paso a incertidumbres y movimientos inesperados para los demás actores en la vía.

En este sentido, es importante seguir las recomendaciones al momento de escoger el emplazamiento de la infraestructura ciclista, es decir, siempre priorizando soluciones unidireccionales, en el sentido del tránsito y a la derecha, las que facilitan una transición fluida de una tipología

más segregada a una integrada.

La figura 38 ejemplifica un caso donde la ciclo vía se corta al llegar al acceso de un puente, en este caso se integra correctamente al estar en coherencia con el acuerdo de circulación. La transición es intuitiva, fluida y sin fricciones hacia el puente.

Por otro lado, la figura 39 ejemplifica la misma situación, pero con una ciclo vía bidireccional que va por un costado de la vía, en este caso la conexión no es intuitiva, por lo que las posibles conexiones que se puedan establecer pueden afectar la coherencia, comodidad y seguridad del trazado.

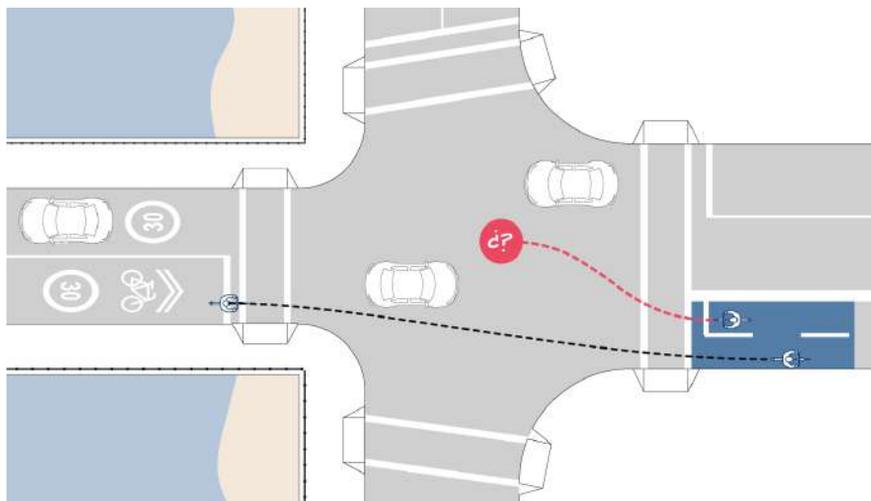


Figura 38. Transición entre tipologías. Fuente: Elaboración propia.

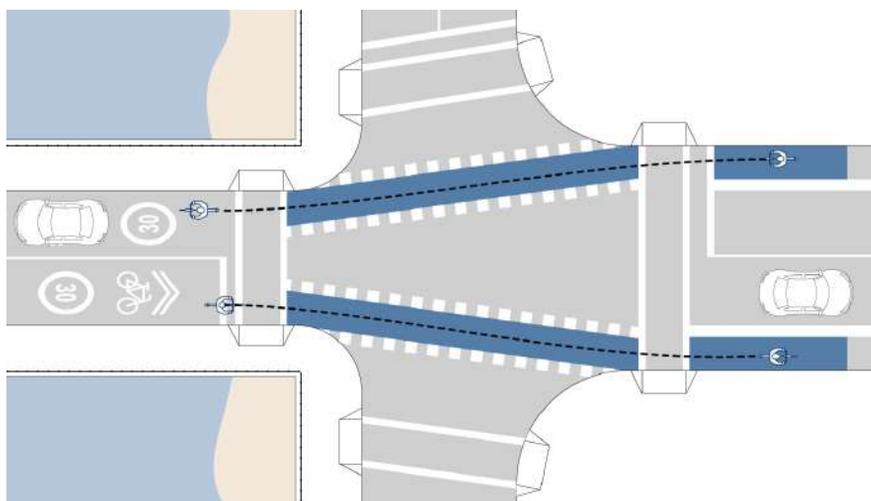


Figura 39. Transición entre tipologías, de ciclovía bidireccional a la izquierda a vía integrada. Fuente: Elaboración propia.

Desarrollar los perfiles por tramo

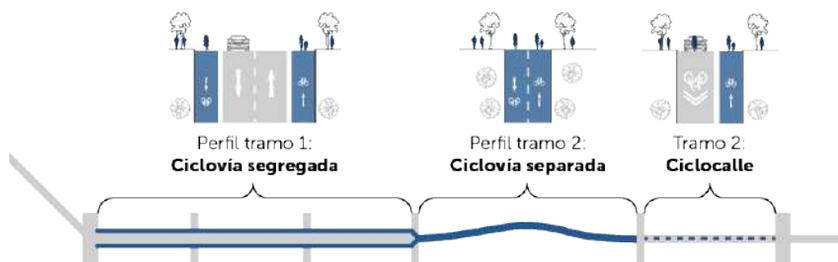


Figura 40. Desarrollar perfiles por tramo. Elaboración propia.

Establecidas las tipologías, se da paso al diseño de los perfiles para cada tramo. La definición de los perfiles es la etapa más detallada del anteproyecto. En ella se desarrolla la redistribución específica del espacio vial según la tipología de ciclo-inclusión establecida. Para definir el perfil se debe considerar lo siguiente:

- Sentido de circulación de la vía.
- Ancho de la faja vial.
- Presencia y operación del transporte público en la vía.

Estrategias de cabida

Es necesario redistribuir el espacio vial disponible para dar cabida a la ciclo-infraestructura. El proceso de redistribución se da en la calzada, ya que este espacio no es de uso exclusivo para vehículos motorizados. Ampliar la calzada para integrar

la ciclo-infraestructura en vez de disminuir el área que utilizan los automóviles implica: un aumento considerable de los costos, de los tiempos de gestión por traslado de servicios, un eventual sacrificio del arbolado y la disminución del espacio en aceras, entre otros aspectos que podrían hacer el proyecto poco viable.

Para lograr el espacio que requiere integrar la ciclo-infraestructura se debe seguir la siguiente estrategia de decisiones, basada en lo planteado en la Guía de Vialidad Ciclo-inclusiva: Recomendaciones de Diseño, del MINVU, 2015:

1. Eliminar estacionamientos:

Si en la vía existen estacionamientos en uno o ambos de sus costados, una opción inicial es aprovechar ese espacio para reemplazarlo por infraestructura ciclovial. Esta alternativa presenta ventajas, ya

que el espacio es aproximadamente el mismo y requiere pocas intervenciones.

2. Reducir el ancho de pistas: Si la primera opción no es factible, se puede considerar la opción de reducir el ancho de las pistas. Esto tiene la ventaja de que no reduce la capacidad en hora punta, que es cuando más se requiere, al mismo tiempo que disminuye la velocidad máxima en horario valle.

3. Eliminar pistas vehiculares: Si ninguna de las dos primeras alternativas es factible, se debe evaluar la posibilidad de eliminar una pista de vehículos particulares y reemplazarla por una ciclovía. Aunque esta opción puede ser un poco más compleja desde el punto de vista operacional, social, o político, se debe priorizar antes que ampliar la calzada. Además, en los casos en que pase transporte público se debe analizar el flujo y la factibilidad de adelantamiento en la zona de parada.

Sólo cuando los tres primeros pasos de esta estrategia se hayan agotado o no hayan logrado obtener el recurso necesario, se puede evaluar la factibilidad de ampliar la calzada, continuando con las siguientes decisiones:

4. Rehacer medianas: En el caso de que la vía cuente con una mediana, ésta se podrá adaptar según los requerimientos espaciales necesarios para implementar la ciclo-infraestructura. No obstante, es importante evitar a toda costa la eliminación del arbolado existente.

5. Reducir aceras, sin afectar veredas: El emplazamiento de una ciclovía no debe ser a costa del espacio peatonal, por lo que no es justificable reducir veredas para lograrlo. Sin embargo, de ser necesario se puede intervenir el espacio de la platabanda, asegurándose que se mantengan los anchos mínimos de aceras y veredas establecidos en la OGUC para garantizar la accesibilidad universal. Al igual que el caso anterior, evitar a toda costa la eliminación de arbolado existente.

6. Expropiar: En última instancia, la expropiación podría considerarse como una opción en el caso de proyectos de vialidad estructurante mayor. Sin embargo, es importante destacar que para proyectos de menor escala puede ser complejo desde el punto de vista económico, legal y administrativo.

Selección del emplazamiento

El emplazamiento corresponde, por un lado, al sentido en que las personas en ciclos podrán moverse en la vía, y por otro, a la ubicación del área de circulación respecto de la calzada. El emplazamiento es la forma en que se resuelve la integración de los ciclos en la sección de la vía para cada tramo. Un tercer factor complementario, pero relevante al momento de distribuir el espacio, corresponde a la cota que tendrá la ciclo-infraestructura respecto de la calzada.

1. Sentido de circulación: Se refiere a la dirección en la que podrán transitar los ciclos en la infraestructura propuesta. Pueden ser de tres tipos: unidireccional, bidireccional o a contraflujo.

Una solución unidireccional es recomendable, ya que es coherente con el acuerdo de circulación, por lo tanto, es más segura y legible para todos los actores viales. Es más intuitiva, facilita las maniobras en las intersecciones y evita el riesgo de choque frontal entre ciclistas. **Es por esto, que para una tipología segregada siempre se debe optar como primera alternativa por una opción unidireccional.**

Por su parte, una ciclovía bidireccional es recomendable para tipologías separadas del tránsito vehicular, es decir, cuando hay pocas intersecciones que resolver. Muchas veces es la única alternativa posible para dar continuidad operacional a los trazados; especialmente cuando no es posible ubicar ciclovías unidireccionales a ambos costados o conformar un par vial en ejes paralelos;

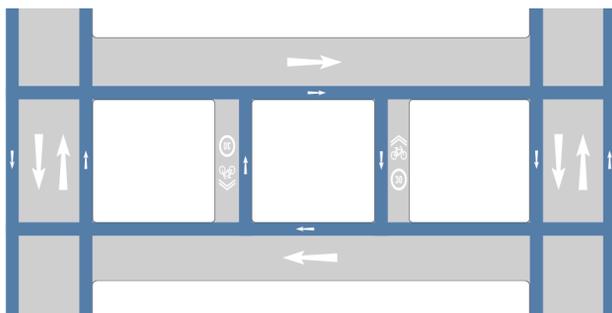


Figura 41. Aplicación de infraestructura a contraflujo. Elaboración propia.

también cuando la posibilidad de cruzar de un lado a otro de la calzada es muy limitada, o bien cuando las líneas de deseo determinan una demanda que no sería posible satisfacer de otro modo.

Esta solución genera conflictos en las intersecciones, por lo que se debe tener especial cuidado en el diseño, a modo de evitar movimientos inesperados por parte de los/as ciclistas, poniendo en riesgo su seguridad. Para poder transicionar y conectar con el resto de la vialidad con una solución bidireccional, se requiere implementar zonas de acumulación, y fases especiales que permitan virar en más de un tiempo semafórico, cuando corresponda.

Por su parte, las ciclovías de contraflujo van integradas a las ciclocalles y permiten mejorar las conexiones entre pares viales, facilitando que las personas puedan dar continuidad a sus trayectos en cualquier vía transversal. La vía es bidireccional para los ciclos y unidireccional a los automóviles. Esto entrega flexibilidad a los itinerarios de las personas en ciclos y reduce la circulación fuera de norma. Además, es una buena alternativa para obtener más espacio vial para los ciclos.

2. Posición en la vía: es la ubicación de la infraestructura respecto a la calzada, es decir, al costado izquierdo o derecho.

Para las soluciones **unidireccionales se recomienda que se emplacen siempre por la derecha**, de esta manera los ciclos se moverán bajo las mismas condiciones operacionales que los vehículos, lo que reduce la incertidumbre de los movimientos ciclistas, es más intuitivo y permite integrarse de forma fluida hacia y desde vías transversales.

En el caso de ciclovías bidireccionales en vías unidireccionales, se recomienda su posición por el costado izquierdo. Esto asegura que los ciclos más cercanos a la calzada circulen en la misma dirección que los vehículos motorizados, y los ciclos que van a contraflujo queden más resguardados. Esto es importante porque el enfrentamiento de vehículos motorizados con ciclos a velocidades de más de 30 km/h genera percepción de inseguridad a las personas en ciclos cuando la segregación es baja. Además, en casos donde circula transporte público, permite evitar la interacción con andenes de parada.

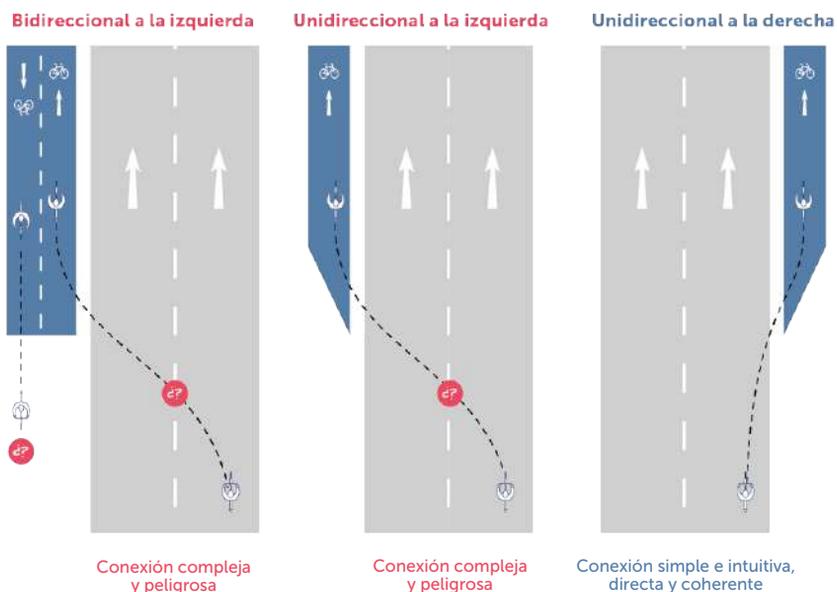
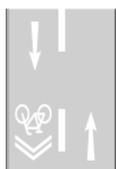


Figura 42. Complejidad y riesgo existente en diferentes emplazamientos de ciclovías en un tramo tipo unidireccional. Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, tampoco se recomienda diseñar ciclovías bidireccionales en vías bidireccionales, ya que independiente de si emplaza en la izquierda o la derecha, los ciclos con los vehículos motorizados se encuentran de frente. A menos que se cuente con espacio suficiente para implementar una segregación mayor.

A continuación se presentan las posibilidades de emplazamiento recomendadas, considerando la posición en la vía y la direccionalidad, de la infraestructura ciclista:

Emplazamiento para tipología “integrada”



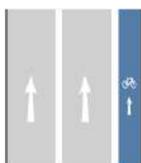
IN-1 Ciclocalle



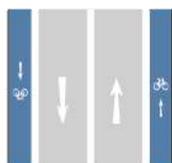
IN-1 Ciclocalle
+SG-3 contraflujo

Figura 43. Alternativas de emplazamiento para ciclo-infraestructura integrada. Elaboración propia.

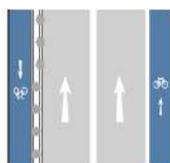
Emplazamiento para tipología “segregada”



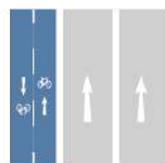
SG-1 ciclovía
lateral derecha



SG-2 ciclovías
laterales derecha



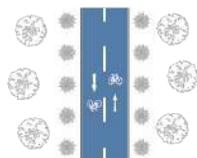
SG-3 ciclovía
a contraflujo



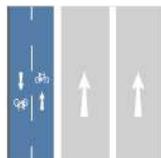
SG-4 ciclovía lateral
izquierda bidireccional

Figura 44. Alternativas de emplazamiento para ciclo-infraestructura segregada. Elaboración propia.

Emplazamiento para tipología “separada”



SP-1 Vía verde



SP-2 Ciclovía/s laterales separada/s

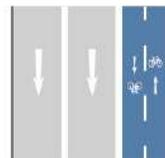


Figura 45. Alternativas de emplazamiento para ciclo-infraestructura separada. Elaboración propia.

3. La cota: Es la posición vertical de la infraestructura en relación con la calzada y la acera. Hay tres alternativas: nivel de calzada, nivel intermedio y nivel de acera.

La ciclo-infraestructura debe implementarse por la calzada. Esto es más seguro para ciclistas y peatones, ya que los movimientos de los ciclos son más predecibles y visibles para el resto de las personas que utilizan la vía. Además, la calzada en general garantiza una continuidad funcional que muchas veces no es posible en la acera.

Otra alternativa es situar la ciclo-vía en un nivel intermedio entre la calzada y la acera. Aunque esta opción es poco habitual, presenta la ventaja de reforzar el carácter exclusivo de la vía para ciclistas en relación a la calzada y la acera. Además, como la segregación se da en la vertical, la norma no exige más que el ancho de la solera como segregación horizontal. Así entonces, esta solución es aplicable a casos en que el espacio disponible en calzada es muy reducido o cuando el estado del pavimento requiere ser mejorado. Es importante considerar la integración adecuada con las intersecciones,

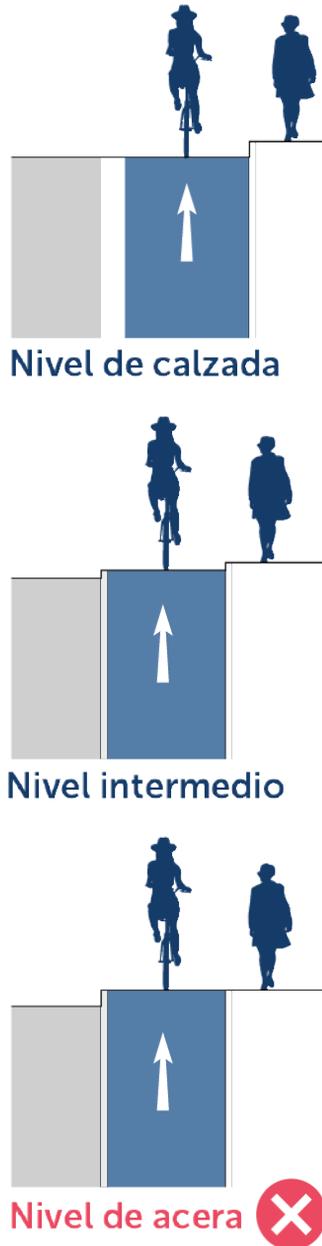


Figura 46. Alternativas de cota. Elaboración propia.



proporcionando rampas o accesos adecuados para permitir a los ciclos ingresar y salir de la ciclovía elevada. Asimismo, se deben considerar medidas para resguardar la accesibilidad peatonal en los cruces.

Si bien, en Chile se han construido muchas ciclovías a nivel de acera, estas generan conflictos, principalmente en las intersecciones, ya que muchas veces los pasos de rodado son usados conjuntamente por peatones y ciclistas. Además, esta solución afecta la visibilidad, haciendo invisibles e impredecibles los movimientos de los ciclos para automovilistas.

Esta solución a nivel de acera, solo se recomienda en el caso de tipologías separadas como parques, que están alejadas de la trama vial, en cuyos casos se deberán resguardar las circulaciones peatonales.

Fotografía 11. Ciclovía a nivel calzada en calle Rosas Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Recomendaciones de emplazamiento

La siguiente tabla resume las diferentes opciones de emplazamiento, sus ámbitos de aplicación (sentido de la vía), y las posibles variantes recomendadas (sentido, cota y nivel de protección de la ciclo-infraestructura).

Como regla general, siempre es recomendable que la operación de los ciclos siga la misma lógica que los movimientos del resto de los vehículos. Esto hace más intuitiva su circulación y minimiza los conflictos con vehículos motorizados en las intersecciones, garantizando una mayor seguridad. Por lo anterior, es preferible implementar ciclovías unidireccionales, en el sentido del tránsito y al costado derecho de la calzada.

Para vías con calzadas de 14 metros o más de ancho, se recomienda la instalación de ciclovías unidireccionales en ambos costados de la calzada. Esta configuración permite una circulación más segura y ordenada de los ciclos en ambos sentidos del tránsito vehicular, siendo la ciclo-infraestructura coherente con los sentidos de operación de la vía.

En vías con un ancho entre 7 y 14 metros con sentido unidireccional, se sugiere la implementación de ciclovías unidireccionales al costado derecho y en el sentido del tránsito. Para que el trazado resulte flexible al uso de los ciclos, se debe conformar un par vial en un eje paralelo a no más de 200 m.

Tipología	Emplazamiento	Sentido de los motorizados		Sentido de los ciclos		Cota			Protección		
		Uni	Bidi	Uni	Bidi	Calzada	Intermedio	Acera	Sin	Visual	Física
Separada	SP-1 Via verde	○	○	○	⬇	○	○	○	○	⬇	⬇
	SP-2 Lateral/es separada/s	○	⬇	⬇	⬇	⬇	⬇	○	○	○	⬇
Segregada	SG-1 Lateral derecha	⬇	⬇	⬇	⊗	⬇	⬇	○	○	⬇	⬇
	SG-2 Laterales a la derecha	⬇	⬇	⬇	○	⬇	⬇	○	○	⬇	⬇
	SG-3 A contraflujo	⬇	⊗	⊗	⬇	⬇	⬇	○	○	⊗	⬇
	SG-4 Lateral izquierda	○	⬇	⊗	○	⬇	⬇	○	○	⊗	⬇
Integrada	IN-1 Ciclo calle	⬇	⬇	⊗	⬇	⬇	○	○	⬇	○	○

Tabla 4. Tabla comparativa de recomendaciones de emplazamiento. Elaboración propia adaptado de Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista (p.60), por Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, 2023.

En última instancia, cuando las condiciones impiden la instalación de ciclovías unidireccionales en ambos costados, o la conformación de pares viales en ejes paralelos, se puede optar por ciclovías bidireccionales, ubicadas preferentemente al costado izquierdo de la calzada. Se debe fundamentar adecuadamente esta elección, demostrando la inviabilidad de otras opciones y asegurando que se mantenga la seguridad y funcionalidad de la ciclovía.

A lo largo del trazado se debe evitar el cambio de emplazamiento, si bien la tipología puede variar según el contexto, la ubicación

de la ciclovía dentro de la sección vial debe ser consistente.

La tabla 5 muestra la adaptabilidad de las diferentes tipologías de ciclo-infraestructura según el límite de velocidad, la intensidad del tránsito de automóviles y su relación con el nivel de estrés teórico que puede tener para un usuario tipo. Estos niveles de estrés varían según las características propias de cada persona y también sus relaciones. Una persona pedaleando con un niño de 8 años podría sentir mayor estrés que un hombre de mediana edad con capacidades completas pedaleando solo.

Límite de velocidad	Vehículos / día	Separadas	Segregadas		Integradas
		SP-1 / SP-2	Física SG-1 / SG-2 / SG-3 / SG-4	Visual SG-1 / SG-2	IN-1
30 km/h	<1000				
	1000-2500				
	2500-5000				
	5000-7500				
50 km/h	>7500				
	<2500				
	2500-5000				
	5000-7500				
70 km/h	>7500				
	<2500				
	2500-5000				
	5000-7500				
>70 km/h	>7500				
	cualquiera				

Estrés bajo
 Estrés medio
 Estrés alto

Tabla 5. Alternativas de ciclo-infraestructura según contexto y nivel de estrés. Fuente: Elaboración propia adaptado de Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista (p.63), por Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, 2023.

Analizar los nodos e interacciones complejas

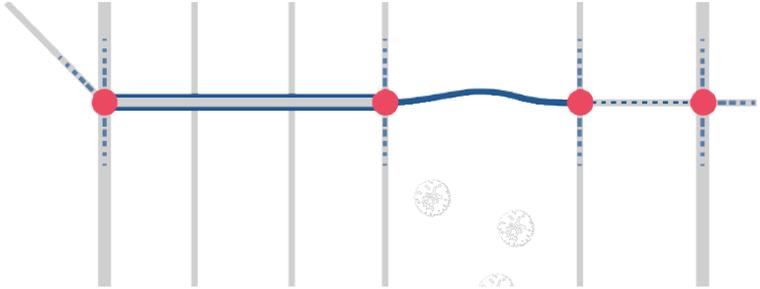


Figura 47. Analizar los nodos e interacciones complejas. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se tiene definida la tipología y las características de emplazamiento de cada tramo, se deben identificar y analizar aquellos nodos e interacciones que podrían resultar más riesgosos para las personas en ciclos.

Será crítico analizar:

1. Los cabezales de inicio y fin del trazado.
2. Las transiciones entre tipologías.
3. Los cruces con otra infraestructura ciclista.
4. Las interacciones con otros usuarios de la vía.

Otros nodos que podrían resultar complejos son, por ejemplo, intersecciones de tres o más vías, las rotondas, conexiones con

ciclo-infraestructura fuera del "acuerdo de circulación".

Para el análisis de los nodos se debe considerar al menos:

- El tipo de intersección (semaforizada o de prioridad).
- Los movimientos que tienen permitido realizar los vehículos motorizados.
- Los movimientos a realizar por ciclistas.
- Espacio disponible en la intersección.

Analizar los movimientos que los distintos actores podrán desarrollar en una determinada intersección, y especialmente en aquellas dentro de nodos complejos, es clave al momento de evaluar el emplazamiento y la tipología. Si llegan a ser muy complejos, podrían incidir en el

trazado seleccionado. El objetivo es lograr que la intersección presente el mínimo de conflictos. Por el contrario, si la cantidad de conflictos por colisiones es mayor a la que existe en la condición base, por ejemplo, la intersección sin ciclo-infraestructura, tocará reevaluar las decisiones en los pasos previos en el desarrollo del anteproyecto.

Alcanzar una solución segura, cómoda y coherente, requiere llevar al mínimo el cruce de trayectorias o de maniobras que generan conflictos por detención. Una estrategia útil para lograrlo es:

- Seleccionar el emplazamiento y perfil que genere el mínimo de conflictos.
- Buscar modificar las condicionantes operacionales del tramo con conflictos.
- Modificar las condiciones físicas del tramo, arcos y nodos, con conflictos.

El análisis de intersecciones está compuesto por dos etapas, la primera caracteriza el nivel de riesgo de los nodos complejos mediante un valor llamado Índice de Riesgo (I_r). Esto permite definir qué tan seguro resulta el emplazamiento escogido. Si el índice de riesgo es muy alto, permitirá analizar alternativas de emplazamiento o desarrollar intervenciones específicas en las intersecciones, como nuevas fases semafóricas o restringir algunos movimientos vehiculares.

En la segunda etapa del análisis de intersecciones se identifican las maniobras que requieren hacer los ciclos y los potenciales conflictos que enfrentarían entre ellos, para buscar resolverlos. De esta forma se definen los espacios de acumulación y las adecuaciones geométricas necesarias en el diseño de la intersección.

Metodología para el análisis de intersecciones

El análisis de intersecciones tiene como objetivo identificar y caracterizar el nivel de riesgo de cada intersección, orientando las posibles estrategias a utilizar para minimizarlos. Para ello se ha desarrollado una metodología de análisis similar, a la utilizada para analizar fases semaforizadas, que en este caso se aplica a todo tipo de intersecciones. Esta metodología está compuesta de 4 pasos secuenciales.

Identificar las fases

Las fases son los turnos o momentos en que la intersección recibe tránsito de una o más vías determinadas. Estos turnos pueden darse a través de un semáforo o mediante regulación de preferencias con señalización.

En casos o contextos puntuales donde hay vías sin preferencia de paso, o en intersecciones que sirven exclusivamente a la circulación de ciclos, los turnos pueden llegar a ser manejados solamente mediante negociación visual y comunicación social.

- **En intersecciones semaforizadas:** se debe considerar el número de fases dentro del ciclo completo, y de ser necesario, incorporar fases.
- **En intersecciones de prioridad:** se asumen dos fases, una fase priorizada, la que tiene preferencia, y otra no priorizada, la que enfrenta ceda el paso o señal pare.

Se identifican, las fases (f) para cada intersección, como muestra la siguiente figura:

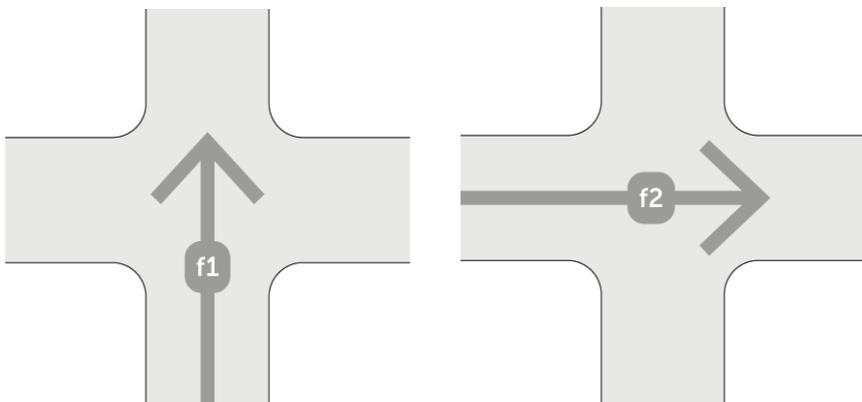


Figura 48. Identificar las fases: Elaboración propia.

Identificar los movimientos por fase

El paso siguiente es identificar, para cada fase, los movimientos (m) permitidos para vehículos, motorizados y no motorizados, como ejemplifica la figura siguiente:

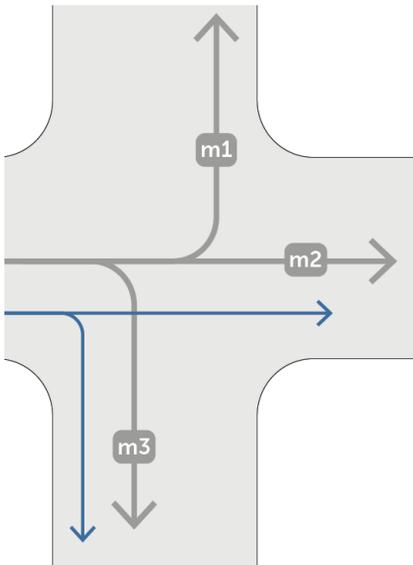


Figura 49. Movimientos permitidos.
Fuente: Elaboración propia.

En azul se identifican los movimientos que realizarán los ciclos y en gris se representan los movimientos que pueden realizar los automóviles. Los movimientos que realizan los peatones, para atravesar las vías, no se incluyen en el análisis, pues se asumen

constantes e independientes de la configuración escogida para emplazar la ciclovía.

Identificar los potenciales conflictos por fase

Luego, se determinan los conflictos (c) potenciales a los que está expuesto cada movimiento vehicular motorizado permitido, como ejemplifica la siguiente figura:

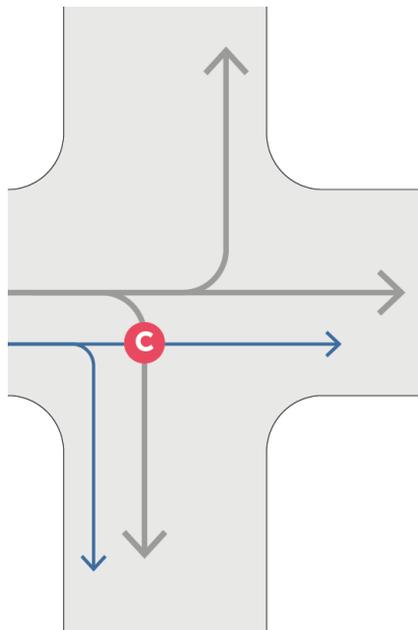


Figura 50. Potenciales conflictos.
Fuente: Elaboración propia.

Determinar el índice de riesgo

Finalmente, para determinar el índice de riesgo (I_r) de cada intersección, se aplica la siguiente ecuación:

$$I_r = \sum f \left(\sum m \cdot 3^c \right)$$

donde:

f: corresponde a cada fase

m: corresponde a cada movimiento en una fase

c: corresponde a la cantidad de conflicto en un movimiento motorizado

Cada movimiento (m) permitido en cada intersección, se multiplica por 3 elevado al número de conflictos simultáneos (c). Luego, se suman todos para cada fase (f) y, finalmente, se suman los resultados para cada fase, como se muestra en el siguiente ejemplo, con **ciclovías unidireccionales y sin virajes a la izquierda**:

$$m = 3 \text{ en base 3.}$$

$$m_1 \cdot 3^0 = 1$$

$$m_2 \cdot 3^0 = 1$$

$$m_3 \cdot 3^1 = 3$$

$$m_4 \cdot 3^1 = 3$$

$$m^c = 8$$

$$f_1 = f_2 \Rightarrow I_r = 16$$

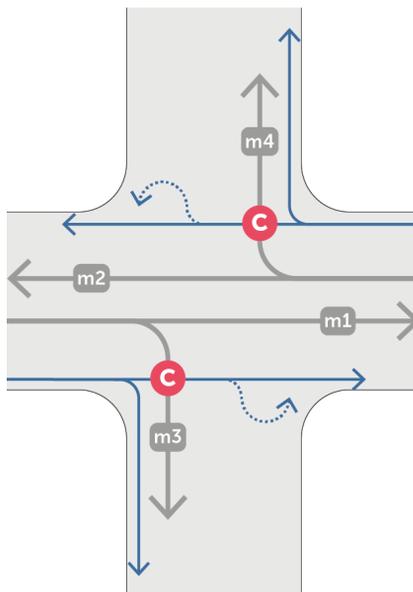


Figura 51. Potenciales conflictos sin viraje a la izquierda. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, se identifican todos los movimientos de cada fase, se cuantifican los conflictos a los que está expuesto cada movimiento de vehículo motorizado (no se cuantifican los conflictos entre movimientos de ciclos) se calculan los valores para cada movimiento y se suman. Luego, si asumimos que ambas fases son iguales, en este caso, se multiplica por dos y el valor final sería $I_r = 16$.

El siguiente ejemplo es la misma configuración anterior, es decir, con ciclovías unidirec-

cionales pero permitiendo el viraje de vehículos motorizados a la izquierda. En consecuencia hay dos movimientos que se exponen a dos conflictos en simultáneo, lo que lo hace significativamente más riesgoso. Aplicando la misma ecuación, en este caso el valor de $I_r = 52$.

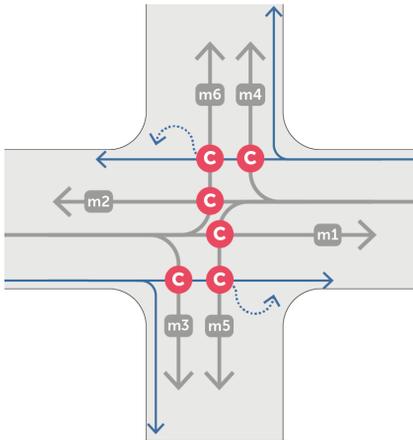


Figura 52. Potenciales conflictos ciclovía unidireccional con virajes a la izquierda permitidos. Fuente: Elaboración propia.

$m = 3$ en base 3.

$$m_1 \cdot 3^0 = 1$$

$$m_2 \cdot 3^0 = 1$$

$$m_3 \cdot 3^1 = 3$$

$$m_4 \cdot 3^1 = 3$$

$$m_5 \cdot 3^2 = 9$$

$$m_6 \cdot 3^2 = 9$$

$$m^c = 26$$

$$f_1 = f_2 \Rightarrow I_r = 52$$

Por último, una configuración de ciclovía bidireccional con viraje a la izquierda permitido, implicaría que el vehículo que vira a la izquierda se enfrenta a tres potenciales conflictos simultáneos, el automóvil que viene de frente y los ciclos en ambas direcciones, aumentando significativamente el índice de riesgo (I_r). En este ejemplo, el valor de I_r llega a 84, donde sólo un movimiento (m_5) concentra el mayor riesgo potencial.

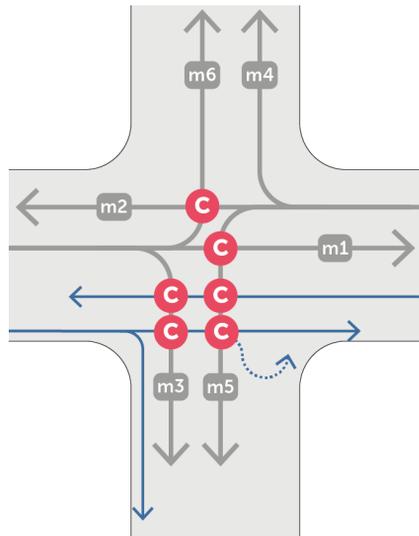


Figura 53. Potenciales conflictos ciclovía bidireccional con virajes a la izquierda permitidos. Fuente: Elaboración propia.

$m = 3$ en base 3.

$$m_1 \cdot 3^0 = 1$$

$$m_2 \cdot 3^0 = 1$$

$$m_3 \cdot 3^2 = 9$$

$$m_4 \cdot 3^0 = 1$$

$$m_5 \cdot 3^3 = 27$$

$$m_6 \cdot 3^1 = 3$$

$$m^c = 42$$

$$f_1 = f_2 \Rightarrow Ir = 84$$

Para efectos del análisis, se considera que una intersección tiene:

- **Riesgo bajo** cuando el valor de Ir es menor a 30;
- **Riesgo medio** si el valor de Ir es mayor o igual que 30, pero menor que 60
- **Riesgo alto** cuando el valor de Ir es mayor o igual a 60.

En definitiva, una intersección cuyo valor Ir es menor a 30 requerirá un nivel de intervención bajo o adecuaciones simples. Luego, hasta 60 se puede tomar medidas de gestión o diseño para mejorar los estándares de seguridad y sobre 60 ya requerirá una intervención mayor.

En términos generales, para rebajar el valor Ir , se puede optar por restringir los movimientos de vehículos motorizados (eliminar virajes a la izquierda, por ejemplo) o bien aumentar las fases de semáforo para separar las trayectorias con potencial de conflicto, dedicando tiempo y espacio reservado para cada una de ellas.

Nivel de riesgo	Índice de riesgo (Ir)	Nivel de intervención
Bajo	Menor a 30	Bajo o adecuaciones simples
Medio	Entre 30 y 60	Medidas de gestión o diseño para mejorar los estándares de seguridad
Alto	Mayor de 60	Intervención mayor

Tabla 6. Nivel de riesgo según el índice de riesgo (Ir). Fuente: Elaboración propia.

Maniobras en las intersecciones

Analizar y resolver las maniobras en los nodos implica identificar los movimientos que necesitan realizar los ciclos. Estos movimientos pueden ser: continuar, virar a la derecha o a la izquierda. Deben ser analizados independientemente de que exista o no ciclo-infraestructura en las vías perpendiculares, pues son movimientos que las personas en ciclos necesitarán hacer en los cambios de itinerarios que componen sus trayectos.

El ejercicio se puede desarrollar con base en el siguiente ejemplo, con dos tipos de emplazamiento de ciclovías para una intersección típica, semaforizada, en una vía con operación bidireccional para automóviles y ciclos: Por un lado, se analiza la intersección con ciclovías laterales a la derecha (SG-2) y por otro, la misma intersección con una ciclovía lateral bidireccional (SG-5).

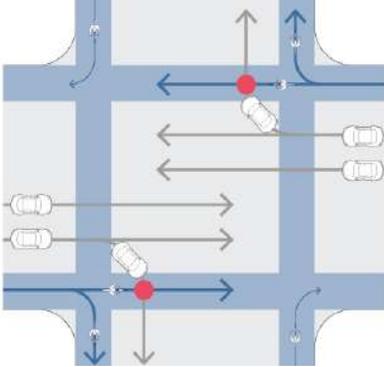
La intersección del ejemplo es semaforizada y ambas vías son simétricas, es decir, cuentan con las mismas características en la distribución de su calzada. Las líneas grises corresponden a las

trayectorias de automóviles y las azules a los ciclos. Las líneas gruesas de los ciclos indican las trayectorias esperadas; las delgadas, las trayectorias habilitadas; y las punteadas indican trayectorias de conexión que derivan en espera de luz verde para cruzar.

Los elementos en rojo indican los conflictos. Los círculos indican las posibles colisiones, es decir, conflictos donde ambos actores están en movimiento. Los triángulos indican conflictos por obstrucción, es decir, uno de los actores está esperando paso y bloquea el flujo.

En la figura 54, el primer caso es una intersección de dos vías con ciclovías laterales derechas a ambos costados de la calzada, donde las personas transitan y viran en coherencia con el acuerdo de circulación. Por otro lado, el segundo caso se trata de una intersección de dos vías con ciclovías bidireccionales, donde en el encuentro de las ciclovías se crea una nueva intersección, y solamente los ciclos que van pegados a la solera y giran a la derecha están en coherencia con el acuerdo de circulación.

Ciclovia lateral derecha ambos costados



Ciclovia bidireccional

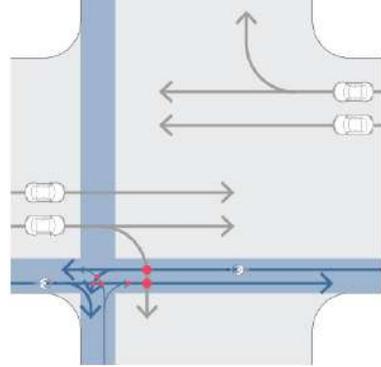
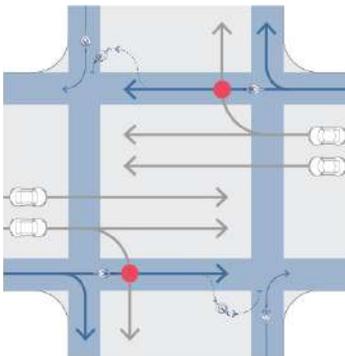


Figura 54. Ejemplo de análisis, ciclovía unidireccional por la derecha v/s ciclovía bidireccional por la izquierda. Fuente: Elaboración propia.

En el primer esquema, al considerar las trayectorias de conexión que implican espera (líneas punteadas), se suma el viraje a la izquierda, que generalmente se realiza como un viraje en gancho, donde quienes necesitan cambiar de itinerario hacia

la izquierda, cruzan y esperan la luz verde en la vía perpendicular. En el esquema bidireccional, las maniobras de cambio de itinerarios deben resolverse en un espacio reducido, lo que genera conflictos entre ciclistas. La Figura 56 es una vista aumen-

Ciclovia lateral derecha ambos costados



Ciclovia bidireccional

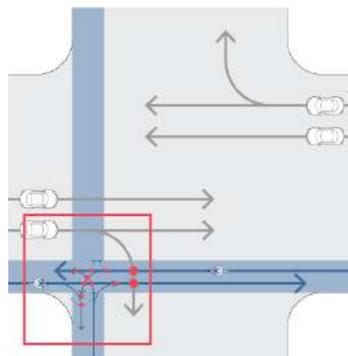


Figura 55. Ejemplo de análisis, ciclovía unidireccional por la derecha v/s ciclovía bidireccional por la derecha. Fuente: Elaboración propia.

tada de estos conflictos en el caso de ciclovías bidireccionales, los triángulos representan los conflictos que pueden derivar en obstrucciones o colisiones.

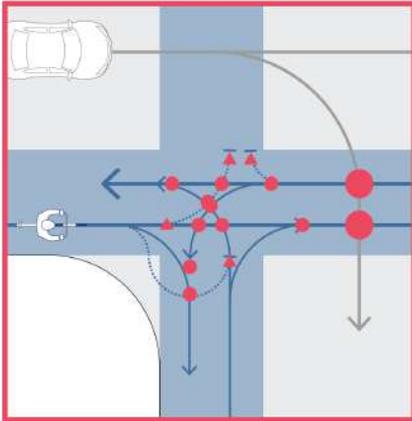


Figura 56. Vista aumentada de la acumulación de conflictos en la intersección de ciclovías bidireccionales. Fuente: Elaboración propia.

Este ejercicio permite ver de manera gráfica los potenciales conflictos que se generan al implementar distintas tipologías a un tramo y como estas se manifiestan en los nodos e intersecciones. Una tipología bidireccional aplicada en contextos urbanos y densos, generará más conflictos que un emplazamiento lateral derecho y en el sentido del tránsito. Esto aplica tanto para los conflictos entre ciclos y automóviles, como para conflictos entre los propios ciclistas.

Una ciclovía bidireccional, emplazada en una vía de doble sentido, genera dos sistemas paralelos en un mismo trazado. Son dos sistemas ya que existen dos ejes de calzada, uno operando para automóviles y el otro para ciclos. Esta dualidad genera además una nueva intersección, la de los ciclos, que queda en un espacio muy reducido para desarrollar las maniobras con seguridad y, normalmente, expuesto al flujo vehicular.

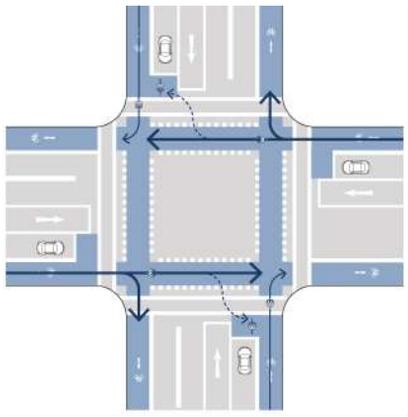
Dar solución a los nuevos conflictos que genera una tipología bidireccional requiere invertir en, al menos, alguna de las siguientes medidas: implementar fases especiales de semáforo, determinar zonas de acumulación y espera; utilizar protección física para que los virajes de los automóviles no invadan el espacio de espera para ciclos.

Cuando se logran identificar los conflictos se deben indicar y diseñar las medidas que se tomarán para resolverlos o minimizarlos; teniendo especial atención a la visibilidad, los espacios de acumulación y el posicionamiento para los virajes. Para los ejemplos descritos se presentan dos soluciones que logran disminuir los conflictos para cada caso planteado.

A continuación se exponen dos configuraciones posibles para resolver los nodos tanto en un esquema unidireccional como bidireccional. Mientras en el primer caso, puede bastar con demarcar los cruces e instalar zonas de espera especial de

ciclistas (*bicibox*), en el segundo caso será necesario desarrollar una intersección protegida para administrar los virajes y las zonas de espera. Para más detalle, se presentan otros ejemplos tipo de soluciones en el apartado de intersecciones.

Intersección demarcada (Bicibox)



Intersección protegida

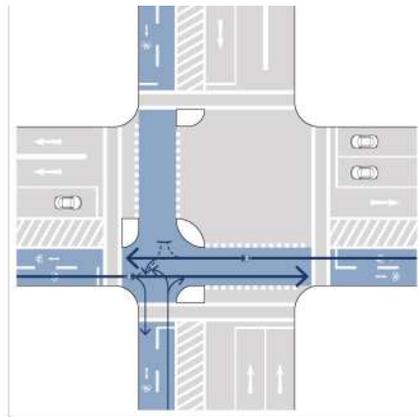


Figura 57. Ejemplo soluciones, ciclovía unidireccional por la derecha v/s ciclovía bidireccional por la derecha. Fuente: Elaboración propia.

Perfiles

El diseño de los perfiles

El diseño de los perfiles define la nueva distribución del espacio vial para hacerlo ciclo-inclusivo. El desafío es brindar comodidad y seguridad a la circulación de los ciclos, recuperando espacio utilizado en la calzada por los automóviles, sin comprometer la seguridad y comodidad peatonal. Para conseguir el espacio en calzada para implementar ciclo-infraestructura segregada se propone una estrategia secuencial y jerarquizada de acciones que permitan redistribuir el espacio existente (revisar el artículo Desarrollar perfiles por tramo).

La elaboración de un determinado perfil de tramo consiste en vistas de corte transversal, integrando y distribuyendo cada elemento de la vía pública. Es decir, considerando el espacio entre líneas oficiales, lo que incluye: la calzada y sus pistas; las platabandas y veredas; los postes, el arbolado

y el mobiliario; y las ciclovías u otras facilidades.

El perfil libre para circulación de ciclos, establece el punto de partida para la definición de los anchos de circulación de los ciclos. Pese a las eventuales dificultades o restricciones de un determinado contexto, que se pueden tratar como singularidades, se debe apuntar a que el espacio de circulación destinado a los ciclos cumpla o supere los parámetros recomendados como espacio libre de circulación para ciclos, cuando sea posible.

Conciliar las recomendaciones ergonómicas para la circulación segura y cómoda con el contexto de la vialidad en Chile requiere de instrumentos normativos, que establezcan una base mínima para que la implementación de ciclo-infraestructura, en especial de ciclovías, sea factible. Sin em-

bargo, es importante destacar que, como regla general, mientras más ancha sea la ciclo-infraestructura será más cómoda y atractiva para la mayoría de las personas.

La versión vigente del Decreto Supremo 102 establece lo siguiente en relación al espacio de desplazamiento de las personas en ciclos en tipología segregada o ciclovías, para desarrollar una circulación segura. Especifica el espacio libre, tanto vertical como horizontal, para ciclovías unidireccionales y bidireccionales.

Las singularidades

Determinadas condiciones de contexto pueden presentar singularidades. Estas son situaciones de excepción en el trazado, donde físicamente no existe otra alternativa para mantener el espacio recomendado más que reducir puntualmente el ancho de la ciclovía y así dar continuidad al

trazado. Estas singularidades pueden justificarse por la presencia de: paraderos de transporte público, variaciones en la faja disponible, elementos edificados, elementos patrimoniales, arborización, postación, entre otros.

Solo se podrá reducir el ancho del perfil de la ciclovía cuando ya se haya ejecutado la estrategia de cabida. Dentro de estas, las pistas vehiculares deberán haber sido disminuidas, al menos, al ancho mínimo recomendado, según se establece en el Manual denominado "Recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana", aprobado por el decreto exento N°827, de 2008, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, o el que en el futuro lo reemplace, o de acuerdo a lo dispuesto en el Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, según corresponda.

Tipo de ciclovía	Alto	Ancho óptimo	Ancho recomendado	Ancho en singularidades
Unidireccional	2,5	1,8	1,5-1,8	1,2-1,5
Bidireccional	2,5	2,4	2,2-2,4	2,0-2,2

Tabla 7. Espacio de desplazamiento libre normado para la circulación de ciclos en tipologías segregadas y separadas. Fuente: Decreto Supremo N° 102, artículo 3, por Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2021.

Una singularidad nunca deberá ser de ancho menor a:

- 1,0 metro para ciclovías unidireccionales sin segregación física.
- 1,2 metros para ciclovías unidireccionales con segregación física.
- 2,0 metros para ciclovías bidireccionales.

La experiencia acumulada durante la última década en la implementación de ciclovías permite la identificación de perfiles que han sido exitosos en el contexto nacional, tanto en satisfacer los requisitos de comodidad y seguridad, como por su capacidad de integrarse con otras funciones de movilidad y espacio público. Cada perfil presentado está agrupado en cada una de las tres tipologías: Integrada, Segregada y Separada. Para cada uno se establece una definición, cuándo y dónde es pertinente implementarlos, sus prestaciones y características técnicas.

Perfiles integrados

- Ciclocalle unidireccional (IN-1) combinada con contraflujo (SG-3).
- Ciclocalle bidireccional (IN-1).

Perfiles segregados

- Ciclovía unidireccional por la derecha (SG-1).
- Ciclovías unidireccionales a ambos costados(SG-2).
- Ciclovías laterales derecha con contraflujo (SG-3).
- Ciclovía lateral izquierda bidireccional (SG-4).

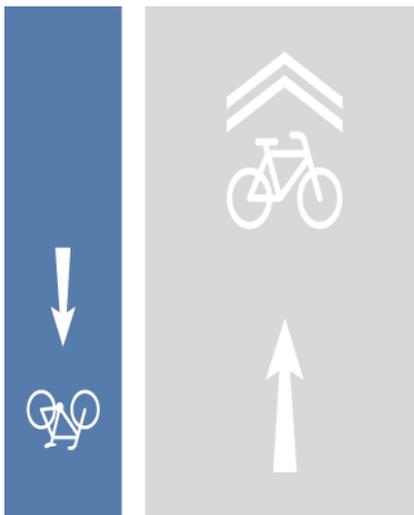
Perfiles separados

- Ciclovía en vía verde (SP-1).
- Ciclovías de borde (SP-2).

Cada perfil incluye representaciones visuales que sintetizan sus características. Cabe aclarar que, para facilitar la comprensión de las soluciones propuestas, se representan todas las facilidades ciclistas en color azul. No obstante, el uso de este color es necesario sólo para los tramos en que la segregación desaparece, particularmente en los cruces. Para más detalle, consultar la sección de demarcación.

Perfiles integrados

Ciclocalle unidireccional (IN-1)
combinada con contraflujo (SG-3)



La solución está compuesta por una pista compartida entre vehículos motorizados y ciclos en una dirección, complementada con una ciclovía segregada para ciclos a contraflujo. Esta alternativa permite el tránsito de ciclos en ambas direcciones, por lo que no es necesario considerar un par vial.

Se recomienda en vías unidireccionales, donde la calzada sea angosta, incluso para dos pistas vehiculares. Al tratarse de una pista compartida, la velocidad máxima permitida de la vía debe ser igual o menor que 30 km/h.

La extensión del tramo puede variar caso a caso, pero se recomienda que no tenga una longitud superior a 3 cuadras. Esta tipología puede aplicarse tanto en contextos de Zonas de Tránsito Calmado, siendo una vía que da soporte a la movilidad local, como también formar parte de tramos de proyectos de ciclo-infraestructura para dar continuidad y conectividad a la red entre tramos de ciclovías y como transiciones entre una tipología u otra. En caso de que un trazado de ciclovía, en un tramo, no cuente con el ancho necesario para dar continuidad a una tipología segregada, la adecuación de la calzada a este perfil permitirá dar continuidad.

Al tratarse de vías locales, podría permitirse el estacionamiento en uno de los costados, lo que debe resolverse eliminándolos o incorporándose dentro del diseño. A continuación se presentan ámbitos de aplicación y estrategias de cabida para esta opción de diseño:

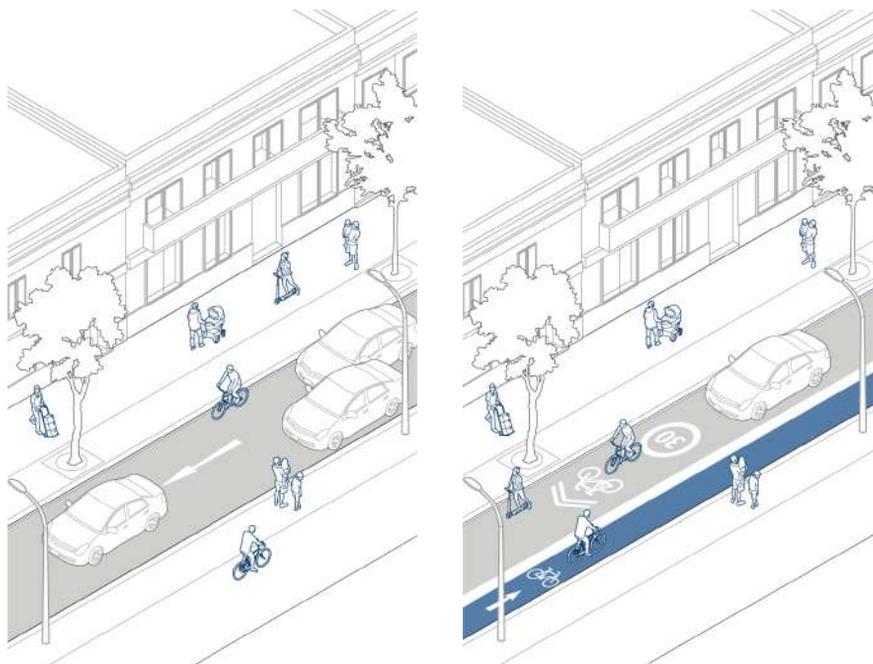


Figura 58. Ciclocalle unidireccional combinada con contraflujo. Elaboración propia.

En la figura 58 se presenta un perfil unidireccional de una pista, donde la calzada mide 7 metros o menos. Al ser vías unidireccionales para todos los modos, no es flexible con los itinerarios en ciclos, quienes en busca de seguridad, comodidad y rutas directas, optan a circular por las veredas o en contra del sentido del tránsito, generando riesgos para las personas a pie. Para implementar esta alternativa se deberá reducir el ancho de la pista vehicular, dejando un ancho suficiente para el tránsito de vehículos de emergencia.

En este caso se recomienda prohibir el estacionamiento en los costados de la vía, eliminar la posibilidad de adelantamiento y definir que la prioridad la tienen los ciclos. Es recomendado complementar el perfil con otras medidas de tránsito calmado para mantener las velocidades dentro del umbral reglamentado.

Se pueden integrar medidas de tránsito calmado como estrechamientos laterales, chicanas y estrechamientos en las intersecciones con reducción en los radios de giro, especialmente en las esquinas sin virajes.

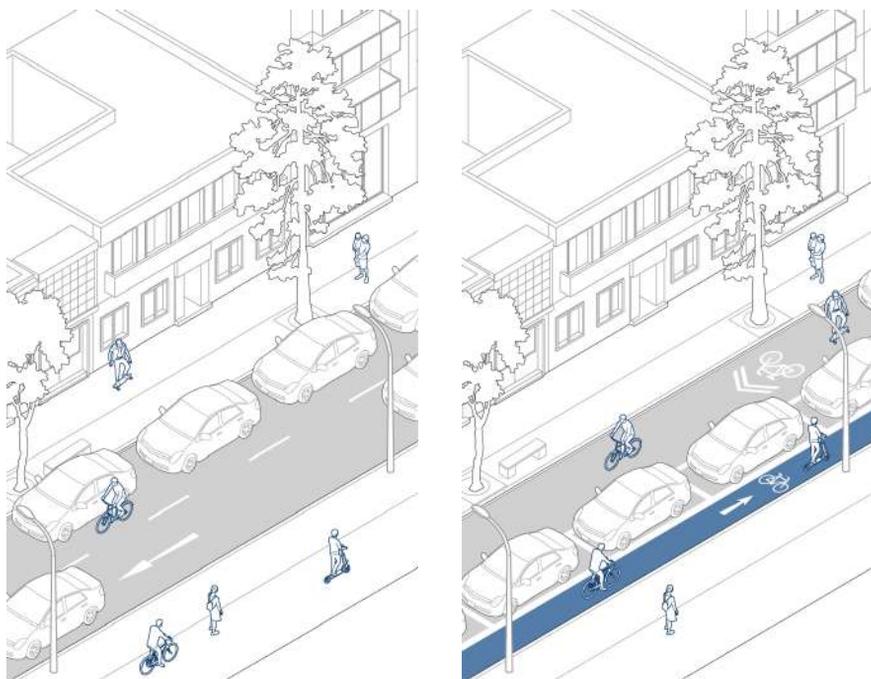


Figura 59. Ciclocalle unidireccional combinada con contraflujo con estacionamientos. Fuente: Elaboración propia.

Si la vía tiene dos pistas y faja de estacionamiento habilitada al costado derecho, como muestra la figura 59, en la práctica la vía sólo tiene habilitada una pista para el tránsito y el estacionamiento reduce su capacidad. Las personas en ciclos se mueven entre automóviles estacionados y en movimiento, con el riesgo de siniestro en caso de apertura de puertas.

Para escenarios como este, o similares, se recomienda mantener una pista vehicular e integrar una ciclovía a contraflujo utilizando los estacionamientos como segregador. En este caso, el espacio de resguardo para la apertura de puertas puede ser menor, dado que existirá contacto visual entre quien conduce y quien circula de frente en un ciclo, reduciendo el riesgo asociado a la apertura de puertas.

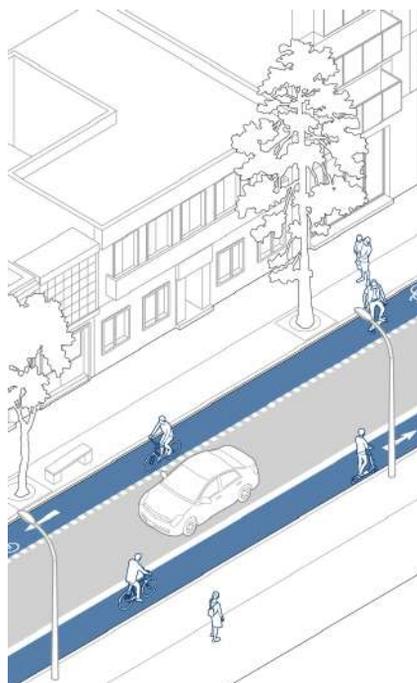
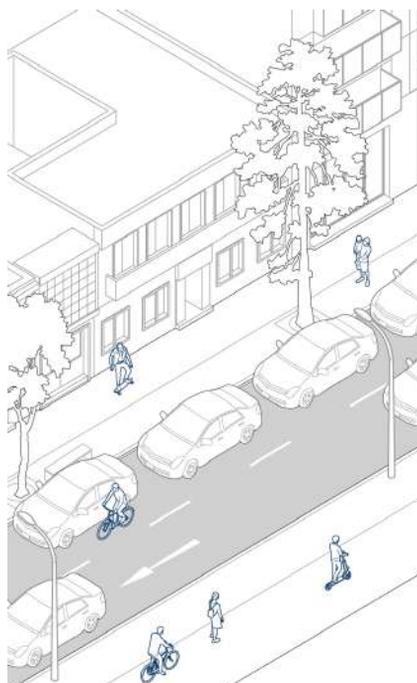


Figura 60. Ciclocalle unidireccional con pista preferente para ciclos y combinada con contraflujo. Fuente: Elaboración propia.

Por último, otra configuración posible es la que expone la figura 60, que propone una ciclobanda en el sentido del tránsito y una ciclovía, con mayor nivel de segregación para el contraflujo. Esto resuelve de manera adecuada las necesidades de conexión para ciclos, se integra correctamente a

la vialidad transversal y sirve como medida de calmado de tránsito al estrechar la pista al centro. Se recomienda utilizar segregación visual para la ciclobanda en sentido del tránsito, para ser flexible ante la presencia de vehículos de emergencia.

Ventajas y las limitaciones de esta solución:

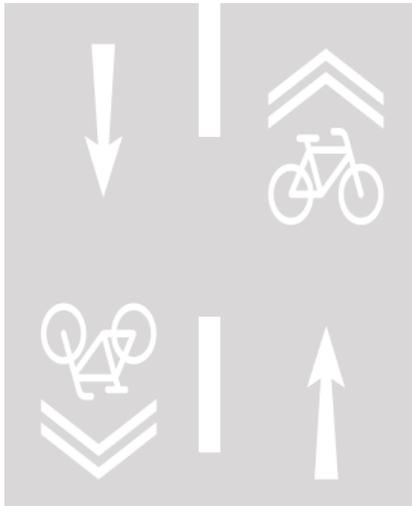
Ventajas	Limitaciones
Se resuelve la circulación de ciclistas en ambos sentidos en una sola vía (no requiere un par vial).	Se requiere una segregación física para la cicloavía a contraflujo.
Las intersecciones son más fáciles de resolver que una cicloavía bidireccional, ya que se separan los movimientos.	Puede haber un incentivo a utilizar la cicloavía segregada en el sentido del tránsito, en los casos en que el ciclista debe compartir el espacio con el flujo motorizado.
Flexible para poder integrarse a la malla vial y para las transiciones entre tipologías.	Puede generar conflictos entre ciclistas y peatones que cruzan la vía mirando hacia la dirección de circulación de los vehículos motorizados.

Tabla 8. Tabla comparativa de ventajas y limitaciones IN-1 combinada con contraflujo SG-1. Fuente: Elaboración propia.

Para implementar este perfil es necesario considerar:

- Un espacio en calzada pavimentada de siete metros o más, para las alternativas con estacionamiento o con ciclobanda. Para siete metros o menos, se requerirá compartir el espacio para circular en el sentido del tránsito.
- Se puede implementar con flujos diarios de hasta 5000 vehículos diarios, sin embargo, se recomienda un flujo vehicular diario de hasta 1000 para mantener bajos niveles de estrés y que sirva para la mayoría de las personas, independientemente de su edad y habilidades.
- La pista compartida debe estar demarcada con chevrones y la velocidad máxima permitida a 30 km/h o menos.
- Se recomienda implementar medidas de tránsito calmado como estrechamientos laterales, reducción de radios de giro, cojines y veredas continuas. Evitar el uso de lomos de toro, de solera a solera.
- Se debe tener precaución con la apertura de puertas de vehículos motorizados, ya que si bien en esta configuración los vehículos y ciclos se pueden ver entre ellos, en la medida de lo posible, se recomienda que se deje un espacio suficiente de segregación para mitigar este conflicto.

Ciclocalle bidireccional (IN-1)



Esta alternativa consiste en una ciclocalle, donde las pistas son compartidas entre los vehículos motorizados y ciclistas. En esta solución se resuelven los flujos de ciclos en ambos sentidos.

Se recomienda su implementación en vías bidireccionales con poco flujo vehicular, una pista de circulación por sentido y donde la calzada sea igual o menor que 7 metros.

La velocidad normada debe ser igual o menor que 30 km/h y tener un flujo vehicular moderado, que no supere los 5000 vehículos diarios aproximadamente. Puede implementarse como parte de Zonas de Tránsito Calmado o como

conectores de bajo estrés que permiten brindar mayor densidad a la red de ciclo-infraestructura, o como parte de un tramo de ciclovías cuando la continuidad del perfil segregado se vea comprometida por falta de espacio.

Se recomienda implementar medidas de tránsito calmado como estrechamientos laterales o filtros modales, reducción de radios de giro, cojines o veredas continuas. Evitar el uso de lomos de toro, dado que su instalación exige que sean continuos -de solera a solera- lo que afecta innecesariamente a los ciclos.

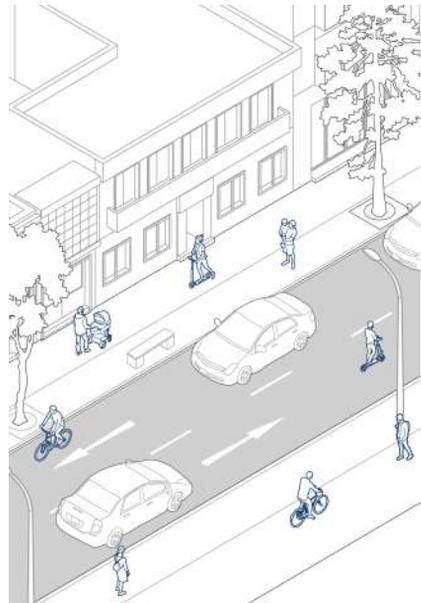


Figura 61. Situación existente, vía bidireccional.
Fuente: Elaboración propia.

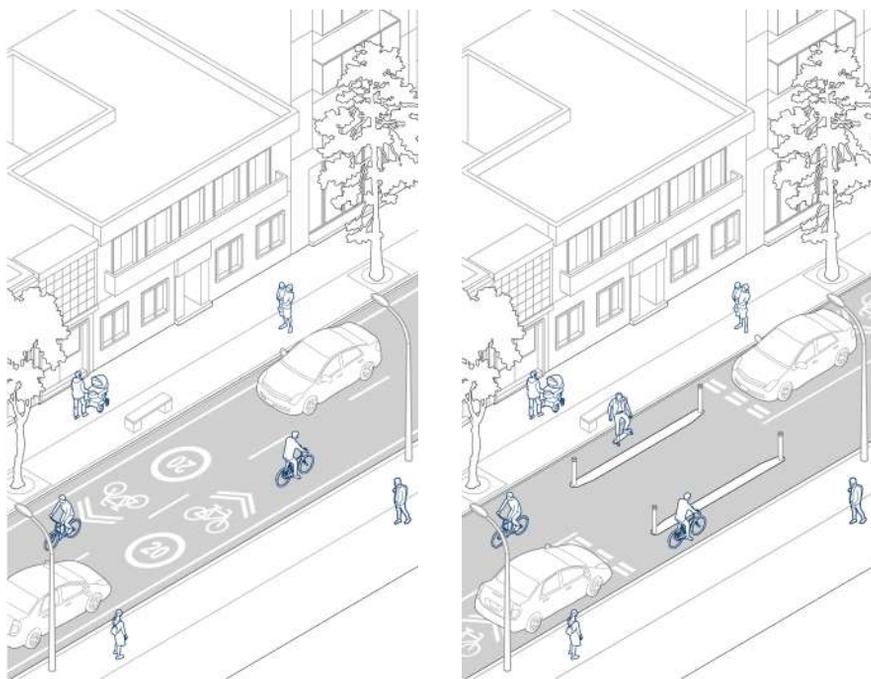


Figura 62. Ciclocalle bidireccional. Fuente: Elaboración propia.

Ventajas y las limitaciones de esta solución:

Ventajas	Limitaciones
Se resuelve la circulación de ciclistas en ambos sentidos en una sola vía (no requiere un par vial).	Puede que no sea cómodo para todas las personas que usan ciclos.
Facilita las transiciones entre diferentes tipologías.	No funciona con volúmenes de flujo vehicular altos.
	Puede requerir medidas adicionales para el calmado de tránsito.

Tabla 9. Tabla comparativa de ventajas y limitaciones SG-1. Fuente: Elaboración propia.

Para implementar este perfil es necesario considerar:

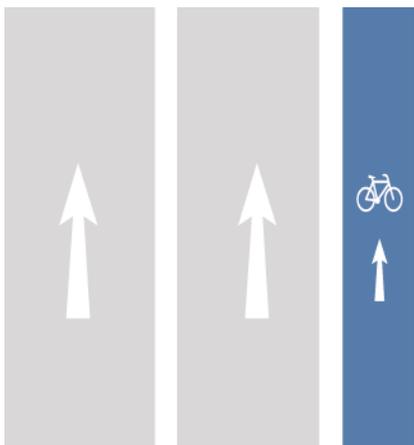
- Un espacio en calzada pavimentada de siete metros o menos.
- Se puede implementar con flujos diarios de hasta 5000 vehículos diarios, sin embargo, se recomienda un flujo vehicular diario de hasta 1000 para mantener bajos niveles de estrés y que sirva para la mayoría de las personas, independientemente de su edad y habilidades.
- Se recomienda prohibir el estacionamiento en vías con flujos mayores a 1000 vehículos al día.
- Debe estar demarcado con chevrões y la velocidad máxima permitida en ambas direcciones.
- Complementariamente, se sugiere utilizar estrechamientos laterales -o filtros modales- a mitad de cuadra.



Fotografía 12. Vías en Santiago. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Perfiles segregados

Ciclovía unidireccional por la derecha (SG-1)



La ciclovía se emplaza en el costado derecho de la calzada y en el mismo sentido del tránsito de automóviles. Por lo tanto, la ciclovía se ubica entre las pistas vehiculares y la acera.

Al tratarse de una ciclovía emplazada en una vía de un sólo sentido, su función bidireccional dentro de la red debe considerar un par vial –una vía paralela– que se ubique como máximo a 200 metros.

Se recomienda implementar al nivel de calzada, la alternativa más económica, o en una cota intermedia entre la acera y la calzada. No debe ir a nivel de acera.

La segregación puede ser física

o visual, dependiendo de la velocidad normada, y de tamaño variable, no menor que 30 cm, dependiendo del espacio disponible.

Este emplazamiento de ciclo-infraestructura segregada constituye una de las opciones más sencillas y coherentes con el sistema de circulación. Los y las usuarios de ciclos no son obligados a cambiar su posición al pasar de una vía con segregación a un esquema integrado. Por lo tanto, esta es la opción más cómoda e intuitiva, además de ser más manejable en términos de la resolución de posibles conflictos.

Se recomienda implementar esta solución en vías unidireccionales con dos o más pistas como situación existente. Para esto, se deberán aplicar estrategias de cabida, priorizando inicialmente utilizar el espacio disponible en la calzada. Al emplazar la ciclovía en el costado derecho y pegada a la línea de solera, se requiere resolver las interacciones con el transporte público, la carga y descarga, o algunas configuraciones de estacionamiento.

A continuación se presentan ámbitos de aplicación y estrategias de cabida para esta opción de diseño:

En las figuras 63 y 64 se presentan vías unidireccionales con dos y tres pistas respectivamente, luego para poder implementar ciclo-infraestructura se propone, inicialmente, angostar las pistas vehiculares

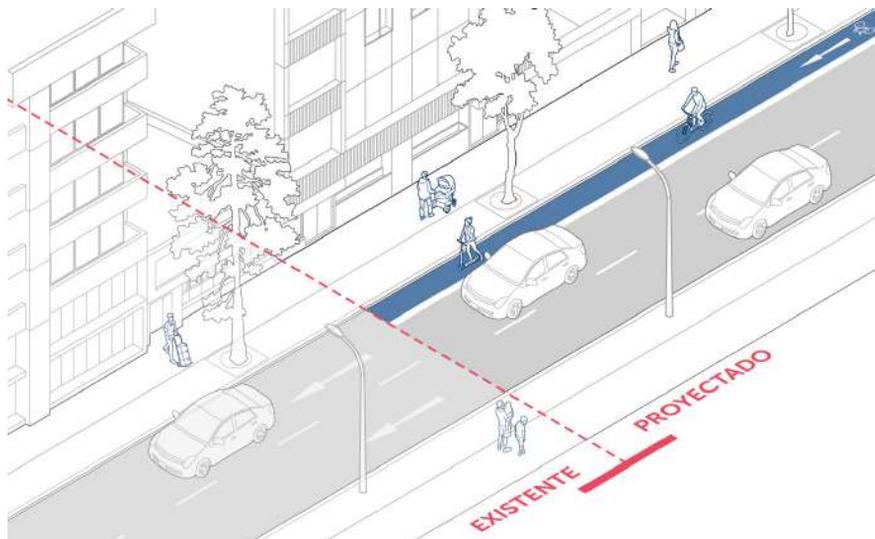


Figura 63. Ciclovía unidireccional por la derecha en vía unidireccional con dos pistas. Fuente: Elaboración propia.

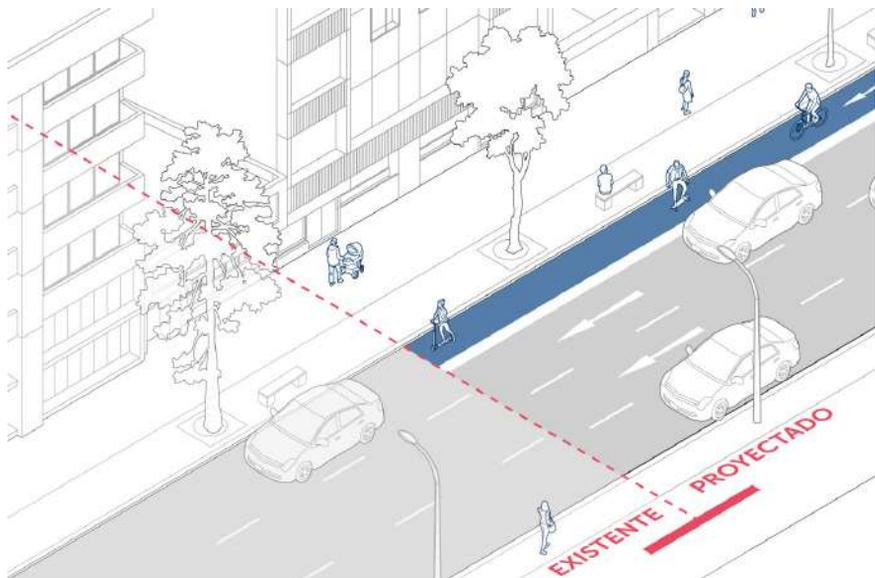


Figura 64. Ciclovía unidireccional por la derecha en vía unidireccional con tres pistas. Fuente: Elaboración propia.

para dar espacio a una ciclovía unidireccional lateral por la derecha.

En el caso de que en la vía existan estacionamientos en un costado, como en la figura 66, se puede optar por eliminar los estacionamientos para dar cabida a la ciclovía. Esto permite implementar una ciclovía más ancha y con una segregación mayor. Esto es positivo, ya que como regla general una ciclovía más ancha será más cómoda y segura para todo tipo de usuarios, permitiendo realizar maniobras de adelantamiento y circular a distintas velocidades. Además, una segregación más ancha, facilita la implementación de intersecciones con un mayor nivel de protección y, por último, quitar los estacionamientos debiera reducir la congestión vehicular respecto a la situación base, dado que se elimina la maniobra de estacionarse (o buscar estacionamiento).

Si fuera necesario mantener los estacionamientos, se puede eliminar una de las pistas vehiculares y utilizar los estacionamientos como segregador de la ciclovía. Esta alternativa genera una mayor sensación de seguridad para los ciclistas al encontrarse más alejados del flujo de automóviles, también permite la implementación de intersecciones protegidas con

mayor holgura. Sin embargo, se debe tener especial cuidado con la visibilidad en las intersecciones.

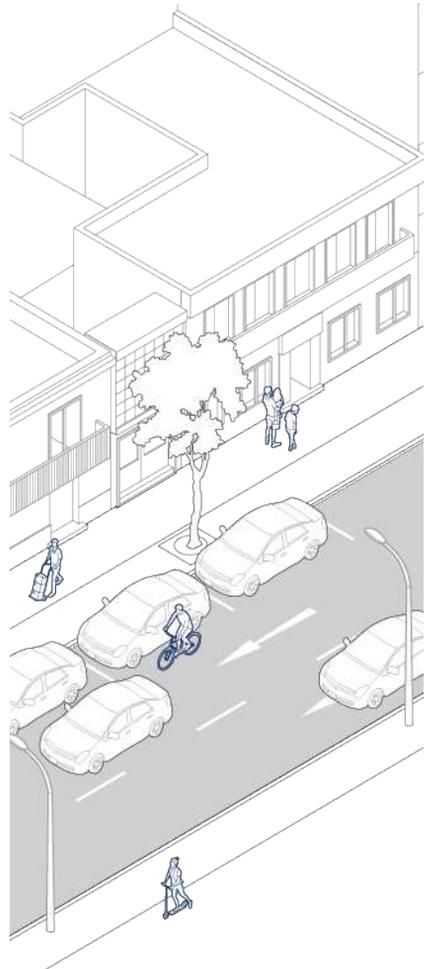


Figura 65. Situación existente, vía bidireccional con estacionamientos a un costado. Fuente: Elaboración propia.

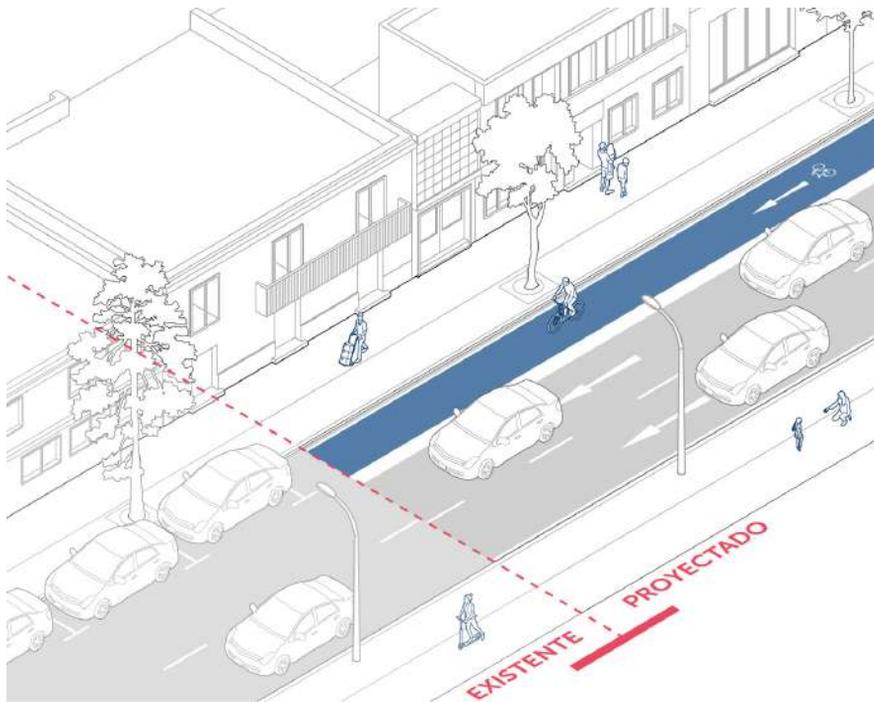


Figura 66. Ciclovía unidireccional por la derecha en vía unidireccional con dos pistas y estacionamientos. Fuente: Elaboración propia.

Si en la vía hay presencia de transporte público, como se muestra en la figura 67, se puede angostar las pistas vehiculares manteniendo la recomendación de ancho de pistas para la circulación de buses, pudiendo dejar los anchos de las otras pistas en el mínimo dependiendo de la frecuencia de buses. Esto último ayudaría además a reducir la velocidad de circulación de los vehículos motorizados.

Si es posible, se recomienda

eliminar una pista vehicular para implementar una ciclovía más ancha con una segregación también mayor. De esta manera, se cuenta con mayor espacio para las soluciones de la interacción en los paraderos. Es importante considerar esto último, ya que la construcción de las soluciones en los paraderos puede aportar a mejorar las condiciones de espera y accesibilidad al bus, pero implica aumentar los costos de ejecución del proyecto.

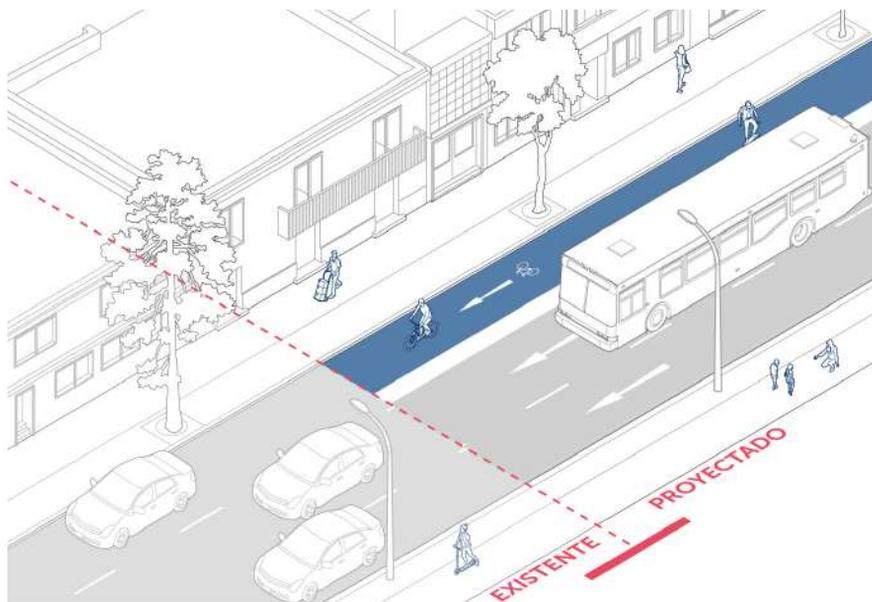


Figura 67. Ciclovía unidireccional por la derecha en vía unidireccional con tres pistas y flujo de transporte público. Fuente: Elaboración propia.

Ventajas y las limitaciones de esta solución:

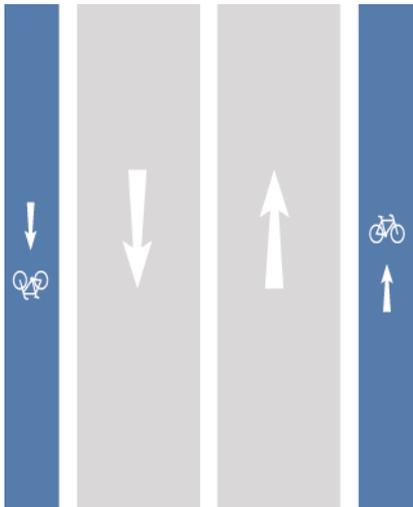
Ventajas	Limitaciones
Emplazamiento intuitivo y coherente con el acuedo de circulación.	Requiere un par vial, en una calle paralela con similar conectividad, para operar como circuito.
Buena visibilidad y facilita las maniobras de ciclistas en las intersecciones.	Si el par vial no presenta el mismo nivel de conectividad, o se encuentra muy distante, puede inducir a la circulación de ciclistas en sentido contrario.
Facilita la integración con la vialidad transversal y las transiciones entre diferentes tipologías, con distintos niveles de segregación.	En vías con flujo de transporte público, puede implicar mayores costos por la implementación de soluciones en los paraderos.

Tabla 10. Tabla comparativa de ventajas y limitaciones SG-1. Fuente: Elaboración propia.

Para implementar este perfil es necesario considerar:

- Este perfil puede ser implementado en vías de 7 metros o más de calzada.
- La velocidad máxima permitida de la vía debe ser entre 30 y 50 km/h.
- Para velocidades entre 30 y 40 km/h se recomienda una separación mínima de 30 cm de la ciclovía.
- Para velocidades entre 40 y 50 km/h se recomienda contar con un espacio de separación de la ciclovía de mínimo 50 cm.
- Si bien puede implementarse una separación visual en vías con flujo motorizado con velocidades de hasta 50 km/h y una intensidad de hasta 5000 vehículos/día por sentido, se recomienda la implementación de segregadores físicos que impidan la invasión de la ciclovía por parte de los automóviles. Estos son adecuados para mantener un nivel bajo de estrés para quienes usan la ciclovía, hasta los 5000 vehículos/día por sentido. Para intensidades de tránsito superiores, y hasta los 7500 vehículos/día, se recomienda implementar separación con cordón o mediana a nivel de acera, que puede ser continua o segmentada según corresponda.
- Para velocidades de hasta 70 km/h con intensidad de tránsito de automóviles hasta 5000 vehículos/día es obligatorio implementar segregación física con una separación mínima de 50 cm.
- Para los virajes a la izquierda, requiere de la implementación de zonas espera (bicibox) para realizar el viraje en gancho (en dos tiempos) o bien la implementación de intersecciones protegidas con zonas de acumulación para el viraje izquierdo.
- Se debe cuidar que la cuneta o zona de canalización de aguas en el ángulo que forma la solera y la calzada, sea lo más homogéneo posible. En caso de que este espacio no se constituya como superficie útil para la circulación más allá de 20 cm desde la solera, no debe ser contemplado como parte del ancho reglamentario de la ciclovía.

Ciclovías unidireccionales a ambos costados (SG-2)



Este emplazamiento consiste en la implementación de ciclovías unidireccionales en ambos costados de la calzada. Ambas siguen el mismo sentido de circulación que la pista vehicular adyacente.

Esta solución resuelve la circulación de ciclistas en ambas direcciones, por lo que no es necesario considerar un par vial.

Se recomienda implementar a nivel de calzada, lo que corresponde a la alternativa más económica, o en la cota intermedia entre la acera y la calzada. No debe ir a nivel de acera.

Esta opción respeta el sistema de circulación existente, por lo

que facilita su implementación en contextos variados y permite conexiones y transiciones más cómodas e intuitivas, es por esto que se trata de la alternativa más sencilla, junto con la SG-1.

Se recomienda implementar en vías bidireccionales, aplicando estrategias de cabida, partiendo por evaluar la opción de reducir los anchos de las pistas vehiculares existentes. Es importante tener en cuenta que, al ubicarse al costado derecho de la calzada, puede entrar en conflicto si es que por la vía transita transporte público o si se permite estacionar.

A continuación se presentan ámbitos de aplicación y estrategias de cabida para esta opción de diseño.

En la Figura 68 se presenta un perfil bidireccional con dos pistas por sentido. Para poder implementar infraestructura ciclo-inclusiva, se deben aplicar las estrategias de cabida, inicialmente se considera angostar el ancho de las pistas vehiculares al mínimo. En el caso de que el espacio no sea suficiente, se recomienda eliminar una pista vehicular.

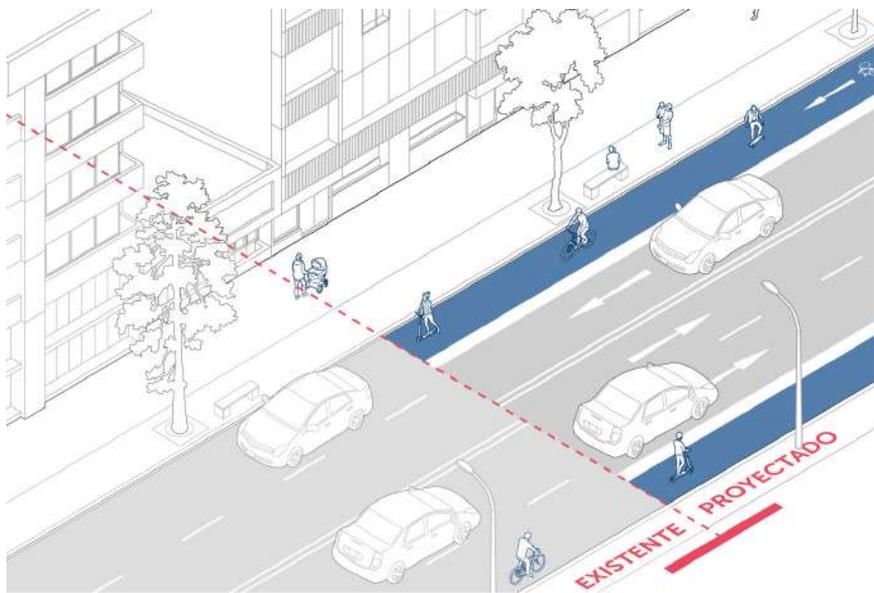
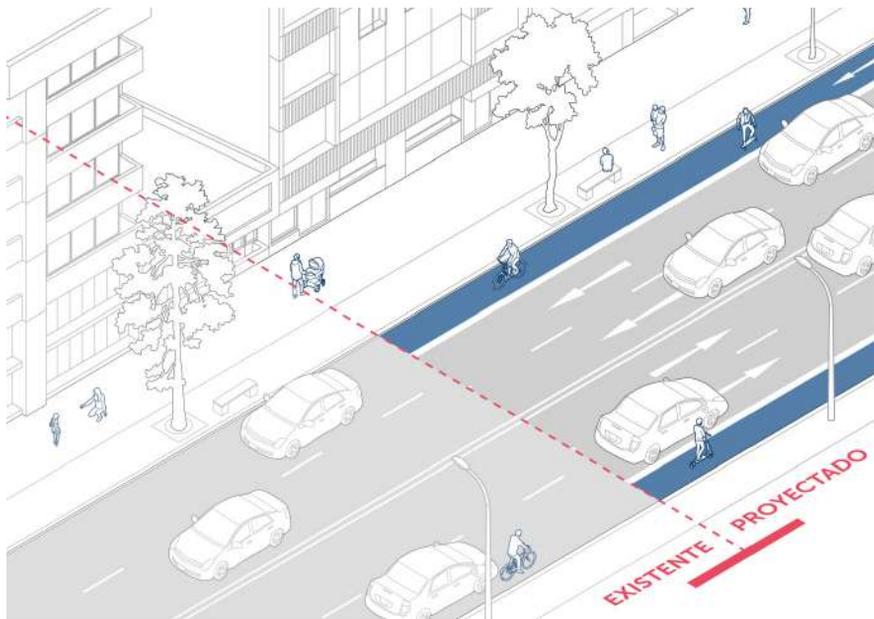


Figura 68. Ciclovías unidireccionales por la derecha (SG-2) en vía bidireccional con 2 pistas por sentido. Fuente: Elaboración propia.

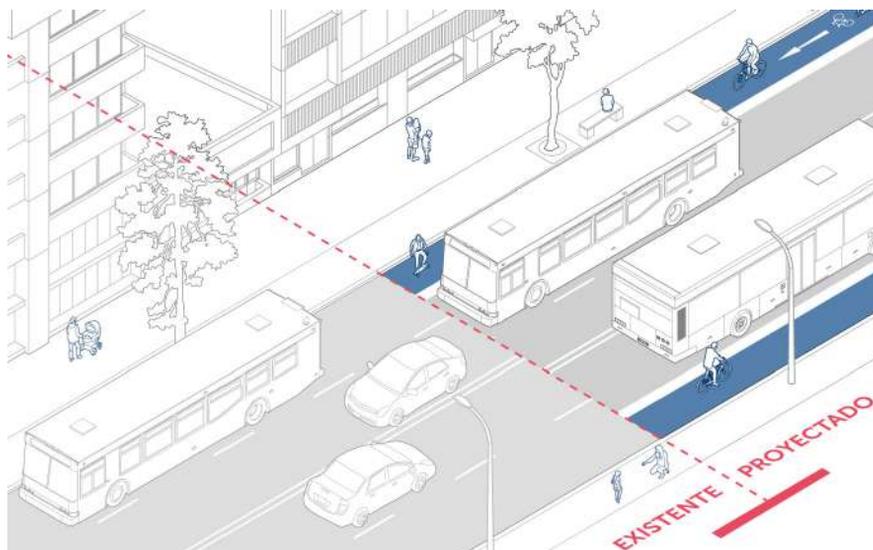


Figura 69. Ciclovías unidireccionales por la derecha (SG-2) en vía bidireccional con 2 pistas por sentido y flujo de transporte público. Fuente: Elaboración propia.

Si en la vía hay flujo de buses de transporte público, como se muestra en la figura 69, se debe considerar el ancho suficiente para el flujo correcto de estos, pudiendo reducir las pistas vehiculares al mínimo, y en el caso de que se requiera se puede eliminar una de las pistas vehiculares, aunque para ello se debe analizar la frecuencia de buses y la demanda por parada estimando en qué casos se requerirá la segunda pista para adelantamiento.

Cuando el perfil cuente con bandejones centrales (figura 70), para implementar esta alternativa de emplazamiento además, se puede

reducir el ancho del bandejón.

Sin embargo, es importante, en la medida de lo posible, no afectar arbolado ni postación pública existente, ya que esto aumentaría los costos y plazos del proyecto. Por otro lado, si es que la mediana tiene zonas de espera para cruces peatonales, el ancho de la mediana deberá ser de 1,2 metros o más para permitir la permanencia de las personas de manera segura (Decreto 47, 1992, art. 2.2.8). Las figuras 71 y 72 muestran alternativas con transporte público y estacionamientos respectivamente.

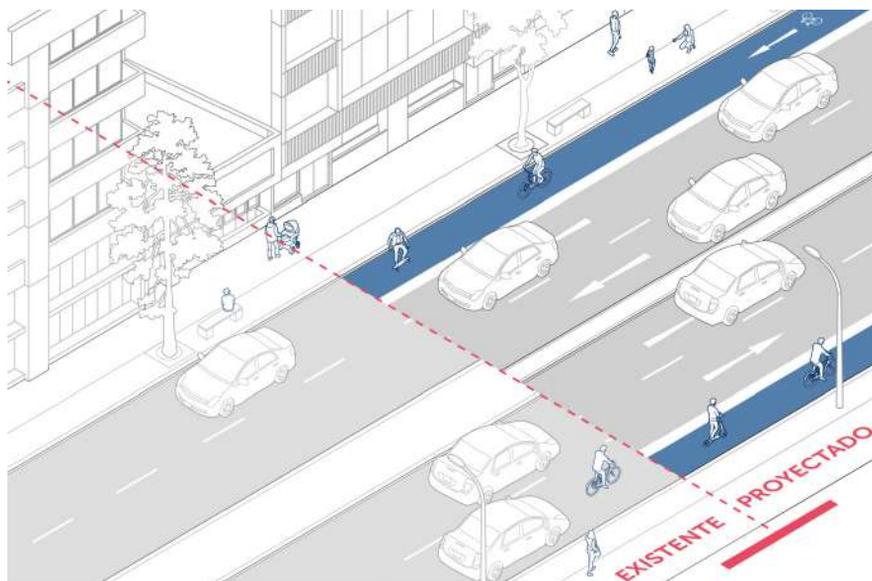


Figura 70. Ciclovías unidireccionales por la derecha (SG-2) en vía bidireccional con 2 pistas por sentido y bandejón central. Fuente: Elaboración propia.

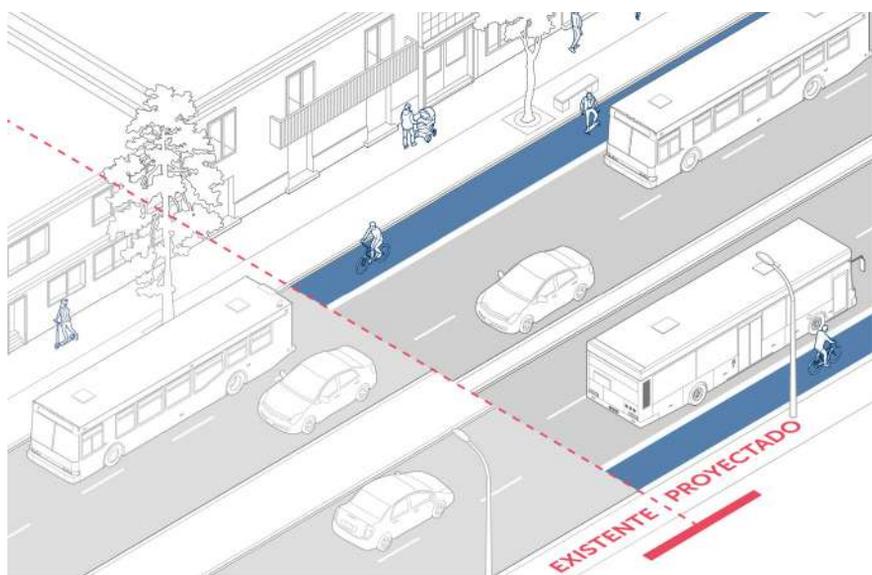


Figura 71. Ciclovías unidireccionales por la derecha (SG-2) en vía bidireccional con 2 pistas por sentido, bandejón central y flujo de transporte público. Fuente: Elaboración propia.

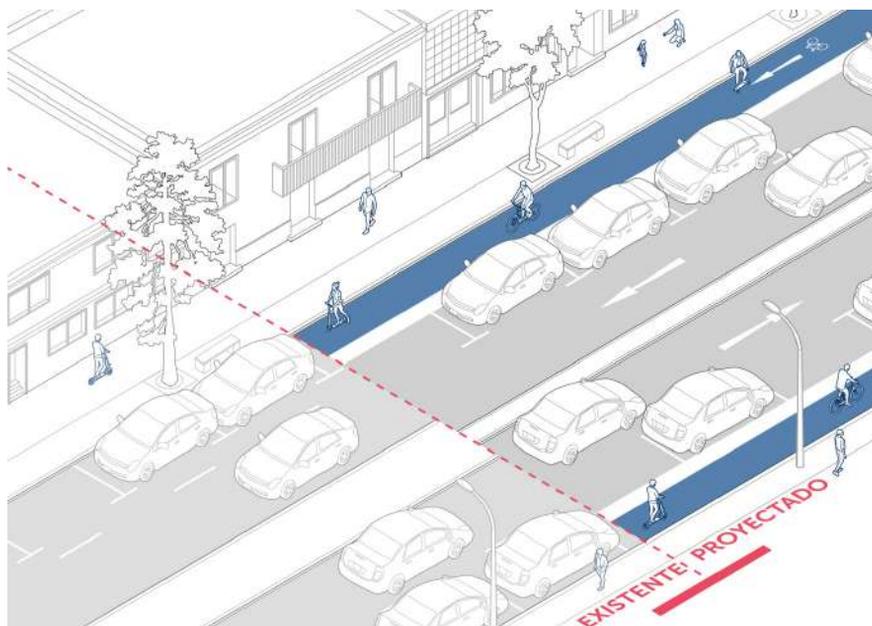


Figura 72. Ciclovías unidireccionales por la derecha (SG-2) en vía bidireccional con 1 pista por sentido, bandejón central y estacionamiento por los costados.

Ventajas y limitaciones de esta solución:

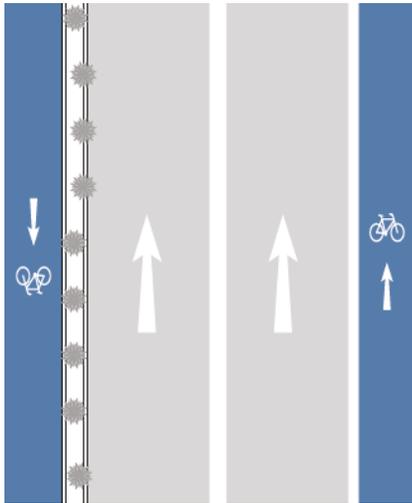
Ventajas	Limitaciones
Se resuelve la circulación de ciclistas en ambos sentidos en una sola vía (no requiere un par vial).	En vías con flujo de transporte público, puede implicar mayores costos por la implementación de soluciones en los paraderos.
Emplazamiento intuitivo y coherente con el acuerdo de circulación.	
Buena visibilidad y facilita las maniobras de ciclistas en las intersecciones.	
Facilita la integración con la vialidad transversal y las transiciones entre diferentes tipologías, con distintos niveles de segregación.	

Tabla 11. Tabla comparativa de ventajas y limitaciones SG-2. Fuente: Elaboración propia.

Para implementar este perfil es necesario considerar:

- Este perfil puede ser implementado en vías de más de 10 metros de calzada.
- La velocidad máxima permitida de la vía debe ser entre 30 y 50 km/h.
- Para velocidades entre 30 y 40 km/h se recomienda una separación mínima de 30 cm de la ciclovía.
- Para velocidades entre 40 y 50 km/h se recomienda contar con un espacio de separación de la ciclovía de mínimo 50 cm.
- Si bien puede implementarse una separación visual en vías con flujo motorizado de hasta 50 km/h y una intensidad de hasta 5000 vehículos/día por sentido, se recomienda la implementación de segregadores físicos que impidan la invasión de la ciclovía por parte de los automóviles. Estos son adecuados para mantener un nivel de estrés bajo para quienes utilizan la ciclovía. Para intensidades de tránsito superiores, y hasta los 7500 vehículos/día, se recomienda implementar separación con cordón o mediana a nivel de acera, que puede ser continua o segmentada según corresponda.
- Para velocidades de hasta 70 km/h con intensidad de tránsito de automóviles hasta 5000 vehículos/día es obligatorio implementar segregación física con una separación mínima de 50 cm.
- Para los virajes a la izquierda, requiere de la implementación de zonas espera (bicibox) para realizar el viraje en gancho (en dos tiempos) o bien la implementación de intersecciones protegidas con zonas de acumulación para el viraje izquierdo.
- Se debe cuidar que la cuneta o zona de canalización de aguas en el ángulo que forma la solera y la calzada, sea lo más homogéneo posible. En caso que este espacio no se constituya como superficie útil para la circulación más allá de 20 cm desde la solera, no debe ser contemplado como parte del ancho reglamentario de la ciclovía.

Ciclovías laterales derecha con contraflujo (SG-3)



Esta alternativa de emplazamiento consiste en dos ciclovías unidireccionales por los costados de las vías, sin embargo, al tratarse de una vía unidireccional, la ciclovía que se ubica a la izquierda queda a contraflujo. Se recomienda su implementación a cota de calzada.

Esta solución ayuda a mejorar la conexión de la red, ya que resuelve la circulación en ambos sentidos, por lo que no es necesario buscar un par vial. Sin embargo, es importante tener en consideración que los ciclos que vayan a contraflujo necesitarán una segregación mayor, para brindarles comodidad y seguridad.

En la Figura 73 se presenta una vía unidireccional de tres pistas sin infraestructura ciclista, donde las personas en ciclos, especialmente aquellas que circulan en contra del sentido del tránsito, tienden a usar las veredas, lo que puede generar conflictos con los peatones. Para dar cabida a esta alternativa, se deja una sola pista vehicular, que debe tener el espacio suficiente para el flujo de vehículos de emergencia, y se generan dos ciclovías unidireccionales a ambos lados.

La ciclovía que va en el mismo sentido del tránsito puede tener una segregación más liviana, pudiendo ser esta solo visual, mientras que la que va a contraflujo requiere una segregación física de un ancho mayor.

En este caso se deben restringir los estacionamientos en ambos costados, sin embargo, si es que hubiera más espacio en la vía, se podrían mantener estacionamientos e incluso se podrían utilizar como segregadores.

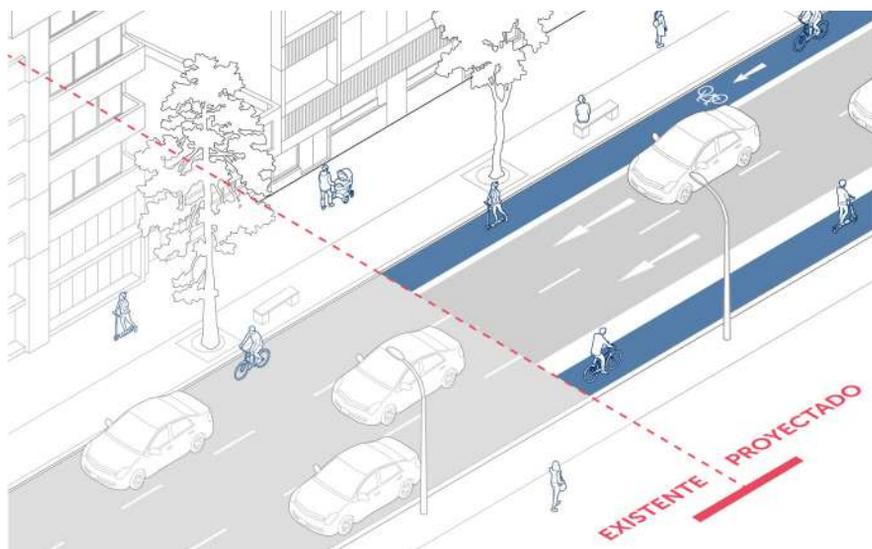


Figura 73. Ciclovía lateral derecha con contraflujo (SG-3) en vía unidireccional con 2 pistas. Fuente: Elaboración propia.

Ventajas y limitaciones de esta solución:

Ventajas	Limitaciones
Se resuelve la circulación de ciclistas en ambos sentidos en una sola vía (no requiere un par vial).	Requiere más espacio de segregación para la ciclovía que va a contraflujo.
Las intersecciones son más fáciles de resolver que una ciclovía bidireccional, ya que se separan los movimientos.	Puede generar conflictos entre ciclistas y peatones que cruzan la vía mirando hacia la dirección de circulación de los vehículos motorizados.
Flexible para poder integrarse a la red vial y para las transiciones entre tipologías.	

Tabla 12. Tabla comparativa de ventajas y limitaciones SG-3. Fuente: Elaboración propia.

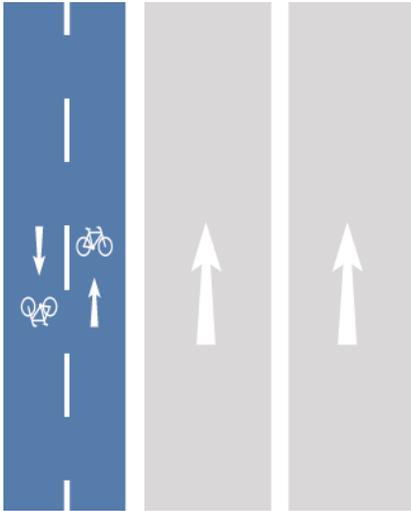
Para implementar este perfil es necesario considerar:

- Puede ser implementado en vías de más de 7 metros de calzada
- La velocidad máxima permitida de la vía debe ser entre 30 y 50 km/h
- Para velocidades entre 30 y 40 km/h se recomienda una separación mínima 30 cm de la ciclovía.
- Para velocidades entre 40 y 50 km/h se recomienda contar con un espacio de separación de la ciclovía de mínimo 50 cm.
- Al haber ciclistas a contraflujo en las intersecciones, es importante brindar buena visibilidad y señalización, pudiendo incorporar una demarcación como el "MIRE" que se utiliza en las paradas de transporte público.
- Se debe cuidar que la cuneta o zona de canalización de aguas en el ángulo que forma la solera y la calzada, sea lo más homogéneo posible. En caso de que este espacio no se constituya como superficie útil para la circulación más allá de 20 cm desde la solera, no debe ser contemplado como parte del ancho reglamentario de la ciclovía.



Fotografía 13. Archivo Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Ciclovía lateral izquierda bidireccional (SG-4)



Esta alternativa de emplazamiento considera la implementación de una ciclovía bidireccional en el costado izquierdo de la calzada, entre las pistas vehiculares y la solera. Esta opción se podrá implementar para solucionar la circulación de ciclistas en una sola vía, si es que no existe la posibilidad de un par vial a menos de 200 m, y no se puedan implementar ciclovías unidireccionales a ambos costados.

Para resguardar a las personas en ciclos será necesario que la segregación sea lo más ancha posible. Además, se debe tener especial cuidado en las intersecciones, ya que esta solución es menos intuitiva que una alternativa

unidireccional, por lo que, si no se solucionan correctamente los posibles conflictos en las intersecciones, se pueden provocar siniestros viales.

Se recomienda principalmente para vías unidireccionales, ya que en vías bidireccionales implicaría que el ancho de la segregación sea aún mayor, para que los ciclos que vayan a contraflujo queden lo más separados posible de los vehículos motorizados.

La figura 74 y 75 muestran vías de dos y tres pistas respectivamente, donde para incorporar esta solución se elimina una de las pistas vehiculares, esto para aprovechar todo el espacio y poder implementar una segregación más ancha y tener más espacio para hacer intersecciones protegidas, que permiten distribuir correctamente los flujos en cada nodo.

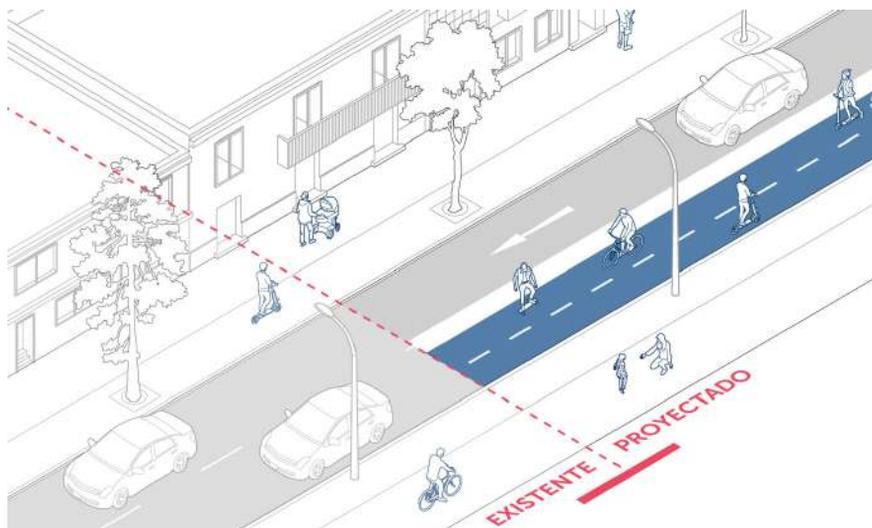


Figura 74. Ciclovía lateral izquierda bidireccional (SG-4) en vía unidireccional con dos pistas. Fuente: Elaboración propia.

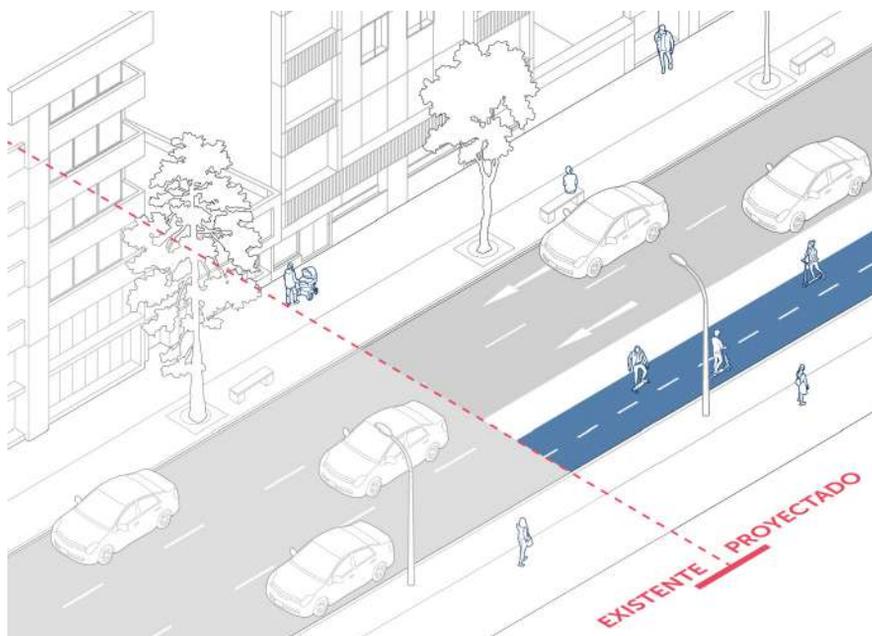


Figura 75. Ciclovía lateral izquierda bidireccional (SG-4) en vía unidireccional con tres pistas. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de que opere transporte público en la vía (figura 76), esta solución no interfiere, por lo que no es necesario considerar soluciones en las paradas. Sin embargo, es importante mantener un ancho de pista óptimo para la circulación segura de los buses, pudiendo, en caso de que sea necesario, reducir el ancho de la(s) pista(s) vehicular(es).

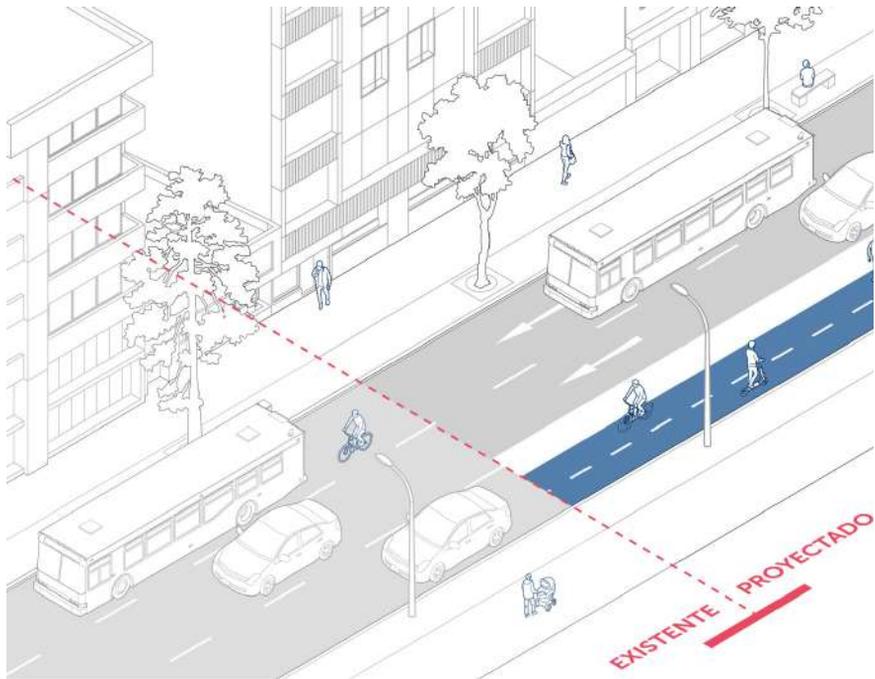


Figura 76. Ciclovia lateral izquierda bidireccional (SG-4) en vía unidireccional con tres pistas y transporte público. Fuente: Elaboración propia.

Ventajas y las limitaciones de esta solución:

Ventajas	Limitaciones
En caso de que por la vía transite transporte público, al ir por el costado izquierdo no es necesario implementar soluciones en la parada	Es menos intuitivo para las personas en ciclos, dificultando las maniobras de entrada y salida.
En el caso de que no se puedan implementar pares viales, facilita hacer rutas más directas.	Requiere más espacio en las intersecciones para poder ordenar los movimientos y permitir las maniobras seguras de ciclistas.
	Es poco flexible para generar transiciones de diferentes tipologías
	Puede generar conflictos entre ciclistas y peatones que cruzan la vía mirando hacia la dirección de circulación de los vehículos motorizados.

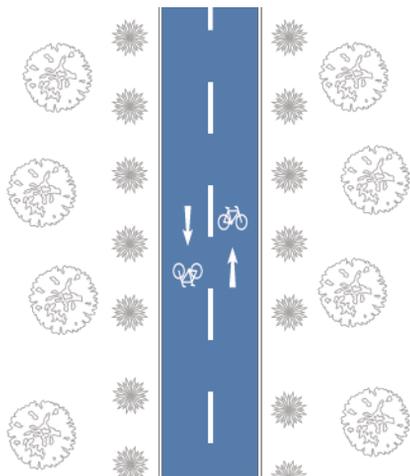
Tabla 13. Tabla comparativa de ventajas y limitaciones SG-4. Fuente: Elaboración propia.

Para implementar este perfil es necesario considerar:

- Se recomienda considerar este perfil una vez que se hayan agotado las opciones para implementar emplazamientos coherentes con el acuerdo de circulación, como los perfiles segregados SG-1 y SG-2 y SG-3, o en el caso de que aplique perfiles integrados (IN-1).
- Este perfil puede ser implementado en vías de más de 7 metros de calzada.
- La velocidad máxima permitida de la vía puede estar entre 50 y 70 km/h.
- Es obligatorio implementar segregación física. Se recomienda que la segregación tenga un ancho superior a los 60 cm para contar con más espacio en las intersecciones y permitir acomodar las maniobras, cambios de itinerario y reducir conflictos con automóviles y entre los propios ciclos.
- Se debe cuidar que la cuneta o zona de canalización de aguas en el ángulo que forma la solera y la calzada, sea lo más homogéneo posible. En caso de que este espacio no se constituya como superficie útil para la circulación más allá de 20 cm desde la solera, no debe ser contemplado como parte del ancho reglamentario de la ciclovía.

Perfiles separados

Ciclovia en vía verde (SP-1)



Esta opción de diseño, sitúa la infraestructura ciclista separada de la red vial, lo que generalmente permite más libertad para decidir el trazado. Normalmente, suelen tener un carácter más recreativo, deportivo o turístico, por lo que se emplazan en parques y lugares con un gran atractivo natural. Sin embargo, en algunos casos puede ser una buena alternativa para viajes cotidianos, es por esto que se debe entender como parte de la red ciclovial de la ciudad.

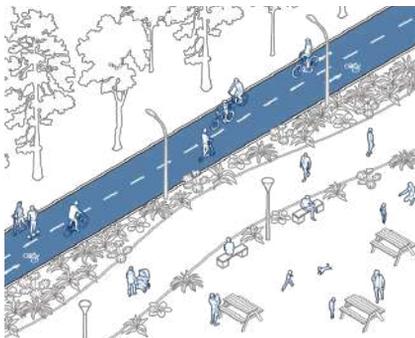
Se recomienda separar el flujo del tránsito peatonal para evitar conflictos, pudiendo separarse mediante diferencias en el pavimento, de nivel, o mediante la utilización de vegetación u otros

elementos paisajísticos. En el caso de que se espere que los flujos peatonales y ciclistas sean bajos, se podría optar por una opción mixta, o multipropósito, la cual no será considerada formalmente como ciclovia, sino más bien como sendero al interior de un parque. Al tratarse de facilidades aisladas de la trama vial, no requerirán ser aprobadas por la SEREMI de Transportes respectiva, salvo en su interacción con el resto de la vialidad. Es decir, sólo cuando estos trazados conecten con la vialidad, deberán ser revisados y aprobados a través del procedimiento definido en el Decreto Supremo 102.

Las vías verdes deben ser bidireccionales para resolver la necesidad de circulación en ambos sentidos. El ancho mínimo debe ser 2,4 metros, pero se recomienda que la ciclovia sea más ancha, de ser posible, para permitir maniobras de adelantamiento seguras y circulación de dos o más ciclos en paralelo.

Se debe poner atención al mantenimiento de la vegetación para que no entorpezca la circulación, al tratamiento de aguas lluvias para evitar inundaciones y al alumbrado público para garantizar la seguridad y comodidad de las personas.

Vía verde: peatones separados de ciclos



Vía verde: Compartida entre peatones y ciclistas



Figura 77. Ciclovía en vía verde. Fuente: Elaboración propia.

Ventajas y las limitaciones de esta solución:

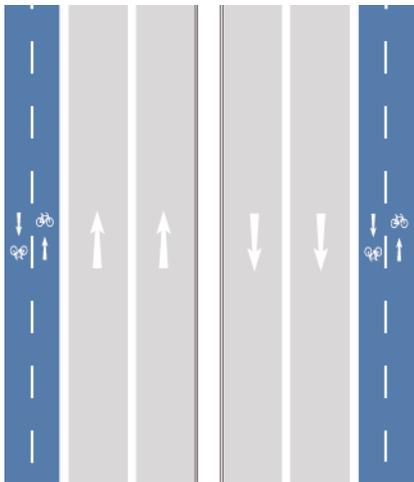
Ventajas	Limitaciones
Es la opción más cómoda y segura para la mayoría de las personas.	Su ámbito de aplicación está limitado a contextos alejados del tránsito vehicular.
Sirve para peatones y ciclos, sin necesidad de segregar, cuando los flujos son bajos o intermitentes.	Funciona mejor cuando no hay intersecciones con el tránsito motorizado o estas se resuelven a desnivel.

Tabla 14. Tabla comparativa de ventajas y limitaciones SP-1. Fuente: Elaboración propia.

Para implementar este perfil es necesario considerar:

- Este perfil puede ser implementado en parques o áreas verdes, alejadas del tránsito vehicular.
- Se deben resolver las conexiones (nodos) con la vialidad existente.
- Si se estima que la intensidad de uso tanto peatonal como ciclista genere conflictos, se recomienda separar los flujos.
- En el caso de que no se separen los flujos de peatones y ciclistas, no será necesario incorporar demarcación de ciclovía.
- Se debe cuidar el mantenimiento de los elementos paisajísticos para que no entorpezcan la circulación.

Ciclovías de borde (SP-2)



Las ciclovías de borde corresponden a aquella infraestructura que está aledaña a la trama vial, pero que tiene pocas intersecciones donde se conecta con

el resto de la red. Es importante que estos nodos de conexión se resuelvan y sean parte del diseño del proyecto.

Generalmente, se emplazan en bordes costeros, en perfiles asimétricos donde uno de los bordes no tiene actividades o en autopistas con pocos cruces o conexiones entre ambos costados de la calzada. Es por este motivo que esta opción de perfil debe ser bidireccional, para garantizar la circulación en ambos sentidos. En el caso de autopistas se recomienda que se implementen ciclovías bidireccionales en ambos costados de la calzada.

El ancho del espacio de circulación y de la segregación debe

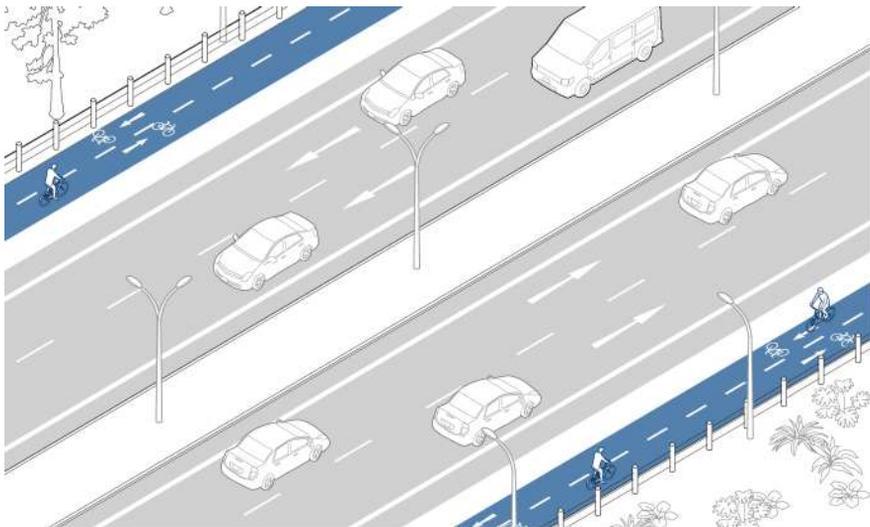


Figura 78. Ciclovías de borde. Fuente: Elaboración propia.

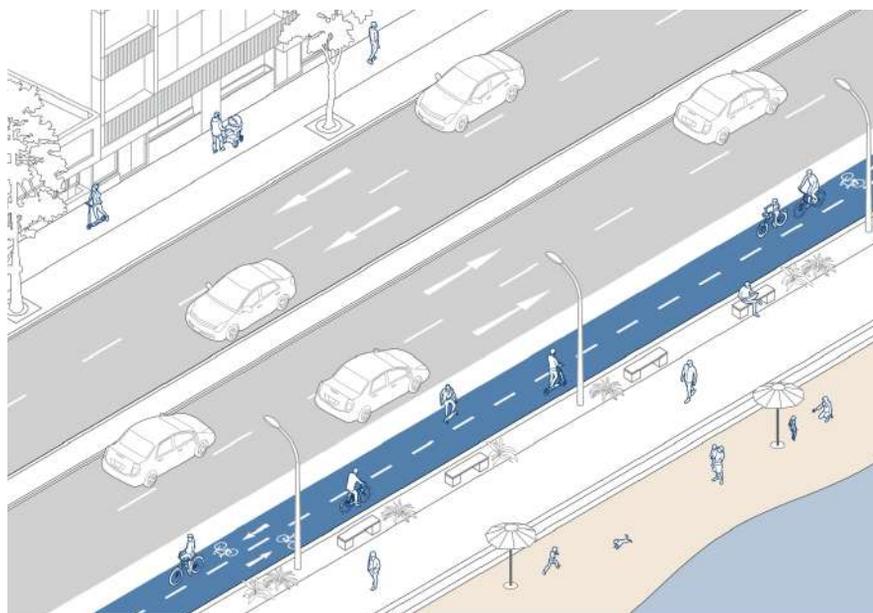


Figura 79. Ciclovías de borde. Fuente: Elaboración propia.

cumplir con lo normado por el Decreto Supremo 102. Sin embargo, al ser ciclovías bidireccionales, se recomienda considerar un ancho mayor, para facilitar

maniobras de adelantamiento seguras y para poder implementar intersecciones protegidas en los nodos cuando se requiera.

Ventajas y las limitaciones de esta solución:

Ventajas	Limitaciones
Se resuelve la circulación en ambos sentidos, evitando desvíos innecesarios.	Requiere más espacio en las intersecciones para poder ordenar los movimientos y permitir las maniobras seguras de los ciclistas.
Es una alternativa cómoda y atractiva para un amplio espectro de personas en ciclos, con diferentes habilidades.	Puede ser poco flexible para generar transiciones de diferentes tipologías, sobre todo cuando hay ciclovía solo en uno de los costados de la vía.

Tabla 15. Tabla comparativa de ventajas y limitaciones SP-1. Fuente: Elaboración propia.

Para implementar este perfil es necesario considerar:

- Este perfil puede ser implementado cuando no existan conexiones entre ambos costados de la vía o existen pocas conexiones con el resto de la vialidad, puede ser en perfiles asimétricos o en autopistas.
- Se deben resolver las conexiones (nodos) con el resto de la vialidad.
- El ancho de la segregación, dependerá de la velocidad normada de la vía, sin embargo, se recomienda que la segregación sea superior a los 60 cm para contar con más espacio en las intersecciones y permitir acomodar las maniobras, los cambios de itinerario y reducir conflictos.
- Se debe cuidar que la cuneta o zona de canalización de aguas en el ángulo que forma la solera y la calzada, sea lo más homogéneo posible. En caso de que este espacio no se constituya como superficie útil para la circulación más allá de 20 cm desde la solera, no debe ser contemplado como parte del ancho reglamentario de la ciclovía



Fotografía 14. Ciclista en cruce. Fotografía Sandra Aguilera Cortés

Intersecciones

Un componente crítico en el diseño de ciclo-infraestructura son las intersecciones, o nodos. Son los puntos donde se presentan la mayor parte de los conflictos entre los diferentes actores del tránsito, donde las trayectorias se cruzan y se desarrollan los cambios de itinerarios de los trayectos. Son lugares donde confluyen personas en distintos modos, de distinto tamaño y velocidad, lo que representa un mayor riesgo para peatones y ciclistas.

Para abordar adecuadamente el diseño de estos nodos es esencial considerar el contexto local en el que se sitúa la intersección, evaluando factores como el volumen de tránsito, el uso del suelo del entorno y las necesidades específicas de la comunidad. Este enfoque contextualizado asegura que las soluciones de diseño sean

apropiadas y efectivas para cada situación particular, mejorando significativamente la seguridad y la eficiencia del tránsito.

Para una adecuada implementación de ciclo-infraestructura y en particular de las tipologías segregadas y separadas, se deben analizar detalladamente los movimientos posibles, tanto de automóviles –donde se concentra la principal fuente de riesgo–, como de los ciclos. Este análisis permite desarrollar una respuesta de diseño que entregue condiciones seguras y cómodas para personas en ciclos, de todas las edades y habilidades.

Por otro lado, los proyectos de ciclo-infraestructura son una oportunidad para mejorar las condiciones de seguridad y comodidad de peatones, especialmente en las intersecciones.

La seguridad y comodidad de las personas en ciclos no puede ir en desmedro de las personas caminando. El diseño de la intersección debe ser integral, es decir, debe ser eficiente para todos los actores, automóviles y vehículos motorizados de gran tamaño, como buses y camiones, o de vehículos pequeños como motocicletas, siempre garantizando la seguridad y comodidad de personas en ciclos y a pie. Esto puede incluir la implementación de fases exclusivas de semáforo para ciclistas y peatones; así como la incorporación de técnicas de reducción de velocidad, como la reducción del radio de giro en las esquinas y la elevación de los cruces peatonales y ciclistas.

El principal objetivo al diseñar una intersección es minimizar los potenciales conflictos y mitigar sus posibles consecuencias, con foco en las personas más vulnerables.

Para lograrlo, se deben perseguir tres objetivos específicos:

- Reducir la velocidad,
- Brindar visibilidad y
- Definir preferencia de paso a las personas en ciclos y caminando.

Lograr estos objetivos es crucial para lograr intersecciones seguras y eficaces. Para ello, cada objetivo específico cuenta con una serie de métodos, los que se detallan a continuación, dentro de cada objetivo.

Reducir la velocidad

La velocidad es el factor determinante en la gravedad de los siniestros viales. A mayor velocidad, el campo de visión y el tiempo de reacción disminuyen, lo que se traduce en mayor probabilidad de ocurrencia. A mayor velocidad la energía del impacto aumenta, lo que se traduce en un mayor riesgo de lesiones graves o fatales. Algunos de los métodos para mantener una velocidad adecuada en las intersecciones son:

- **Ajuste del radio de giro:** Al reducir el radio de giro, quienes conducen deben realizar giros más cerrados, lo que les obliga a disminuir la velocidad. Esta medida no solo mejora

la seguridad de ciclistas y peatones, sino que también minimiza el riesgo de colisiones entre vehículos motorizados.

A modo de referencia, se recomienda establecer un radio de giro de 4,5 metros para la mayoría de los vehículos. Sin embargo, en ciertos contextos, este radio puede ser reducido hasta 3,0 metros, mientras que un radio de 6,0 metros es adecuado para vehículos de gran tamaño, como buses (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2023). Sin perjuicio de lo anterior, es importante analizar esto caso a caso, realizar pruebas o simulaciones con programas especializados y validar con

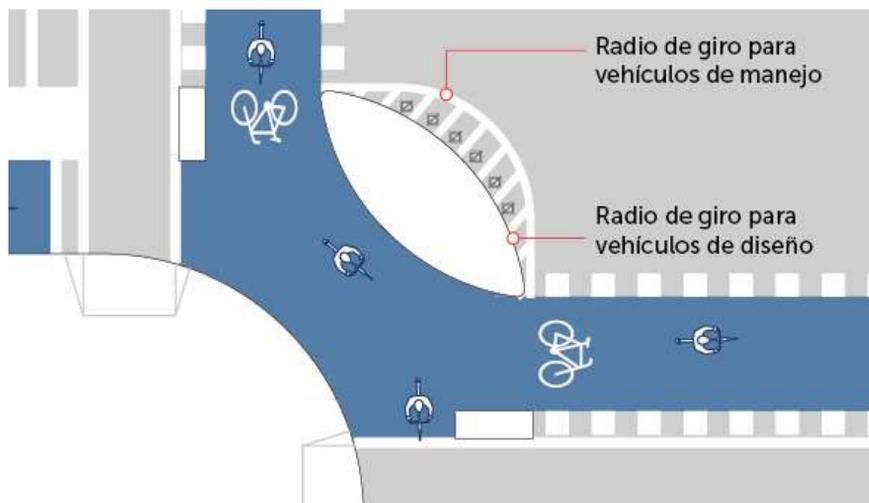


Figura 80. Ajuste del radio de giro. Fuente: Elaboración propia.

los organismos institucionales especializados en el tema.

Para abordar la diversidad de vehículos que transitan por las vías, NACTO (2019) establece tres categorías:

1. Vehículo de diseño: Este es el vehículo más grande que utilizará el giro de la vía con frecuencia, como los camiones en vías troncales y los buses en el transporte público.

2. Vehículo de control: Se refiere al vehículo más grande que utilizará el giro de forma poco frecuente, como los camiones de gran tamaño y vehículos de emergencia, que generalmente deben realizar giros a velocidades muy bajas.

3. Vehículo de manejo: Este grupo incluye los vehículos más pequeños que transitan por la vía de manera habitual, y que, por su tamaño, generalmente pueden realizar los virajes a una mayor velocidad.

Es habitual que se diseñe considerando los requerimientos de los vehículos de mayor dimensión que transitan por la vía, los que además lo harán con baja frecuencia. Esto incentiva a que vehículos de menor tamaño, que

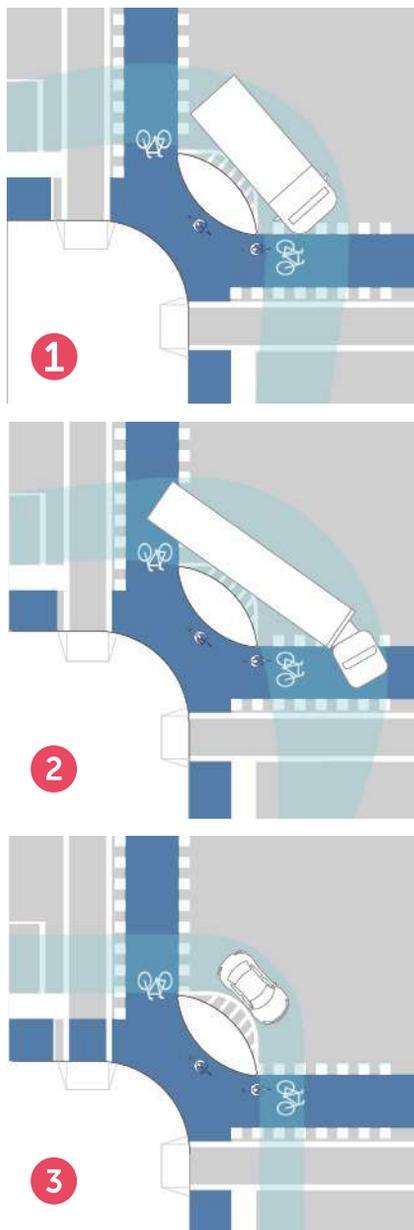


Figura 81. Tipos de vehículos para determinar radios giro. Elaboración propia adaptado de Don't give up at the intersection (p.15), por NACTO, 2019.

son los que transitan con mayor frecuencia por la vía, realicen virajes a altas velocidades, poniendo en riesgo a ciclistas y peatones. Se recomienda implementar un tratamiento mixto para los radios de giro, utilizando demarcaciones para vehículos de menor tamaño y elementos montables para los de mayor tamaño.

- **Pasos peatonales elevados a nivel de acera:** Estos elementos físicos obligan a los vehículos a reducir la velocidad al acercarse a la intersección, proporcionando un entorno más seguro para ciclistas y peatones al cruzar. Además,

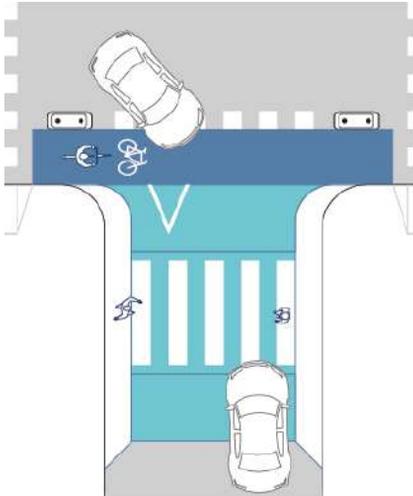


Figura 82. Paso peatonal elevado a nivel de acera. Fuente: Elaboración propia.

estos cruces elevados aumentan la visibilidad de peatones y ciclistas, lo que refuerza su seguridad*.

- **Medidas de tránsito calmado:** En áreas residenciales o zonas con alto flujo de peatones y ciclistas, se pueden implementar medidas de tránsito calmado, como chicanas, estrechamientos en la calzada, protección de áreas con bollards y rotondas pequeñas. Estas medidas no solo reducen la velocidad, sino que también modifican el comportamiento de los conductores, fomentando una conducción más consciente y segura.



Figura 83. Estrechamiento lateral permeable. Fuente: Elaboración propia.

* Para más información sobre pasos peatonales elevados ver *Guía de Zonas de Tránsito Calmado*.

Brindar visibilidad

Cuando los diferentes actores en el espacio vial no pueden verse entre sí reconociendo la presencia del otro en la vía, existe mayor riesgo de que ocurran encuentros fortuitos que pueden terminar en algún siniestro. Mejorar la visibilidad en las intersecciones es crucial para prevenir conflictos y garantizar que las personas en la vía, especialmente ciclistas y peatones, sean visibles -y sus movimientos previsible- para quienes conducen automóviles. Estos últimos también se ven beneficiados al reconocer con mayor claridad a todas las personas en la vía, lo que reduce la ansiedad y mejora su capacidad para tomar decisiones seguras.

Algunos métodos para mejorar la visibilidad en intersecciones son:

- **Zonas de espera especial de ciclistas:** Las zonas de espera avanzadas para ciclistas (también conocidas como bicibox) tienen una doble función. Permiten a ciclistas hacerse visibles al brindar un espacio delante de los vehículos durante la espera de paso en las intersecciones y brindan una zona de maniobra para quienes quieran virar hacia la izquierda para acceder a la vía perpendicular. En la figura 85 se ejemplifica su implementación, en este caso se trata de una intersección de dos vías unidireccionales donde una tiene una ciclovia unidireccional por la derecha. Cuando el ciclista necesite virar hacia la izquierda para incorporarse a la vía perpendicular hay dos alternativas: antes

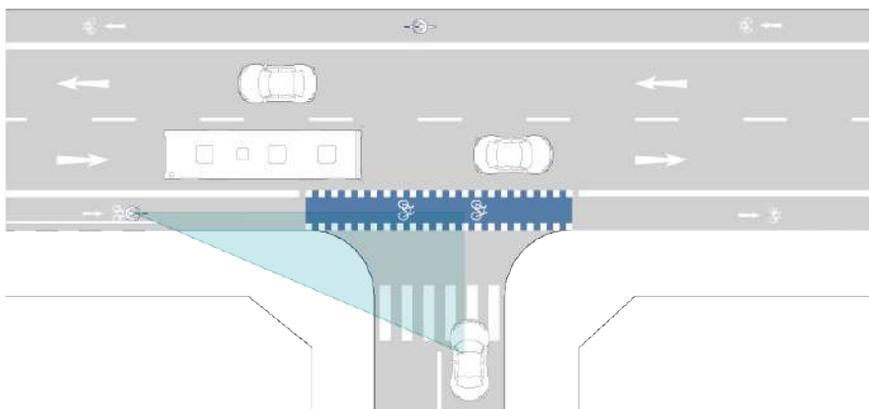


Figura 84. Área libre para favorecer la visibilidad entre usuarios al aproximarse a un cruce. Fuente: Elaboración propia adaptado de Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista (p.108), por Gobierno de España, Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2023.

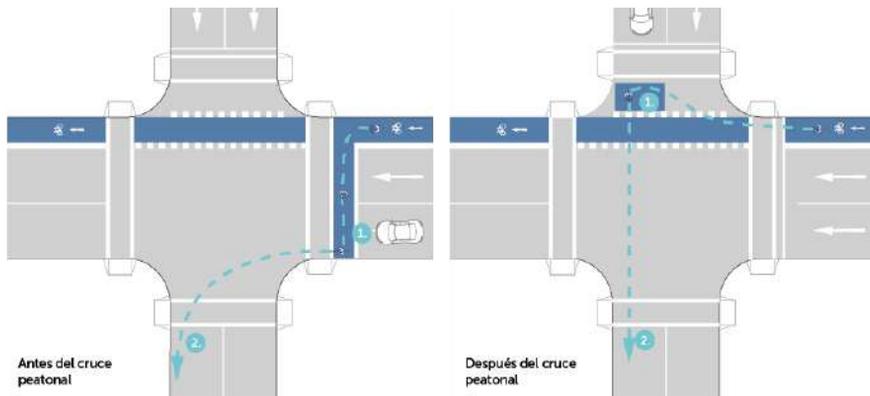


Figura 85. Alternativas de implementación de zonas de espera especial de ciclistas. Fuente: Elaboración propia.

o después del cruce peatonal. Cuando la zona de espera especial para ciclistas está ubicada antes del cruce peatonal, el ciclista debe cruzar la calzada por el *bicibox* y posicionarse a la izquierda, delante de los vehículos motorizados, para que en la siguiente fase pueda salir primero y virar a la izquierda de forma segura. Por otro lado, cuando el *bicibox* está después del cruce peatonal en la vía perpendicular, el ciclista debe desviarse levemente en el cruce hasta posicionarse en el *bicibox*, y en la siguiente fase, con verde, cruzar. Para ambos casos, la zona especial de espera mejora su visibilidad y brinda tiempo y espacio para iniciar el cruce antes que los vehículos motorizados. Esto es especialmente importante en intersecciones semaforizadas, donde los ciclos pueden adelantarse a los vehículos durante la fase verde. Es importante tener en conside-

ración que las zonas de espera especial de ciclistas se implementan sólo en vías semaforizadas y que se debe tener cuidado de no afectar la trayectoria natural de los pasos peatonales.

- **Retiro de obstáculos visuales:**

Es fundamental que, en la medida de lo posible, no haya obstáculos a la visibilidad en las intersecciones. Elementos como, señales mal ubicadas, carteles comerciales, estacionamientos, kioscos, contenedores de basura o vallas peatonales cerca de las esquinas pueden obstruir la vista. Cuando esto sucede se recomienda que sean eliminados o reubicados. La limpieza de la línea de visión es esencial para que conductores puedan ver a ciclistas y peatones con suficiente antelación.

- **Uso de demarcaciones claras:**

La demarcación clara de los cru-

ces de ciclistas y peatones, con la implementación de pintura reflectante cuando corresponda, mejora significativamente la visibilidad en las intersecciones. Estas demarcaciones no solo alertan a conductores sobre la presencia de ciclistas y peatones, sino que

también guían y definen el espacio a utilizar por este grupo de actores a través de la intersección de manera segura. Para más información sobre demarcaciones ver Manual de Señalización de tránsito, capítulo 3 Demarcaciones - Ministerio de transporte y telecomunicaciones.

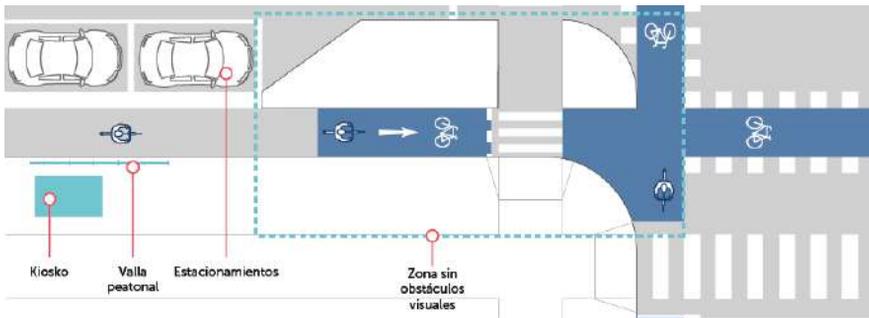


Figura 86. Zona libre de obstáculos visuales. Fuente: Elaboración propia.



Figura 87. Iluminación adecuada en las intersecciones. Fuente: Elaboración propia.

- **Iluminación adecuada:** Una buena iluminación es crucial para garantizar la visibilidad en las intersecciones, especialmente durante la noche o en condiciones de poca luz. Las intersecciones deben estar bien iluminadas, con un enfoque particular en los cruces de peatones y ciclistas, para asegurar que éstos sean visibles, para quienes conducen automóviles, en todo momento.

Definir preferencia de paso

La claridad de la preferencia de paso en las intersecciones es fundamental para evitar conflictos, asegurando que ciclistas y peatones puedan transitarlas de manera segura. Esta preferencia de paso se establece a través de la señalización, la demarcación y la regulación del tránsito, y es especialmente importante en intersecciones donde los flujos de tránsito son complejos o donde el tránsito de usuarios vulnerables es intenso. Para definir la preferencia de paso y evitar incertidumbres, formalizando los movimientos de los diferentes actores, se cuenta con los siguientes métodos.

- **Señalización y semáforos:** La implementación de señales focalizadas en ciclistas y peatones, o el uso de semáforos exclusivos, ayuda a clarificar las prioridades de paso en las intersecciones y otros nodos. Estos elementos de señalización deben ser claramente visibles y comprensibles, asegurando que todos quienes usan la vía entiendan quién tiene la prioridad en cada momento.

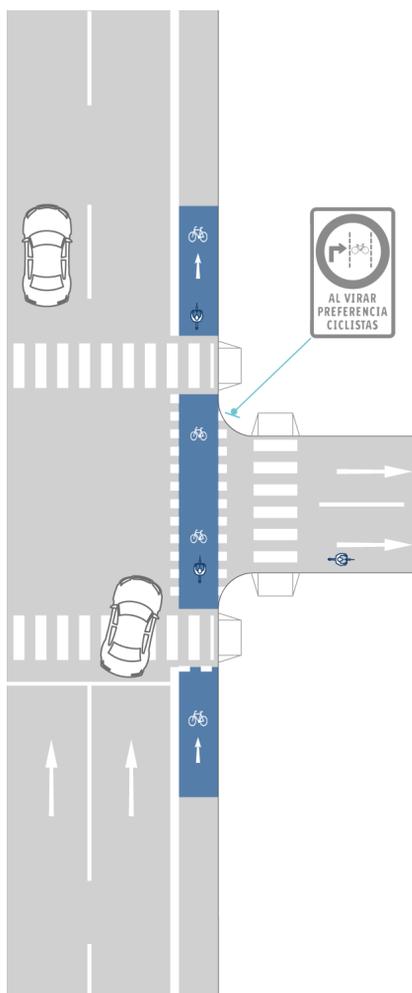


Figura 88. Señalización de preferencia ciclista. Fuente: Elaboración propia.

- **Fases semafóricas:** Existen diferentes esquemas de semáforos ciclo-inclusivos, que son una herramienta efectiva para reservar tiempo y espacio para el paso de ciclos. Por ejemplo, una fase que asegure que los ciclos inicien su marcha algunos segundos antes que los demás vehículos; dejar una fase donde ciclistas y peatones tengan luz verde mientras los vehículos motorizados están detenidos, siempre que no existan conflictos significativos entre ellos; u otras alternativas que mitiguen los conflictos entre los distintos modos de transporte.

- **Demarcación de prioridades en el pavimento:** Las demarcaciones en el pavimento, como los pasos de cebra y los cruces para ciclistas, refuerzan la prioridad de paso y formalizan el espacio de movimiento. Estas demarcaciones, combinadas con señales verticales, sirven como recordatorio visual para quienes conducen sobre la presencia de ciclistas y peatones y su derecho a cruzar.

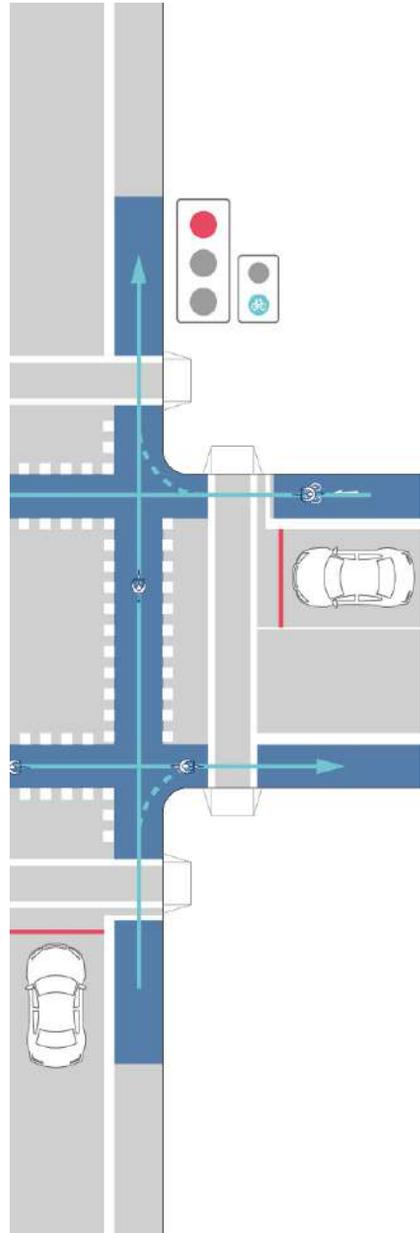


Figura 89. Fase semafórica exclusiva para ciclistas. Fuente: Elaboración propia.

Tipologías de intersecciones

Las intersecciones no solo deben facilitar el cruce seguro de ciclistas y peatones, sino también integrar de manera efectiva los diferentes flujos de tránsito, minimizando los conflictos y mejorando la experiencia de las personas que transitan la vía. Existen diferentes estrategias para abordar el diseño de las intersecciones, que responden a contextos específicos y a potenciales conflictos que se deben resolver.

A continuación se definen 3 tipologías de intersecciones:

- **Intersección protegida:** En intersecciones con suficiente espacio disponible, se debe priorizar la implementación de intersecciones protegidas, utilizando infraestructura robusta como islas, refugios o bolardos, para segregar físicamente a las personas en ciclos del tránsito motorizado.
- **Intersección demarcada:** Si no hay espacio suficiente para hacer intersecciones protegidas, demarque. En casos donde el espacio es muy limitado, se puede recurrir a la demarcación exclusiva de vías y cruces ciclistas, asegurando la

visibilidad y prioridad en la intersección, además de la instalación de zona especial de espera para facilitar los virajes a la izquierda.

- **Intersecciones con vías locales:** Las intersecciones de ciclovías con vías locales, o vías de tránsito calmado, requieren una intervención más sencilla y sus potenciales conflictos son menores. Igualmente, se pueden tomar medidas para minimizar el riesgo y maximizar la comodidad de ciclistas y peatones, a través de veredas continuas u otros dispositivos de tránsito calmado.

Cada tipología presenta herramientas de diseño particulares que responden a un contexto específico. Sin embargo, existen herramientas en común que deben tener todas las intersecciones, estas son:

- **Cruce demarcado:** Hace visible el cruce ciclista y acompaña la trayectoria principal de quienes atraviesan, definiendo un espacio de preferencia para ciclistas que continúan derecho por la misma vía.

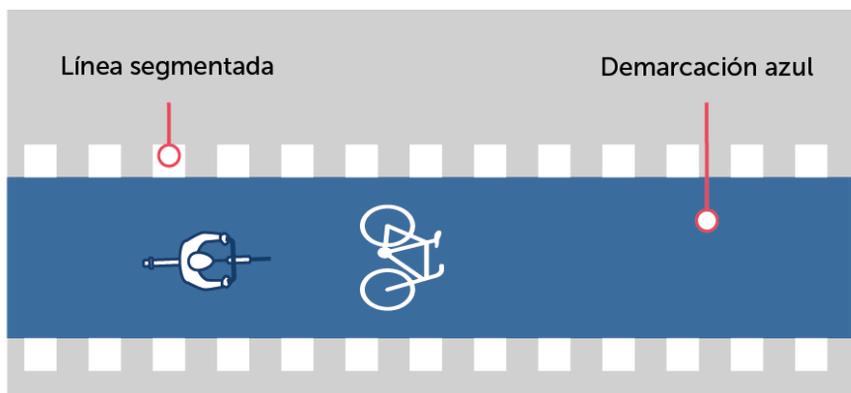


Figura 90. Demarcación de cruces. Fuente: Elaboración propia.

- **Línea de detención adelantada:** Retrasar la línea de detención vehicular, permite que ciclistas partan antes al cambiar la luz y sean más visibles ante los virajes de automóviles. Además, facilita la instalación de zona especial de espera (bicibox) cuando es necesario.

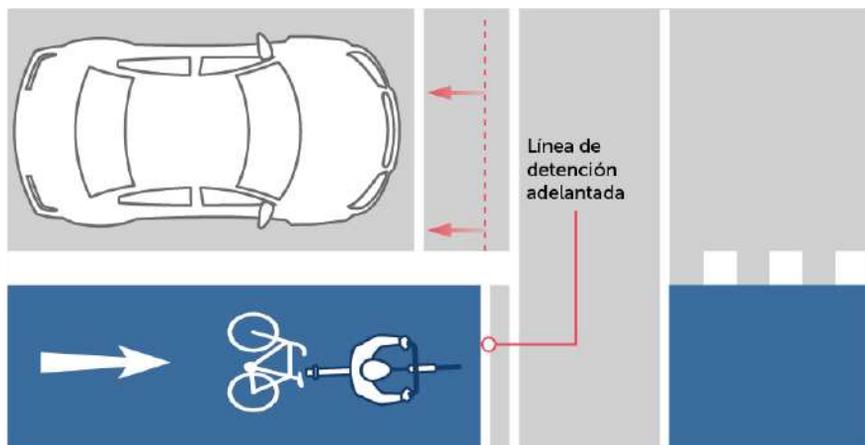
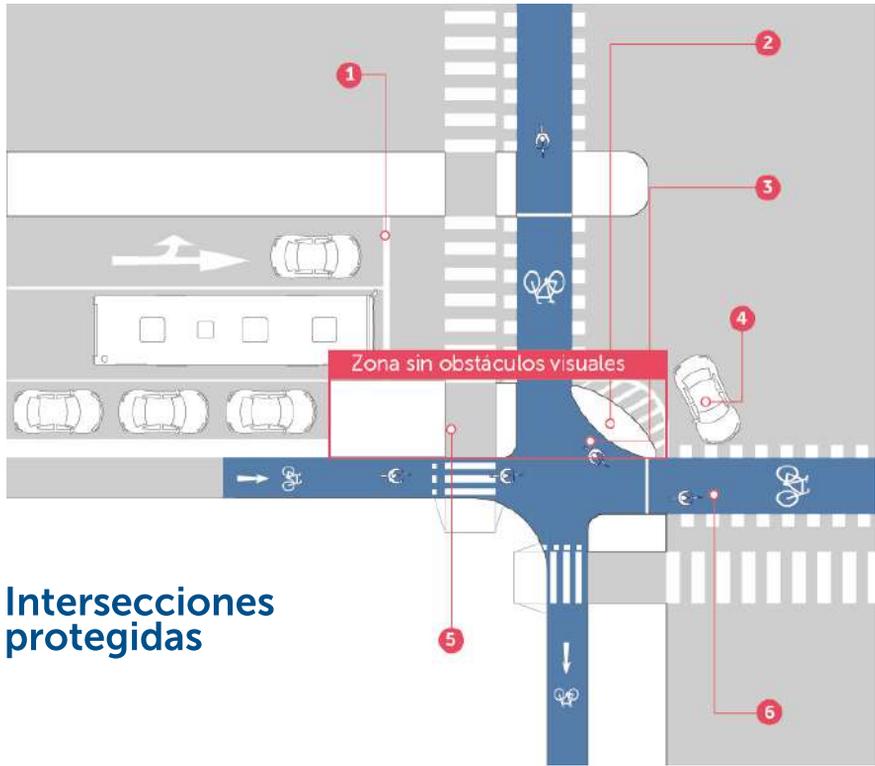


Figura 91. Línea de detención adelantada. Fuente: Elaboración propia.



Intersecciones protegidas

Figura 92. Intersección protegida. Fuente: Elaboración propia adaptado de Don't give up at the intersection (p. 10), por NACTO, 2019.

Las intersecciones protegidas son aquellas que separan las maniobras de los ciclos mediante la segregación física ante el tránsito motorizado. Extienden la segregación que brindan las ciclovías hasta la intersección misma, utilizando elementos físicos como islas, soleras y refugios de ciclos para crear espacios seguros de espera, maniobra y cambio de trayectoria.

Este tipo de intersección es ideal para entornos donde hay suficiente espacio disponible, ya que proporciona seguridad, visibilidad y prioridad para ciclistas, lo que brinda una mayor comodidad a diferentes tipos de personas, de diversas edades y habilidades. Al mismo tiempo, esta solución mejora la seguridad y comodidad de peatones.

El ejemplo de la figura 92 contempla una forma vial en la que hay faja de estacionamiento y bandejón central. La faja de estacionamiento se interrumpe antes de la intersección logrando la habilitación de refugios peatonales y ciclistas además de la habilitación de islas de protección que reducen el radio de giro de los automóviles y proveen refugio y zonas de acumulación a ciclistas, entre otros beneficios

Herramientas de diseño:

1 Línea de detención adelantada

2 **Isla de protección:** Dispositivo geométrico que provee refugio a los ciclos, fuera de la trayectoria de viraje vehicular, para generar espacios de acumulación o restringir el radio de giro. Por una parte, facilitan que los ciclos puedan realizar virajes de dos tiempos (a la izquierda) de forma segura y, además, facilitan un mayor contacto visual entre conductor y ciclista en la maniobra de viraje.

3 **Zona de acumulación:** Son el resultado de proteger las esquinas a través de islas. El nuevo espacio disponible se configura como un área de transición, donde quienes requieren cambiar de trayectoria pueden esperar en un espacio seguro, sin exponerse a ser atropellados y sin entorpecer a quienes buscan seguir pedaleando derecho.

4 **Zona de espera para automóviles:** Son el resultado de desplazar el cruce ciclista para proteger las esquinas y cumple la función de generar un espacio intermedio en la maniobra de viraje, donde el auto sale de la pista de circulación y se detiene antes de cruzar las trayectorias ciclistas y peatonales. Esto favorece el contacto visual, garantiza mayor seguridad para todos y evita que quien realiza el viraje entorpezca a quienes buscan seguir recto.

5 **Refugio peatonal:** Proteger las esquinas o instalar medianas puede generar refugios peatonales que entregan un espacio intermedio, entre la calzada vehicular y la ciclovia, haciendo más corto, seguro y cómodo el atraveso peatonal.

6 Cruce demarcado

Alternativa de intersección protegida

Para implementar islas de protección cuando el espacio parece reducido, se recomienda desplazar el cruce ciclista levemente hacia el interior del arco. La isla se coloca en la proyección del borde externo del espacio de ciclovia y se ajusta su forma hacia la ciclovia para maximizar el espacio de acumulación y maniobra.

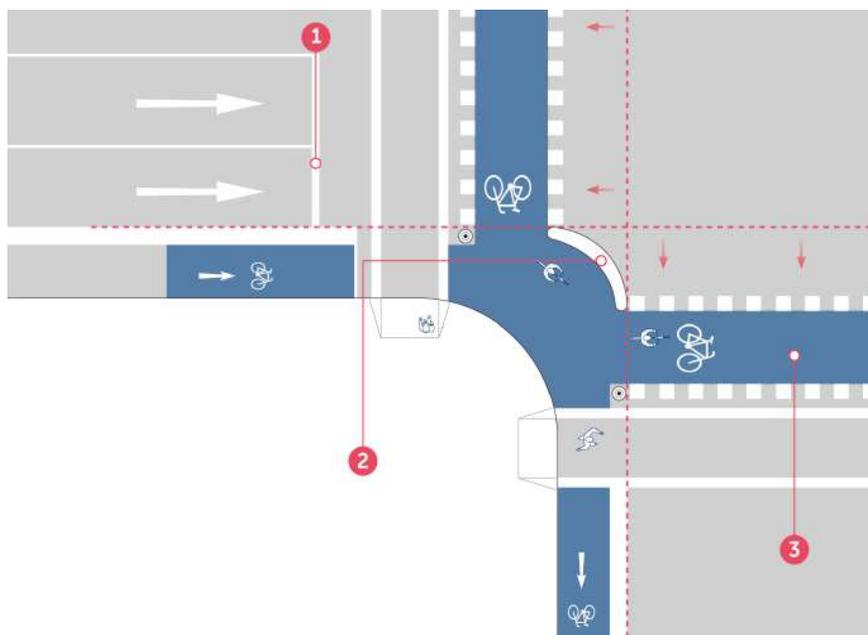


Figura 93. Alternativa de intersección protegida. Fuente: Elaboración propia adaptado de Don't give up at the intersection (p. 10), por NACTO, 2019.

Herramientas de diseño:

1 Línea de detención adelantada

2 Desplazamiento del cruce:

Para obtener espacio para lograr la protección de la esquina, el cruce es desplazado al interior del arco. Esto obliga un leve desvío de trayectoria ciclista al momento de enfrentar el cruce, sin embargo se mejora la seguridad.

3 Isla de protección cóncava:

El dispositivo geométrico, que provee refugio a los ciclos, tiene un interior

cóncavo que maximiza el espacio para maniobras y espera.

4 Cruce más ancho: La demarcación del cruce deja de ser una mera proyección del espacio de la ciclovía. Hace visible el cruce ciclista y acompaña la trayectoria principal de quienes atraviesan, definiendo un espacio de preferencia para ciclistas que continúan derecho por la misma vía.

Intersección protegida bidireccional

Las ciclovías bidireccionales suelen requerir mayor espacio en las intersecciones ya que se deben resolver los nodos sin exponer a los ciclos al riesgo de los vehículos motorizados que viran. Para esto, se recomienda implementar una interacción bidireccional que maximice el espacio de acumulación tal como lo muestra la siguiente figura.

Herramientas de diseño:

- 1 Línea de detención adelantada**
- 2 Isla de protección:** El dispositivo geométrico que provee refugio a los ciclos, tiene un interior cóncavo que maximiza el espacio para maniobras y espera.
- 3 Refugio peatonal:** Proteger las esquinas o instalar medianas puede generar refugios peatonales que entregan un espacio intermedio, entre la calzada vehicular y la ciclovía, haciendo más corto, seguro y cómodo el atravesado peatonal.
- 4 Desplazamiento del cruce:** En el caso de requerirse, para obtener espacio para lograr la protección de la esquina, el cruce puede ser desplazado al interior del arco.

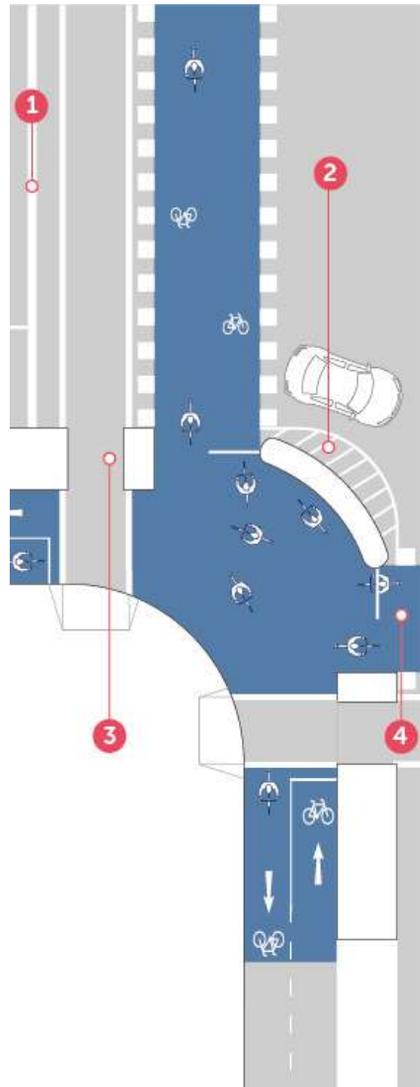


Figura 94. Intersección protegida. Fuente: Elaboración propia adaptado de Don't give up at the intersection (p. 10), por NACTO, 2019.

Intersecciones demarcadas

Las intersecciones demarcadas son aquellas que aseguran la exclusividad o preferencia de uso para ciclistas, principalmente mediante la demarcación en el pavimento. Estas intersecciones son más fáciles de implementar y requieren menos espacio, aunque ofrecen menor seguridad y comodidad en comparación con las intersecciones protegidas. Su principal función es mejorar la visibilidad y definir la prioridad ciclista, utilizando elementos como pintura reflectante, además se puede complementar con elementos livianos de protección.

La intersección demarcada es la condición mínima base para los cruces de ciclovías. Generalmente, consisten en una proyección de la ciclovía que cambia la demarcación a cruce. Puede resultar apropiada en nodos de bajo flujo vehicular

Este tipo de intersección es menos cómoda que una intersección protegida. La segregación es mínima o nula, y la visibilidad de los ciclos y peatones por parte de los vehículos motorizados es menor. Además, no hay un espacio exclusivo destinado para las maniobras de entrada y salida de ciclistas, por lo que general-

mente esperan antes o después del cruce, o en un zona especial de espera de ciclos (*bicibox*) en caso de existir.



Figura 95. Intersección demarcada. Fuente: Elaboración propia adaptado de Don't give up at the intersection (p. 22), por NACTO, 2019.

Herramientas de diseño:

- 1 Línea de detención adelantada**
- 2 Zonas de espera ciclista (Bicibox):** Brindan un espacio exclusivo para la espera del viraje a la izquierda, tipo gancho, en dos tiempos.
- 3 Elementos livianos de protección:** Implementación de tachones, segregadores, hitos verticales, bolardos, maceteros u otros elementos livianos para crear una separación visual y física entre ciclistas y vehículos motorizados.
- 4 Señalización y demarcación:** Uso de demarcación, tachas, retroiluminación, y señalización clara que refuerza la prioridad de las personas en ciclos y guía su movimiento a través de la intersección.



Intersecciones con vías locales o ZTC

Las zonas de tránsito calmado (ZTC) son áreas diseñadas para reducir la velocidad del tránsito y priorizar la seguridad de ciclistas y peatones, especialmente en vías de carácter local. En las intersecciones dentro de estas zonas, el diseño se centra en la reducción de la velocidad de los vehículos mediante la implementación de elementos de tránsito calmado, como cruces peatonales elevados a nivel de acera, chicanas y estrechamientos de calzada.

Estas intersecciones son particularmente efectivas en áreas residenciales o zonas escolares, donde la seguridad de las personas más vulnerables es primordial, ya que mejora las condiciones de accesibilidad universal.

Herramientas de diseño:

1 Elemento liviano de protección: Como hitos verticales, tachones y segregadores.

2 Chicanas y estrechamientos: Modificaciones en la geometría de la calzada para reducir la velocidad de los vehículos y mejorar la seguridad de ciclistas y peatones.

3 Pasos peatonales a nivel de acera: Elevación del cruce peatonal y ciclista para obligar a los vehículos a reducir la velocidad al acercarse a la intersección. Es importante incorporar en los cruces baldosas podotáctiles para las personas que necesitan cruzar la intersección con visión reducida.

• **Señalización de ZTC:** Señalización vertical conforme al Capítulo 2 del Manual de Señalización de Tránsito, que indica a conductores la entrada a una zona de tránsito calmado y las reglas específicas de circulación.

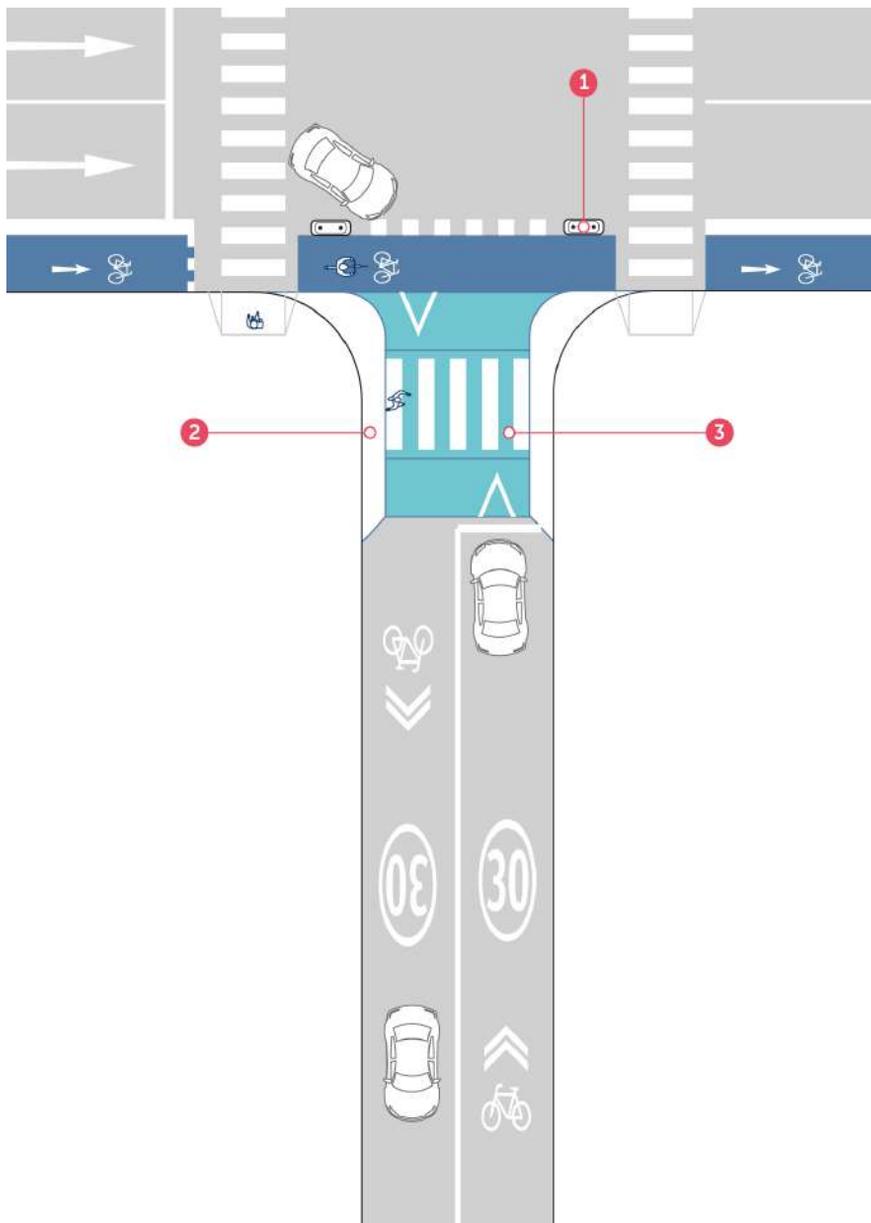


Figura 96. Intersección en vía con tránsito calmado. Fuente: Elaboración propia adaptado de Don't give up at the intersection (p. 28), por NACTO, 2019.

Rotondas

Las rotondas son intersecciones circulares, altamente eficientes para volúmenes intermedios y, especialmente, como un elemento disuasivo de altas velocidades, ya que al verse obligados a cambiar la trayectoria, los vehículos motorizados tienden a realizar las maniobras a velocidades prudentes.

Cuando las rotondas están diseñadas con características geométricas que favorecen velocidades bajas, se observan índices más bajos de siniestralidad. Por otro lado, un número mayor de pistas está relacionado con un aumento en la siniestralidad, ya que incrementa la complejidad del uso y los conflictos, especialmente en las salidas (CROW, 2011). En ese sentido, la incorporación de una ciclovía en rotondas preexistentes es una oportunidad para corregir diseños que condicionan una operación riesgosa.

La proyección de la capacidad de la rotonda, definirá la cantidad de pistas necesarias. Para volúmenes de hasta 2400 veh/h es suficiente una pista y para volúmenes mayores de hasta 4000 veh/h se pueden implementar dos pistas (CROW, 2011). En el caso de que se requieran implementar

dos pistas se recomienda que al menos las salidas sean de una sola pista, esto garantiza una mayor seguridad para los ciclos y peatones.

Siempre que sea factible, es preferible evitar ciclovías bidireccionales en rotondas, ya que los conductores no esperan ciclistas circulando en direcciones contrarias. En caso de ser necesario implementarlas -especialmente en el caso de rotondas grandes- se sugiere elevar la ciclovía sobre las intersecciones, utilizando un diseño apropiado y señalización clara que informe a los conductores que los ciclistas pueden venir desde ambos sentidos (CROW, 2011).

Cuando el espacio disponible no es suficiente para implementar una ciclovía con una separación adecuada, es preferible que los ciclistas circulen compartiendo el espacio de la calzada con los vehículos motorizados, esto para evitar puntos ciegos que ponen en riesgo a los ciclos. En el caso de tener que compartir el espacio, se deberá ajustar la geometría, los radios de giro, el ancho de la calzada y de las pistas (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2023)

Para implementar rotondas que sean ciclo-inclusivas y seguras,

tanto para ciclistas como para peatones, se recomienda que, en la medida de lo posible, se cumplan las siguientes características de diseño:

- **Una única pista de entrada y salida por lado.** Para garantizar una operación segura y evitar colisiones, es preferible contar con una única vía de acceso y, especialmente, de salida.
- **Una única pista en el interior de la rotonda.** Varias pistas suelen ser menos eficientes que las rotondas de menos pistas, esto se debe a que los conductores evitan circular al lado de otro vehículo paralelamente, colocándose detrás o adelante.
- **El empalme de las vías** debe realizarse perpendicularmente a la trayectoria de los ciclos, evitando ángulos menores o mayores de 90° , ya que reducen la visibilidad entre vehículos motorizados y ciclos. Para asegurar una correcta conexión, las vías de acceso a la rotonda deben estar orientadas al centro de la rotonda, en caso de que la calzada empalme tangencialmente a la rotonda, se recomienda implementar medidas de reorientación que obliguen a girar el vehículo hacia el centro de la rotonda
- **Los pasos peatonales** deben implementarse en el anillo exterior de la rotonda. Para asegurar un acceso controlado y lento, se recomienda que los pasos peatonales se eleven a nivel de acera. En este caso las

ciclovías deben subir o bajar con una rampa suave de largo mínimo 5 metros



Herramientas de diseño:

1 Islas o bloques de protección:

Permiten generar un anillo exterior de ciclovía alejado del anillo de los vehículos motorizados, este espacio intermedio sirve de protección y distanciamiento.

2 La separación de sentidos:

Se materializa construyendo medianas y contribuye a orientar mejor el flujo de los vehículos motorizados, generando áreas protegidas para ciclos y peatones.

3 Zona de espera para automóviles que salen de la rotonda:

Se generan por el ancho de las islas o bloques de protección. Los vehículos que tienen que salir de la

rotonda se detienen antes de cruzar las trayectorias ciclistas y peatonales. Esto favorece el contacto visual, garantiza mayor seguridad para todos.

4 Refugio peatonal:

Proteger las esquinas o instalar medianas puede generar refugios peatonales que entregan un espacio intermedio, entre la calzada vehicular y la ciclovía, haciendo más corto, seguro y cómodo el atravesado peatonal.

5 Radio interior demarcado:

Desvía a los vehículos ligeros, pero permite el paso de vehículos pesados. Complementariamente, se puede elevar unos centímetros del nivel de la calzada, tener una textura rugosa o implementar tachas reflectantes.

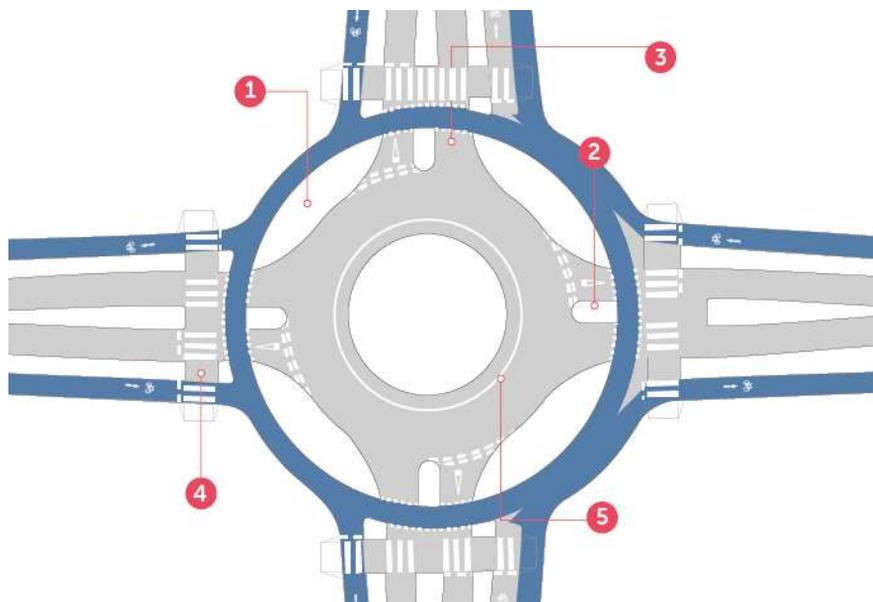


Figura 97. Rotonda ciclo-inclusiva. Fuente: Elaboración propia.

Readecuación de vías existentes a rotondas

Implementar rotondas en nodos complejos existentes puede ser una estrategia no solo para transformarla en una solución ciclo-inclusiva, sino también para hacerla más segura para todos los usuarios de la vía, esto porque las rotondas aseguran velocidades bajas, previenen encuentros entre vehículos conduciendo en direcciones opuestas y simplifican situaciones conflictivas. Sin embargo, no siempre es posible realizar grandes obras civiles para

cambiar el diseño geométrico de las vías.

La figura 98 muestra un nodo en "T" donde los vehículos motorizados se pueden mover prácticamente en todas las direcciones y no existen pasos peatonales; algo común en vías rurales e interurbanas. En esta situación base, si los ciclistas quisieran realizar los mismos movimientos que los vehículos motorizados, se verían enfrentados a una serie de conflictos, poniendo en riesgo su seguridad.

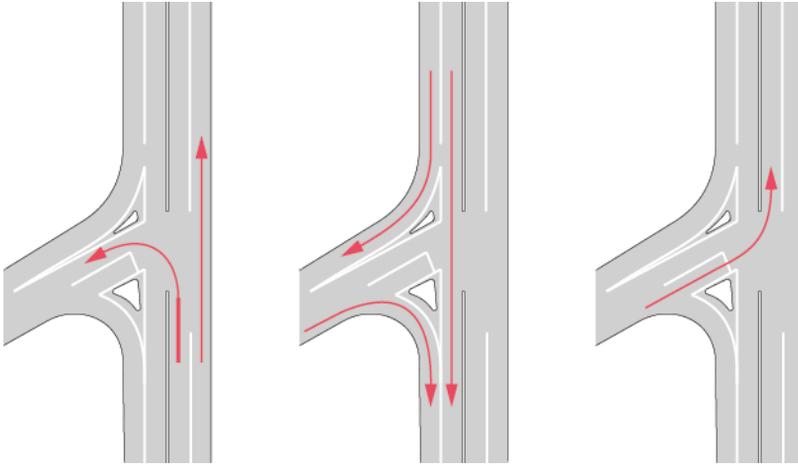


Figura 98. Situación base, intersección en T. Fuente: Elaboración propia.

Una solución para estos casos es implementar una rotonda de menor tamaño y ajustar su geometría lo más posible al espacio existente, como indica la figura 99, donde se propone una rotonda con una pista en su interior y se reducen las dos pistas a una para los accesos y salidas. Esta solución permite al vehículo motorizado realizar los mismos movimientos que con la geometría base, pero desviando levemente sus trayectorias, lo que a la vez reducirá sus velocidades.

Por otro lado, con esta solución los ciclistas podrán desplazarse

hacia todas las direcciones de manera segura y resguardada. Además, con esta geometría se pueden implementar pasos peatonales para asegurar la accesibilidad universal en el nodo.

Es importante tener en cuenta que, para poder realizar este tipo de readecuaciones en intersecciones existentes, se debe tratar, en la medida de lo posible, de cumplir las características de diseño y ocupar las herramientas detalladas en la sección anterior, ajustándose al contexto y espacio disponible de cada proyecto.

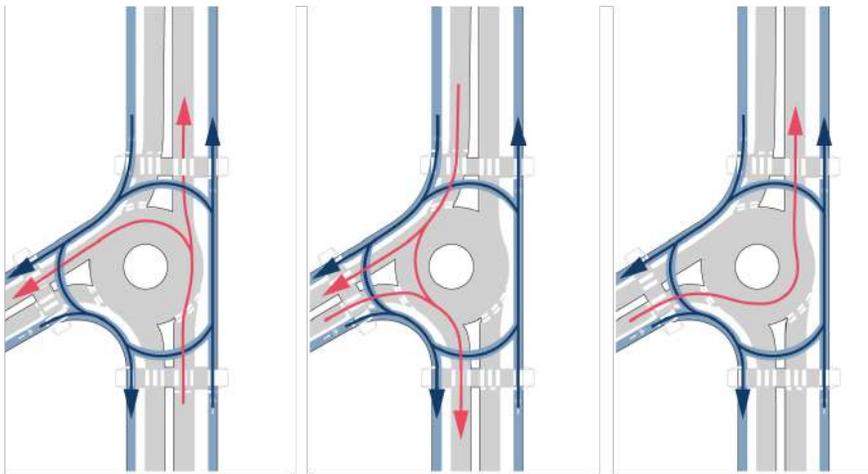


Figura 99. Readecuación de intersección existente, a una rotonda pequeña. Fuente: Elaboración propia.

Interacciones complejas

Las interacciones complejas son situaciones donde las trayectorias de los diferentes actores viales se interceptan o se superponen y que no corresponden a una intersección vial. Son puntos de interacciones complejas, por ejemplo:

- Vías prioritarias de transporte público.
- Paradas de buses.
- Las zonas de carga y descarga.
- Los accesos vehiculares de gran demanda.

El objetivo, al diseñar la ciclo-infraestructura en contextos donde se presentan interacciones complejas, es minimizar el riesgo al que se enfrentan dos o más actores que se encuentren en un mismo

lugar al mismo tiempo; evitando siniestros viales. Para lograrlo, el diseño debe contemplar adecuaciones especiales al espacio vial, complementado con señalización vertical y horizontal cuando sea necesario.

- Todos los actores deben comprender fácilmente el funcionamiento y los comportamientos para interactuar con el mínimo riesgo.
- Se deben proveer espacios seguros para la espera y maniobra.
- Los actores deben ser visibles entre sí. La configuración espacial debe entregar tiempo y espacio de negociación para el reconocimiento mutuo.
- Debe existir claridad en la prelación o preferencias de uso en un momento determinado.

Si bien es posible encontrar diversas interacciones complejas dentro de la red de ciclo-infraestructura, existen prácticas culturales y sociales que generan interacciones complejas y fricciones en los trayectos, como estacionamiento en aceras y platabandas. Estas interacciones podrían ser eliminadas o mitigadas haciendo correcta gestión del Bien Nacional de Uso Público, por ejemplo:

- Eliminando zonas de estacionamiento en platabandas y aceras.
- Ordenando labores logísticas en el comercio.
- Ordenando la operación del transporte público mediante paradas definidas.
- Formalizando el uso flexible de espacios, por ejemplo en el caso de ferias libres.



Fotografía 15. Ciclovía calle Teatinos y calle Rosas. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Interacción con el transporte público

El transporte público es un modo de transporte eficiente, sostenible y accesible para la mayoría de las personas. Además, quienes usan el transporte público son también peatones y debemos evitar que sus desplazamientos se vean afectados negativamente por la implementación de ciclo-infraestructura.

Por lo anterior, es importante establecer criterios y condiciones

para la interacción del transporte público y la movilidad activa, asegurando la coexistencia armónica de ambas formas de movilidad en el espacio vial y evitando que, por favorecer a los ciclos, se generen perjuicios para peatones o para quienes utilicen el transporte público.

A continuación se presentan alternativas para abordar la interacción entre los ciclos y el transporte público en dos contextos: en vías con pistas sólo bus y las paradas de transporte público.

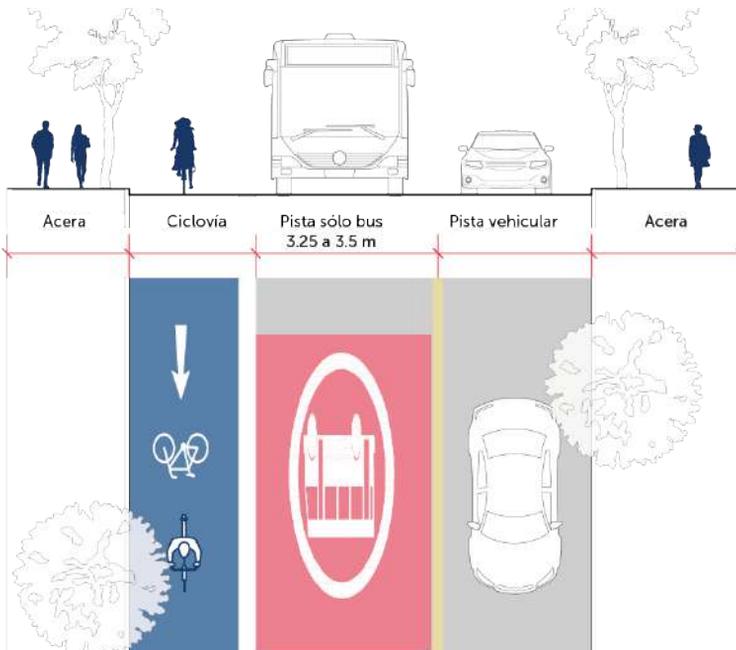


Figura 100. Ancho pista sólo bus. Fuente: Elaboración propia.

Vías prioritarias de Transporte Público

Cuando un proyecto de ciclo-infraestructura se emplaza en una vía con circulación de transporte público, las pistas de circulación deben ser adecuadas para acoger ambos usos. La pista de transporte público no debe interferir con la ciclovía y viceversa. El ancho requerido para una operación adecuada de los buses es una constante. La cantidad de pistas necesarias dependerá de la frecuencia de los buses.

- **Anchos de las pistas:** El ancho de la pista disponible para buses (sea prioritaria o no) debe ser de 3.5 m. En casos excepcionales –o singularidades– se puede llegar a un mínimo de 3.25 m. debidamente justificado. Esto aplica, principalmente, para el caso de RED en Santiago. En otras ciudades, se pueden proponer anchos menores en acuerdo con la División de Transporte Público Regional (DTPR) y la Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones (SEREMI) Regional.

- **Número de pistas y frecuencia de buses:** Cuando se consideran frecuencias mayores a 30 bus/hr se debe contar con al menos dos pistas operativas

por sentido. Una pista de 3.5 m. adyacente a la solera en el costado derecho y una de 3.0 m. al costado izquierdo de esta, para facilitar el adelantamiento.

Paradas de Transporte Público

Resolver las paradas de transporte público en interacción con las ciclovías es crítico y también representa una oportunidad para generar beneficios entre ambos modos. Por un lado, se pueden mejorar las condiciones de transferencia de pasajeros, y la accesibilidad al bus, al crear andenes elevados universalmente accesibles. Los ciclos, por su parte, se benefician al contar con soluciones que integren paraderos y ciclovías, lo que facilita la implementación de ciclovías al costado derecho y en el sentido del tránsito, eliminando una de las principales barreras para su instalación. Además, esto reduce la necesidad de implementar ciclovías al costado izquierdo de la vía, que a menudo se desconectan del acuerdo de circulación.

Para integrar las ciclovías con las paradas de buses hay dos alternativas: Idealmente, la ciclovía debe pasar por detrás de la parada; cuando no es posible, la ciclovía

puede pasar entre la parada y la zona de subida y bajada.

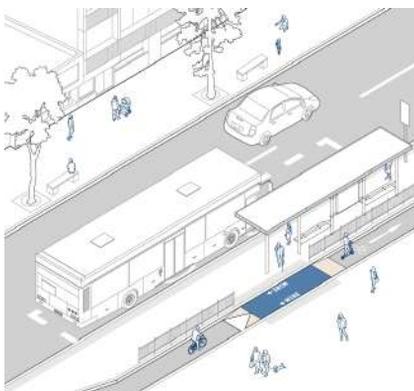
El primer caso genera un paradero en isla donde la ciclovia pasa por detrás del refugio, reduciendo las fricciones al momento de subir y bajar del bus. La segunda solución, por su parte, se aplica en contextos donde no es posible implementar la alternativa ideal. En esta segunda alternativa la ciclovia pasa sobre una plataforma equivalente a un paso peatonal nivelado entre la zona subida/bajada y la zona de espera de la parada. Esta última solución aumenta las fricciones al momento de subir y bajar del bus, ya que las personas ascienden o descienden en una plataforma angosta, para posteriormente, atravesar la ciclovia y llegar a la acera de la ruta accesible.

Ambas soluciones se **recomiendan para ciclovías unidireccionales emplazadas al costado derecho**. En el caso de ciclovías bidireccionales, los pasajeros que esperan el bus darán la espalda al contraflujo ciclista, lo que genera riesgos tanto para la espera como para el acceso y salida del bus. Además, es recomendable que cuando se implementen ciclovías bidireccionales se haga al costado izquierdo, lo que evitaría este posible conflicto.

Tanto la solución detrás de la parada como delante comparan las siguientes características esenciales:

- **Plataforma:** Deberá existir una plataforma elevada, correctamente demarcada, en el trazado de la ciclovia, cuya rampa de acceso debe tener una pendiente no superior al 10% y ubicarse a 1,5 m., como mínimo, del encauce peatonal más próximo. En caso contrario, deberá coordinarse con el organismo que corresponda el traslado de la parada.
- **Ancho de la ciclovia:** El ancho de la ciclovia debe reducirse a 1,2 m. para producir un angostamiento que reduzca la velocidad de circulación ciclista, para ambas soluciones.
- **Vereda disponible:** Debe quedar una vereda disponible de al menos 1,2 m para asegurar la ruta accesible de peatones y personas con movilidad reducida y además debe quedar conectada correctamente con el andén.
- **Extensión del andén:** Las dimensiones del andén deberán ser proporcionadas por el organismo competente a cargo del transporte público en cada ciudad y dependerán de la aglomeración de peatones y la cantidad de sitios de parada que se requieran según la frecuencia. En los casos de interferencia que solamente tengan la cabida mínima, se debe considerar el largo entre las primeras 2 puertas del bus para permitir la subida y bajada de las personas con movilidad reducida en la segunda puerta.

Ciclovía detrás de la parada



La parada se encuentra separada de la acera y, para acceder a ella, se debe atravesar el trazado de la ciclovía. En este caso, los ciclos tendrán preferencia de paso por sobre quienes hagan uso de la parada, a excepción del paso peatonal que conecta la parada con la ruta accesible.

Esta es la alternativa preferida por defecto, ya que este diseño evita

los conflictos que puedan ocurrir entre ciclistas y peatones que suben o bajan de los buses. Se recomienda este tipo de solución para paradas con una alta carga de pasajeros y una alta frecuencia de buses.

El ciclista debe continuar su desplazamiento desviándose y pasando por detrás del refugio, disminuyendo su velocidad. Para esto algunas de las medidas que se sugieren son: a) disminuir el ancho de la ciclovía; b) demarcación y señalización que advierta el paso peatonal; c) el uso de quiebres para las transiciones en vez de curvas suaves; d) el uso de vallas peatonales, para encauzar el cruce peatonal y; e) elevar el paso peatonal para garantizar la accesibilidad universal, tal como se muestra en la figura 101.

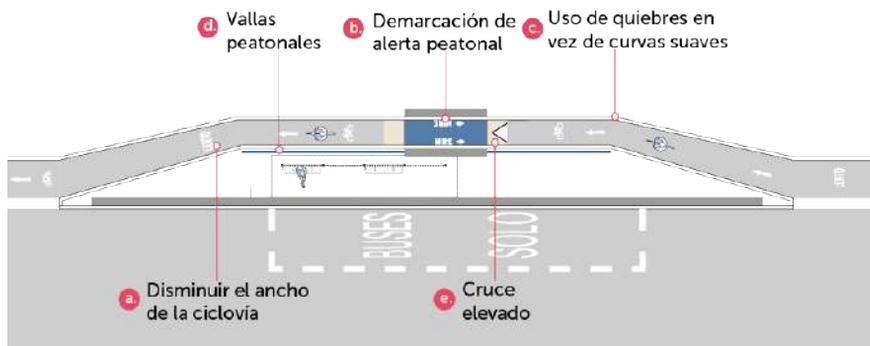
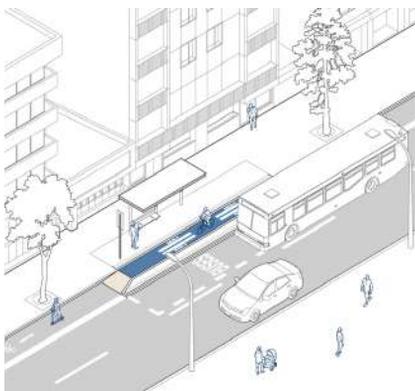


Figura 101. Alternativa ciclovía detrás de la parada. Fuente: Elaboración propia.

Ciclovía delante de la parada



En esta solución, la parada se encuentra integrada a la acera y es atravesada por la ciclovía. Para comunicar el área de espera del andén con el área de subida y bajada, se proyecta una plataforma de calmadado de tráfico con preferencia peatonal, que genera mayor seguridad a los usuarios con movilidad reducida.

Esta opción, además, debe considerar un espacio debidamente señalado (diferencia de pavimento o color) de seguridad de 1.1 m (mínimo) para el descenso de pasajeros sin interferir en la ciclovía, con el objetivo de evitar conflictos.

El ciclista debe continuar su desplazamiento pasando por delante del refugio, pero detrás del andén de transferencia disminuyendo su velocidad. Para esto algunas de las medidas que se sugieren son: a) disminuir el ancho de la ciclovía; b) demarcación y señalización que advierta el paso peatonal; c) el uso de quiebres para las transiciones en vez de curvas suaves; y; d) elevar el paso peatonal para garantizar la accesibilidad universal, tal como se muestra en la Figura 102.



Figura 102. Alternativa ciclovía delante de la parada. Fuente: Elaboración propia.

Para poder definir correctamente las dimensiones del andén, para el caso de Santiago se propone la siguiente tabla:

Tipología	Tránsito Ciclovía	Frecuencia (bus/hr)	Ancho de pistas	Capacidad (N° de sitios)	Largo (m)	Ancho de andén (m)	Aglomeración (pax/m2)*
Detrás de parada (Bypass)	Unidireccional o Bidireccional	>= 30	3,5+3	2	>=42	3,6	>=252
				2	42	3	91 - 252
				1	18	3,6	<91
Delante de parada (Plataforma)	Sólo Unidireccional	< 30	3,5+2,7	1	18	2,5	33 - 90
				1	8	1,8 - 2	0 - 32
				1	8	0	<32

Tabla 16. Dimensionamiento de andén - largo. Fuente: Elaboración propia en base a datos otorgados por el Directorio de Transporte Público Metropolitano

En el caso de regiones para poder dimensionar, se recomienda hacerlo de acuerdo a:

- Distancia entre puertas de los buses,
- Cantidad de buses (N° de sitios) y espacio para maniobra,
- Ancho de andén en función al largo del punto anterior y a la aglomeración de pasajeros (densidad).

Sin perjuicio de lo anterior, se debe analizar cada caso en particular y se deberá validar la información con el ente encargado según corresponda.

* Rangos de aglomeración máxima en periodos de media hora y densidad de pax/m²



Fotografía 16. Parada de transporte público y ciclovia. Fotografía Sandra Aguilera Cortés

Zonas de carga y descarga

En vías con gran concentración de actividades comerciales y de servicios, es común que se requieran espacios destinados para la carga y descarga de bienes. Muchas veces, la operación de estos espacios entran en conflicto con ciclos y peatones, por lo que es necesario considerar estrategias de gestión y de diseño.

Para esto se propone inicialmente catastrar todos los locales en el área de influencia del proyecto que requieran de espacios de carga y descarga y su actividad (cantidad y duración de entregas al día) para tener una idea general de la cantidad de espacio necesario.

Como estrategias generales, basado en lo planteado por GIZ-Ricardo (2022), se recomienda:

1. Regular los horarios en los cuales se permitirá realizar las operaciones de carga y descarga, este horario deberá ser alejado de las horas puntas para evitar mayores conflictos. Además, se sugiere restringir un tiempo máximo de permanencia (entre 15 y 30 minutos) para evitar malas prácticas en el espacio.
2. La distancia a la que deberá

estar una bahía del lugar de destino no debería superar los 50 metros.

3. En el caso de tener que implementar bahías, éstas deben situarse por lo menos a 10 metros de los cruces para no interferir visualmente y no deben obstaculizar la visión de semáforos u otras señales de tránsito

4. Generalmente, los vehículos que realizan carga y descarga son de mayor tamaño que los automóviles particulares, por lo que la bahía deberá ser un poco más grande que un estacionamiento para dar flexibilidad. Esto implica que será necesario contar con espacio en la calzada y para esto **se recomienda que al implementar la ciclovía se elimine una pista vehicular particular y se reduzcan al mínimo los anchos de las pistas vehiculares.**

Si en la vía donde se está proyectando una ciclovía, se requiere de espacios para la operación de carga y descarga, se proponen 3 alternativas:

En bahía de estacionamientos:

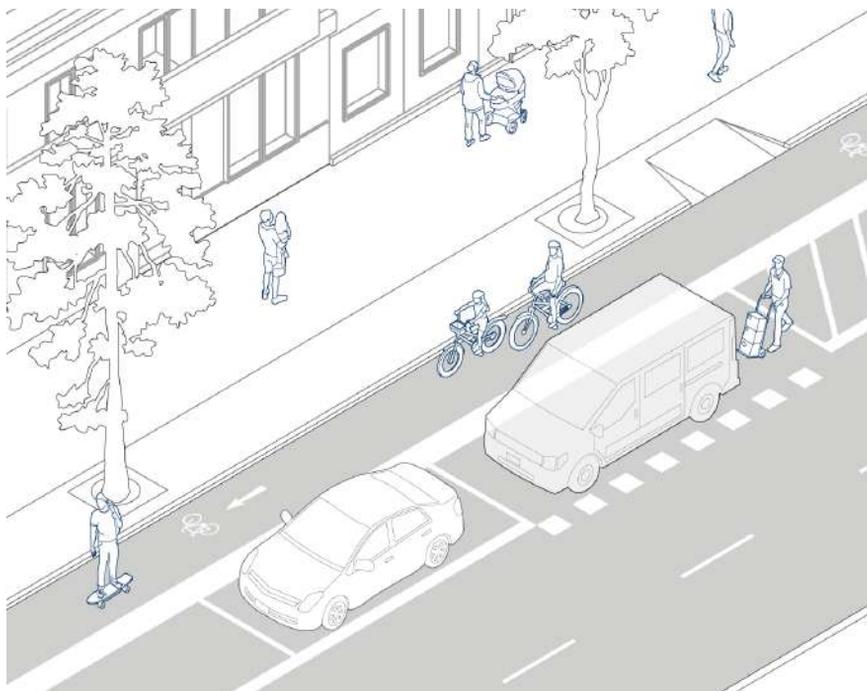
Una primera opción, en vías donde además se quiera regular la presencia de estacionamientos, es implementar la ciclovía y estacionamientos al costado derecho de la calzada, dejando un espacio de seguridad de 70 cm entre ellas, para la apertura de puertas. Algunos de los espacios de estacionamiento se

pueden destinar para su uso exclusivo como bahía de carga y descarga. Este espacio se puede complementar con un espacio para la manipulación de la carga

y además se pueden implementar rebajes de solera para facilitar la manipulación de carros y carretillas (figura 103).



Figura 103. Solución carga y descarga en faja de estacionamientos. Fuente: Elaboración propia adaptado de Guía Técnica Extendida Para Bahías de Carga y Descarga (p. 41), por GIZ-Ricardo, 2022.



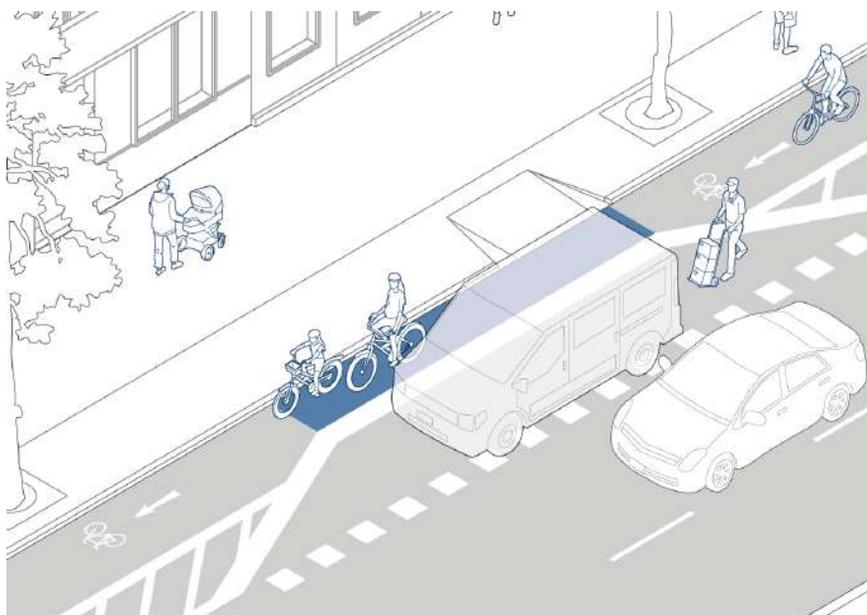
Sobre la demarcación: En el caso de que el espacio no sea el suficiente o no se requieran espacios de estacionamiento en la vía, otra opción es utilizar el espacio de segregación de la ciclovia para dar espacio a una bahía. En caso de ser necesario, se podrá disminuir el ancho de la ciclovia, quedando como una

singularidad, y se deberá considerar una franja de seguridad entre la bahía y la ciclovia de 70 cm para la apertura de puertas.

Se recomienda complementar con un rebaje de solera para facilitar la manipulación de carretas o carretillas (figura 104).



Figura 104. Solución carga y descarga sobre la demarcación. Fuente: Elaboración propia.



En una vía transversal: Cuando en la vía no haya espacio suficiente para implementar las alternativas anteriores, se recomienda gestionar espacios de carga y descarga en vías transversales, teniendo especial atención en las distancias hasta los lugares de destino.

Esta opción asegura que la operación no interfiera en la circulación de ciclos, reduciendo los potenciales conflictos al mínimo. Sin embargo, es importante tener en cuenta las mismas consideraciones generales que las alternativas anteriores para no generar conflictos con peatones.

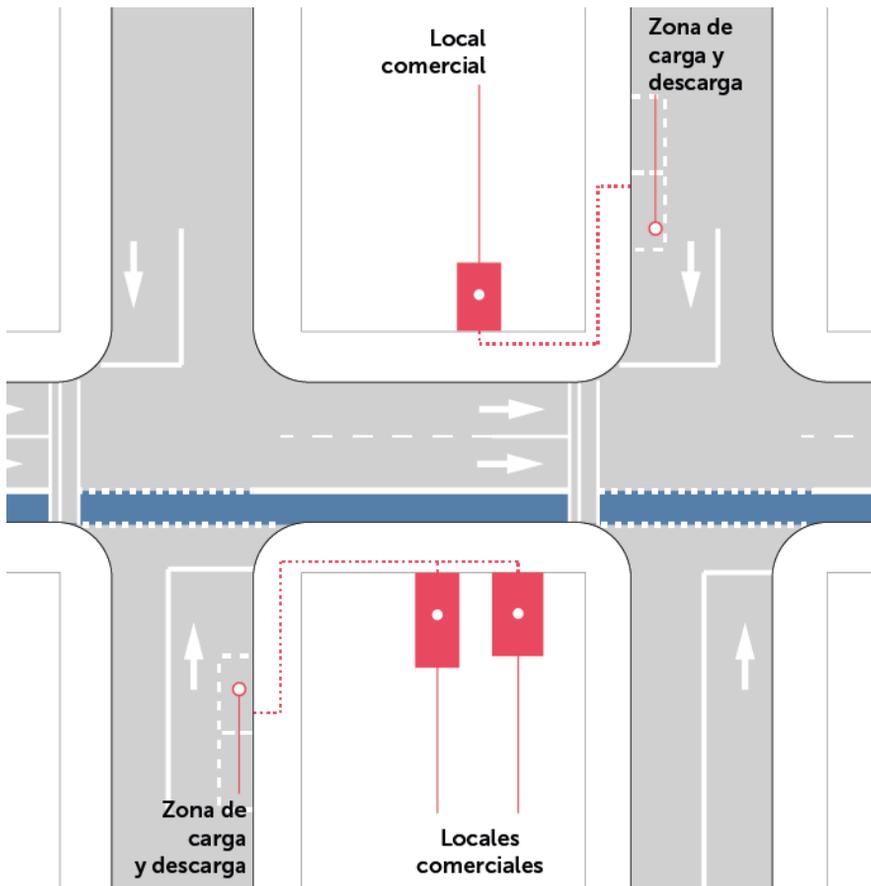


Figura 105. Zona de carga y descarga en vías transversales. Fuente: Elaboración propia.

Accesos vehiculares de alta intensidad

Los accesos vehiculares a predios de equipamientos mayores representan puntos críticos dentro de la red, ya que pueden generar conflictos que afecten la circulación de los ciclos y la seguridad de peatones. El conflicto se genera principalmente por el viraje que deben realizar los automóviles para entrar o salir de los recintos y el encuentro con los ciclos y peatones que desean continuar su trayecto.

En este sentido, un acceso vehicular de alta intensidad debe ser tratado como un nodo más dentro de la red, y los objetivos para reducir los potenciales conflictos son los mismos que los de las intersecciones, es decir: **Reducir la velocidad, mejorar la visibilidad y definir claramente la preferencia de paso.**

Para cumplir estos objetivos, se recomiendan las siguientes estrategias generales:

1. Radio de giro que reduzca la velocidad: El diseño debe incentivar a los automovilistas a disminuir la velocidad al realizar el viraje.

2. Encuentros perpendiculares entre automóviles y ciclos: En la medida de lo posible, el encuentro entre automóviles y los ciclos debe ocurrir de manera perpendicular y no paralela.

3. Prohibir el estacionamiento cerca del acceso: Para garantizar una buena visibilidad entre peatones, ciclos y automóviles, se debe prohibir el estacionamiento al menos a 10 metros del borde del acceso. Se puede utilizar demarcación y reforzar con elementos adicionales como delineadores, topes o bolardos para garantizar que la zona se mantenga despejada. También se deben evitar otro tipo de elementos como mobiliario o vegetación mayor a 60 cm en el área que puedan reducir la visibilidad.

4. Demarcación de la ciclovía: La ciclovía debe estar claramente demarcada en la zona del acceso con pintura azul, el símbolo correspondiente de ciclovía y líneas segmentadas, de la misma manera que se demarca una intersección.

La implementación de estas estrategias, no solo mejora la experiencia para los ciclos, sino que debe entenderse como una oportunidad para **mejorar la seguridad peatonal**, ya que muchas veces estos accesos tienen radios de giro muy amplios lo que incentiva a quienes conducen a virar a altas velocidades poniendo en riesgo a las personas que caminan por el área.

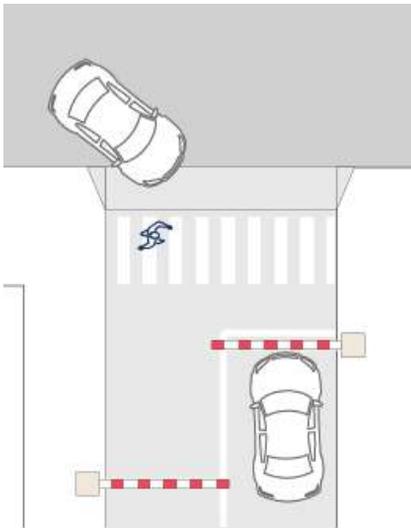


Figura 106. Acceso vehicular existente sin ciclovía. Fuente: Elaboración propia.

Se proponen dos alternativas de solución para accesos vehiculares de alta intensidad, la implementación de una alternativa o la otra dependerá del espacio y presupuesto disponible:

Isla de protección

En el caso de que exista espacio suficiente, lo que está relacionado con el ancho de la segregación de la ciclovía, se recomienda implementar islas de protección. Estas islas permiten proteger la intersección y modificar el radio de giro para disminuir la velocidad y mejorar la visibilidad. Alternativamente, se pueden utilizar demarcaciones y elementos livianos de protección, como bolardos o hitos abatibles.

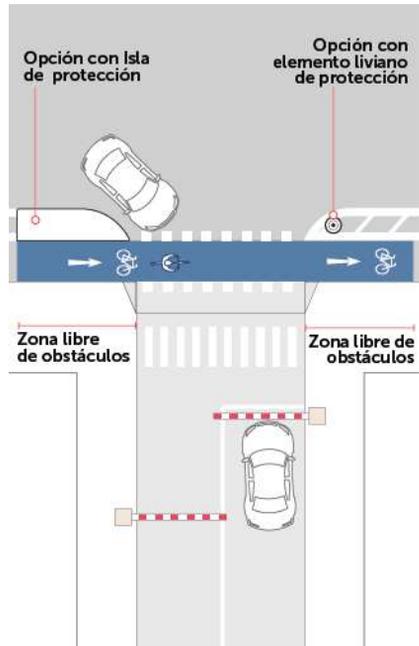


Figura 107. Acceso vehicular con islas de protección. Fuente: Elaboración propia adaptado de Separated Bike Lane Planning and Design Guide (p.90), por Federal Highway Administration, 2015.

Cruce demarcado:

Si la segregación de la ciclovía no es lo suficientemente ancha para implementar islas de protección, se debe demarcar el cruce y se puede complementar imple-

mentando algunos elementos livianos de protección, como hitos abatibles, bolardos o tachones para garantizar un radio de giro acotado.

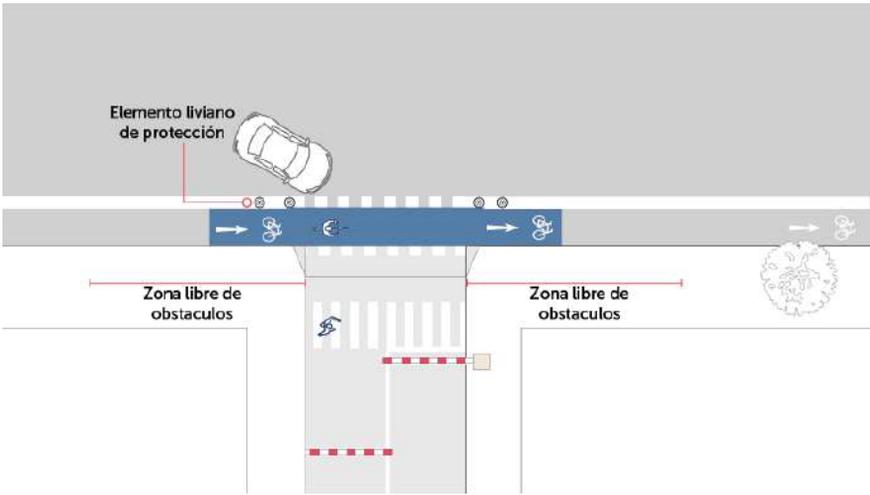


Figura 108. Acceso vehicular con el cruce desplazado. Fuente: Elaboración propia.

Climas extremos

El territorio chileno presenta una amplia variedad de climas y condiciones geográficas, algunas de ellas extremas, dada su extensión y las diferencias de altura. Diseñar ciclo-infraestructura en estas condiciones puede requerir respuestas específicas y técnicas que permitan adaptarse a ciertos contextos. A continuación se entregan algunas recomendaciones para abordar los desafíos que presentan climas y geografías extremas en el diseño de ciclo-infraestructura.

Climas fríos

Las regiones australes de Chile, incluyendo la Patagonia, enfrentan temperaturas frías, nieve y hielo, lo que demanda:

- **Considerar materiales resistentes a bajas temperaturas:** Utilizar materiales de pavimentación que mantengan su integridad y fricción en condiciones de congelamiento. El asfalto modificado con polímeros y ciertos tipos de concreto son adecuados para estas condiciones.
- **Incluir mantenimiento invernal:** Establecer planes de mantenimiento invernal que incluyan la remoción de nieve y la aplicación de sal para prevenir el hielo en la superficie de la ciclovía.

- **Señalización específica:** Instalar señalización que advierta sobre la posible presencia de hielo y nieve, y proporcionar información sobre rutas alternativas durante condiciones climáticas severas.
- **Zonas de hielo:** detectar las zonas de viento que generan hielo en la superficie de circulación e implementar barreras laterales que reducen el viento sobre el pavimento para evitar el congelamiento.
- **Demarcación de color:** En zonas de nieve, la demarcación blanca debe ser reemplazada por un color que sirva de contraste, promoviendo el azul de ciclovía y el color amarillo para la demarcación lineal.

Climas cálidos y secos

El desierto de Atacama y otras zonas áridas del norte de Chile requieren soluciones que aborden las altas temperaturas y la falta de humedad:

- **Protección solar:** Incorporar techados ligeros, toldos o arbolado en los tramos de la ciclovía más expuestos al sol para proporcionar sombra y reducir la temperatura del pavimento.
- **Puntos de hidratación:** Instalar estaciones de hidratación cada pocos kilómetros donde se pueda acceder a agua potable. Estas estaciones también pueden incluir áreas de descanso con sombra.

- **Superficies de baja absorción térmica:** Utilizar pavimentos que no retengan el calor excesivamente, como asfalto de color claro o concreto reflectante, para mantener la superficie más fresca.

Manejo del agua lluvia

En regiones con altas lluvias, es crucial diseñar sistemas que gestionen eficazmente el agua lluvia, e implementar estas soluciones con los proyectos de ciclo-infraestructura. Algunas características de estos sistemas son:

- **Drenaje eficiente:** Implementar sistemas de drenaje adecuados, como zanjas, cunetas y alcantarillas, para evitar la acumulación de agua en la superficie de la ciclovía. El uso de pavimentos permeables también puede ayudar a reducir el escurrimiento superficial
- **Inclinación y pendiente:** Diseñar la ciclovía con una inclinación mínima del 2% hacia los lados para facilitar el drenaje natural del agua. En áreas de alta pendiente, se pueden instalar drenajes transversales para interceptar y desviar el agua.
- **Pavimentos antideslizantes:** Usar pavimentos con buena adherencia en condiciones húmedas, como asfaltos modificados con polímeros o revestimientos antideslizantes.
- **Demarcación antideslizante:** se recomienda utilizar pintura antideslizante que entreguen co-

eficientes adecuados de fricción en condiciones húmedas.

- **Segregación:** la segregación debe diseñarse para evitar la inundación del espacio de circulación ciclista. En función de la pendiente y su orientación, convendrá usar segregación continua, para que el agua no entre, o discontinua, para evacuarla.

Zonas ventosas

Las zonas como la Patagonia también enfrentan fuertes vientos que pueden afectar la seguridad y comodidad, para lo cual se puede considerar:

- **Protección contra el viento:** Plantar cortavientos naturales, como filas de árboles o arbustos, a lo largo de la ciclovía para reducir la velocidad del viento. También se pueden utilizar barreras artificiales en áreas críticas
- **Diseño aerodinámico:** Evitar diseños que creen túneles de viento. Las ciclovías pueden tener trazados más curvos y elementos de ruptura de viento para dispersar las ráfagas.
- **Estabilidad estructural:** Asegurar que las estructuras de la ciclovía, como puentes y pasarelas, resistan vientos fuertes sin comprometer la seguridad.

Áreas de niebla frecuente

En zonas donde la niebla es común, la visibilidad reducida puede ser un riesgo significativo para los ciclistas. Para contrarrestarlo se debe considerar:

- **Iluminación adecuada:** Instalar iluminación LED de alta intensidad que funcione adecuadamente en condiciones de baja visibilidad.

- **Reflectores y marcas viales:** Utilizar reflectores y pintura reflectante en las demarcaciones de la ciclo-infraestructura para mejorar la visibilidad.

- **Señalización de advertencia:** Incluir señales verticales informativas a las personas en ciclos sobre la presencia frecuente de niebla y recomendar el uso de luces y prendas reflectantes.



Fotografía 17. Diversidad de clima y geografía en Chile. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

- **Demarcación visible:** en zonas de niebla, se recomienda realizar mantenimiento constante a la demarcación para evitar demarcaciones borradas y compensar la baja visibilidad de la vía.

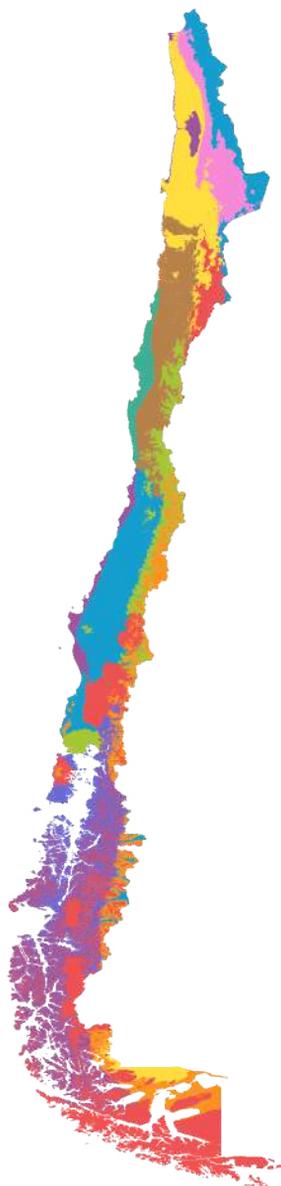


Figura 109. Zonificación climática. Sarricolea P., MJ. Herrera, O. Meseguer-Ruiz. (2017). Climatic regionalization of continental Chile. *Journal of Maps* 13(2)66-73.

Señalización

Mediante la señalización vertical, demarcación, segregación y semaforización, se establecen los mensajes que permiten gestionar los desplazamientos de las personas en el espacio público, tanto para peatones como para quienes se desplazan en vehículos.

La señalización está orientada a todos quienes transitan por las vías, sin importar si son conductores o peatones. Por esta razón, los mensajes deben ser precisos y claros para todas las personas, independientemente de su edad y capacidades. La tarea de diseñar proyectos viales debe apuntar a soluciones intuitivas, fáciles de interpretar para que quienes utilicen la infraestructura proyectada, puedan desplazarse de forma segura y coherente.



Fotografía 18. Señalética.
Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Un buen diseño del espacio público y la vialidad debería permitir un desplazamiento seguro sin requerir una gran cantidad de señalización. Si un proyecto requiere un gran número de señalizaciones, significa que el diseño no es claro, por lo que requiere de alertas e instrucciones adicionales. Esta saturación de información genera confusiones, errores y finalmente aumenta la inseguridad.

Por otro lado, los postes de las señales de tránsito se emplazan en las aceras y pueden representar barreras al desplazamiento de peatones, o peligros para personas que conducen ciclos. Se recomienda evitar la saturación de señales, especialmente en las intersecciones, donde el espacio es muy demandado y la necesidad de visibilidad es prioritaria. Además, un exceso de señales puede implicar, en la práctica, una sobrecarga de información que haga difícil la lectura para

quien conduce, donde lo importante puede quedar oculto tras información secundaria. En ese sentido, se recomienda priorizar aquellas señales de uso reglamentario y complementar con señalética informativa sólo cuando se considere necesario o el espacio disponible lo permita.

El marco normativo para la señalización de tránsito para ciclos está contenido en el Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Este documento técnico incluye la señalización, especificaciones de diseño y criterios para la instalación de señales verticales, demarcaciones y semáforos.

Las señales focalizadas y semáforos exclusivos deben ser coherentes con la regulación existente en la intersección, de tal forma de que todos los modos convivan sin problemas.

Señales verticales

Se entiende por señalización de tránsito al sistema de información vertical, es decir, las señales en postación. No incluye ni los semáforos ni la demarcación en el pavimento. Tiene el propósito de guiar, informar, advertir y regular el desplazamiento de las personas en el espacio público. Toda la señalización de tránsito en sus aspectos técnicos, constructivos o de instalación están contenidos en el capítulo 2 del Manual de Señalización de Tránsito, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Para que una señalización sea efectiva, debe cumplir con cuatro requisitos clave:

1. Debe ser necesaria, es decir, su instalación debe responder a una necesidad real de control y seguridad en el tránsito.
2. Debe ser visible y captar la atención de quienes transiten por la vía, asegurando que nadie la pase por alto. La señal debe ser legible y fácil de entender, permitiendo un rápido procesamiento de la información que ofrece.
3. Debe ofrecer un tiempo de respuesta adecuado, es decir, que las personas tengan el tiempo suficiente para ver la señal, comprender su mensaje y reaccionar de manera segura.

4. Deben ser consistentes en su diseño y coherentes en su aplicación, evitando mensajes confusos que dificulten el reconocimiento y generen incertidumbre.

Dimensiones de las señales según tipo de usuario

Las personas en ciclos, y en particular en bicicleta, tienen una posición en el vehículo y un cono de visión distinto al de quienes conducen vehículos motorizados. Quienes se mueven en bicicleta centran su mirada entre el pavimento y el horizonte, debido a la posición corporal sobre el vehículo y la necesidad de evaluar el estado del pavimento para resguardo de su propia seguridad. En cambio, quienes conducen vehículos motorizados van sentados en una butaca, inclinados hacia atrás, y su visión se limita a los elementos inmediatamente delante del vehículo, debido al espacio que ocupa el motor en la parte delantera del automóvil. Su atención se centra entre el horizonte y el cielo, prestando atención a las señales y al espejo retrovisor. Por lo anterior, los mensajes deben ir principalmente a baja altura, prefiriéndose mensajes a través de la demarcación, por sobre la señalización vertical, cuando sea posible.

No obstante lo anterior, es importante considerar que las señales verticales están dirigidas a diferentes tipos de usuarios en la vía. Para señalar una ciclovía, se deben enviar mensajes distintos a las personas conductoras de vehículos motorizados, a las personas en ciclos y a los peatones.

A quienes conducen vehículos motorizados se debe informar sobre las restricciones de velocidad, el uso de vías compartidas, virajes, vías segregadas, u otros, utilizando todas las herramientas disponibles en el Manual de señalización de tránsito. En cambio, a quienes conducen ciclos, se

les debe informar respecto a la navegación, interconexiones o señalización de prioridad. A los peatones, se les debe informar sobre las interacciones con ciclos, especialmente en paraderos, intersecciones o biciestacionamientos.

Utilizar señalización diferenciada para estos 3 segmentos es clave para un mejor entendimiento y convivencia en el espacio, especialmente en proyectos nuevos donde la comunidad no está habituada a las nuevas dinámicas que introducirá la nueva infraestructura proyectada.

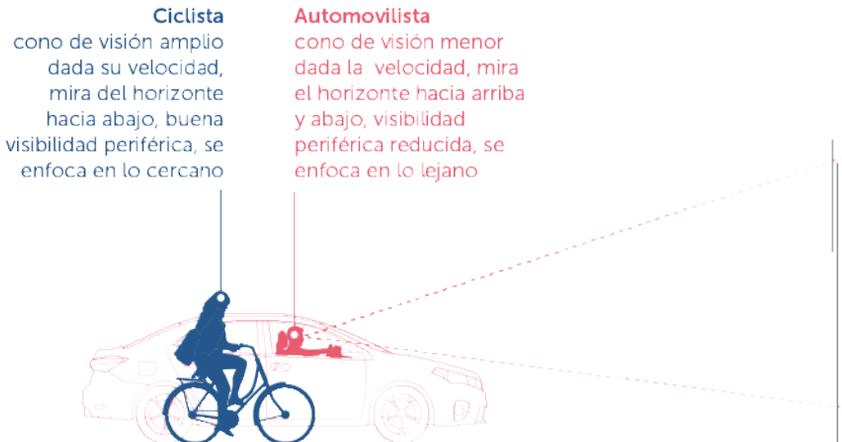


Figura 110. Vista del ciclista y automovilista según ergonomía. Fuente: Elaboración propia

	Conductores de vehículos motorizados	Conductores de ciclos	Peatones
Priorizar	Señales reglamentarias	Señales preventivas	Señales informativas
Objetivos	Velocidad adecuada y operatividad	Navegación clara y visible	Interacciones seguras y comportamientos
Mensaje	Velocidad máxima Al virar preferencia ciclistas Ciclovía	Conexiones a otras ciclovías, intermodalidad y bicies-tacionamientos	Cómo interactuar en paraderos, intersecciones, zonas para tomar taxis, etc.

Tabla 17. Características señales para diferentes tipos de personas usuarias de la vía. Fuente: Elaboración propia.

Toda la señalización vertical está en el Capítulo 2 del Manual de Señalización de Tránsito, no obstante toda la señalización orientada en ciclos y peatones está adicionalmente contenida en el Capítulo 6 del Manual de Señalización de Tránsito respecto a facilidades explícitas para peatones y ciclistas.

Las señales verticales se categorizan en 3 tipos:

- **Señales reglamentarias:** imponen obligaciones como PARE, Ceda el Paso, u otras prohibiciones (generalmente blancas y rojas).
- **Señales de advertencia de peligro:** como cruce ciclista, ciclistas en la vía, u otras (amarillas).
- **Señales informativas:** que como su nombre indica, informan sobre lugares, conexiones, facilitando la navegación.

Emplazamiento y gálibos

El emplazamiento de la señalización está normado en el Manual de señalización de tránsito capítulos 2 y 6 en los que se establece la distancia (A) que debe tener la señal respecto a la ciclovía como también la altura mínima de la señal (H). Como se observa en la siguiente figura.

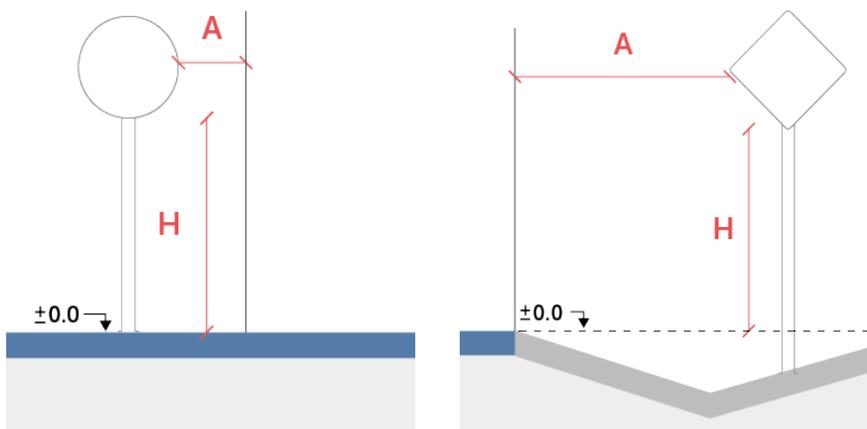


Figura 111. Parámetros de altura y distanciamiento de las señales. Fuente: Elaboración propia adaptado de Figura 6.2-2 Capítulo 6 del Manual de señalización de Tránsito - Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

	A	H	
	Mínimo	Mínimo	Máximo
Ciclobanda y ciclocalle urbana con solera	0,3	1,8	2,2
Ciclovía urbana	0,6	1,8	2,2
Ciclovía rural	0,6	1,2	2,2
Ciclobanda y ciclocalle urbana sin solera	1,5	1,8	2,2

Tabla 18. Parámetros de altura y distanciamiento de señales. Fuente: Elaboración propia.

Se debe verificar que las señales de tránsito estén suficientemente alejadas de la cicloavía y de las trayectorias que realizan las personas en ciclos, especialmente cuando realizan maniobras de incorporación, salida o adelantamiento. También se debe verificar que la altura sea suficiente para que una persona parada sobre los pedales de su bicicleta no golpee con la cabeza la señal de tránsito.

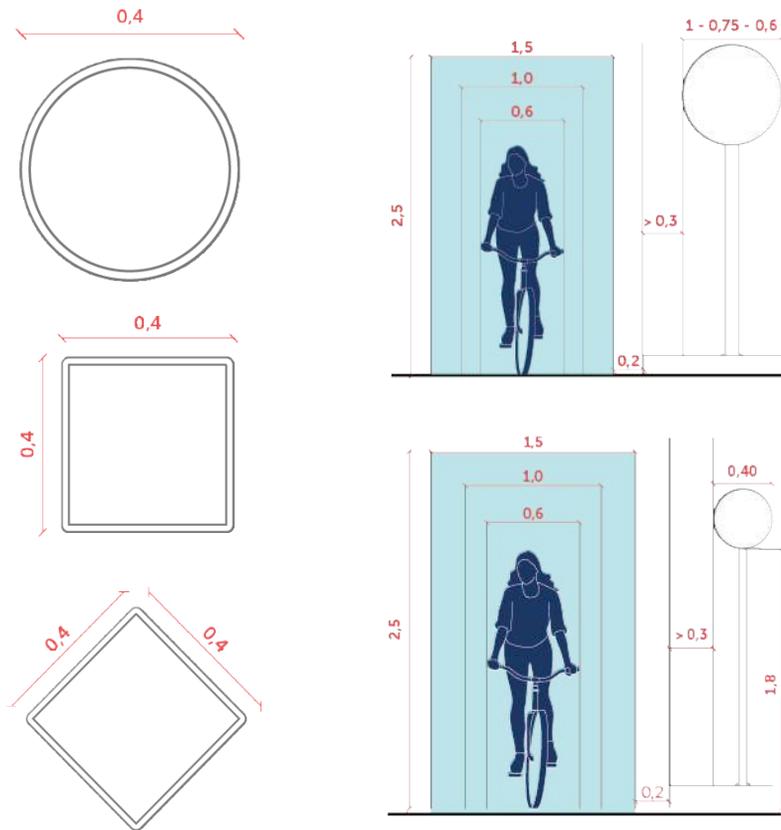


Figura 112. Tamaño de señales y distancias de resguardo en relación al perfil de circulación. Fuente: Elaboración propia.

Materialidad

Respecto al poste de la señal, se recomienda verificar que no tenga cantos afilados que puedan herir a una persona en bicicleta o a peatones. En el caso de los postes omega se debe verificar que sus cantos no enfrenten longitudinalmente la ciclovia. En casos que los postes estén en áreas húmedas, se recomienda utilizar postes de material compuesto de PVC o similares que sean resistentes a la humedad y el agua.

Visibilidad

La señal vertical debe estar libre de obstáculos visuales. Se debe verificar que no está delante o detrás de otra señal, que los árboles del entorno no tapen la señal, o que algún cartel publicitario impida una correcta visualización.

Criterios de implementación de señales verticales

1. En las distintas vías que cruzan o atraviesan el eje que cuenta con una ciclovia y, que están regulados con Señal de Prioridad (Pare o Ceda el Paso), se debe instalar señal "Cruce de Ciclistas" (PO-14).

2. Conjuntamente con el punto anterior, se debe considerar en el poste de la señal "Cruce de Ciclistas" (PO-14) una señal adicional que muestre "flecha con sentido de tránsito" para advertir el sentido de la ciclovia proyectada según corresponda a cada cruce.

3. Con relación a la señal "Cruce de Ciclistas" (PO-14), esta NO debe ser instalada cuando el cruce forma parte de un cruce regulado por semáforos.

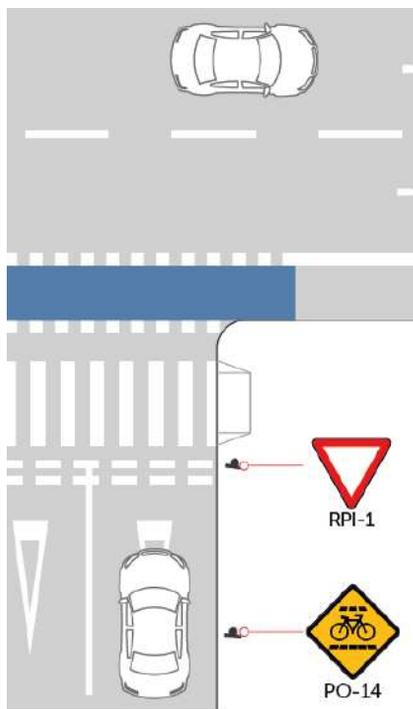


Figura 113. Señales de cruce de vía con ciclovia. Fuente: Elaboración propia.

Señalización transitoria para trabajos en la vía

En caso de obras de construcción que ocupen temporalmente el espacio de la ciclovía, esta debe ser canalizada de forma segura, generando un bypass que permita dar interconexión a la ciclovía. Esto se debe realizar utilizando los mismos criterios establecidos en el Capítulo 5 del Manual de Señalización de Tránsito y aplicados para la conectividad de la ciclovía.

En caso de grandes obras que cierran un tramo de vía por un largo período de tiempo (como la construcción de un corredor de buses, una carretera) se recomienda implementar una senda ciclo-accesible (condición primitiva que permita la circulación de personas en ciclos) mientras dura la obra como una manera de paliar el déficit de conectividad y accesibilidad que generan las grandes obras en el entorno.



Fotografía 19. Señalética en obras en la vía. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Demarcación

La demarcación, también llamada señalización horizontal, tiene el propósito de guiar, informar, advertir y regular el desplazamiento de los vehículos y personas en el espacio público. Está compuesta por líneas longitudinales, transversales, símbolos y leyendas. Toda la demarcación de tránsito en sus aspectos técnicos, constructivos o de instalación están contenidos en el capítulo 3, Demarcaciones, del Manual de Señalización de Tránsito (2012) del MTT.

Si bien la señalización y la demarcación operan conjuntamente, las personas en ciclos tienen una visibilidad distinta a la de conductores de vehículos motorizados y peatones. Las personas que conducen ciclos centran su mirada en el pavimento y el horizonte. Por lo tanto, mediante la demarcación se puede informar y orientar respecto a la navegación, interconexiones y señalización de prioridad, de forma efectiva, a bajo costo y evitando saturar de postes las aceras.

Navegación y *Wayfinding*

Mediante la demarcación la vialidad se comunica con quienes usan la vía, estableciendo los límites y usos del espacio

vial. Adicionalmente, a los usos normados de la demarcación, (Decreto 78, 2012, cap. 3) ésta permite informar y orientar a las personas en ciclos. La demarcación debe contemplar toda la información reglamentaria de circulación, sentido de tránsito, priorización de intersecciones, y a la vez, incorporar información que permita a las personas en ciclos mejorar su navegación por el espacio. Orientando conexiones, tiempos estimados, estaciones o biciestacionamientos cercanos, por poner algunos ejemplos.

Materialidad

La demarcación puede ser con distintos tipos de pinturas o adhesivos preformados. Las materialidades más comúnmente utilizadas son la pintura termoplástica o la pintura acrílica. Para los ciclos, se debe tener en cuenta que algunos tipos de pinturas termoplásticas tienen bajo coeficiente de fricción, lo que genera pérdidas de equilibrio, derrapes o caídas de personas en ciclos. Por tanto, se debe tener especial consideración en condiciones de lluvia, donde la pérdida de adherencia aumenta. En cambio, la pintura acrílica no genera estos problemas, pero tiene la desventaja de ser menos durable y resistente a la abrasión, por lo que requerirá una mantención más periódica. **Como**

criterio general, se recomienda utilizar pintura termoplástica para la demarcación lineal y preferir la pintura acrílica para las superficies, especialmente en los espacios de circulación.

Las tachas (también conocidas como *ojos de gato*) son clasificadas como demarcación elevada. Se recomienda utilizarlas en líneas longitudinales para advertir a vehículos motorizados de la presencia de ciclovía, pero evitar utilizar tachas en intersecciones de ciclovías debido a que la superficie de las tachas puede desestabilizar a una persona en ciclo cuando su trayectoria es curvilínea. Esto se da principalmente en intersecciones o zonas de adelantamiento.

Criterios de implementar demarcaciones

1. Se debe proyectar en la ciclovía antes y después del cruce o atravesado de una vía perpendicular la demarcación de una "Flecha Direccional" con la finalidad de indicar la pista y dirección de los ciclos.
2. En cuanto al sector de la calzada donde se cruzan los ejes, se debe demarcar la pista que deben seguir las personas en ciclos con líneas segmentadas constituidas por cuadrados blancos de 50 centímetros de lado y separados también

por 50 centímetros, la cual se debe reforzar con pintura azul y, opcionalmente, con tachas retrorreflectantes blancas entre los cuadrados blancos (ver capítulo Segregación de la presente guía). A lo anterior, se suma o complementa con demarcación del símbolo "Ciclovía o Ciclobanda" al interior del cruce.

3. Cuando exista espacio disponible en el cruce, se podrán implementar zonas de espera especial para ciclos (*bicibox*), **siempre y cuando no se afecte la trayectoria natural del cruce de peatones.**

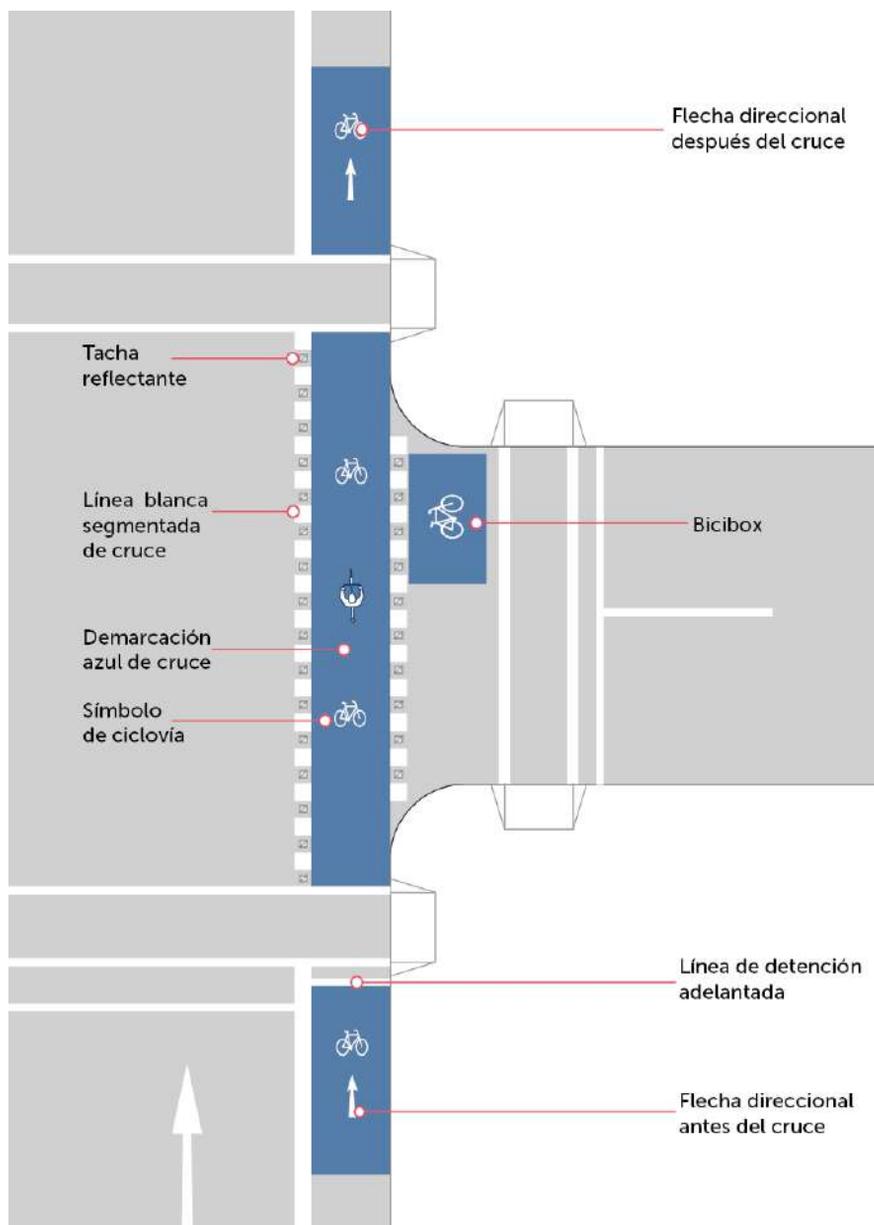


Figura 115. Demarcación de cruce. Fuente: Elaboración propia adaptado de Vialidad Ciclo-inclusiva: Recomendaciones de Diseño (p.111), por Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015.

Segregación

La segregación corresponde a la separación de espacios en la calzada, focalizada en los diferentes modos de transporte. La segregación de los ciclos entrega un espacio exclusivo y reservado en calzada para su circulación. Existen dos maneras de segregar, las que pueden trabajar en conjunto:

1. Segregación visual: La opción más básica es establecer una distancia entre las pistas para vehículos motorizados y ciclos. Esto se conoce como *buffer* (en inglés) o como “espacio de separación”. Esta distancia, según las condiciones de contexto, puede materializarse sólo con demarcación pintada o tachas elevadas y puede reforzarse con elementos menores de segregación física como tachones o hitos verticales abatibles.

2. Segregación física: Para mejorar las condiciones de comodidad y seguridad de quienes van en ciclos, a este espacio de separación se le pueden agregar elementos de segregación volumétricos, firmes y robustos, que tienen el potencial de inhibir el paso de automóviles hacia las ciclovías. La eficacia de estos dispositivos dependerá de la velocidad con la que un automóvil pretenda atravesar. La velocidad de circulación es determinante al momento de elegir el tipo de barrera física para reforzar la segregación.

No obstante, se le llamará segregadores –o segregación física– a todos aquellos elementos destinados a reforzar la separación de pistas segregadas, que se proyectan desde el pavimento verticalmente hasta alturas de un máximo de 1 m. La segregación visual corresponde sólo a demarcación con pintura.

La segregación física puede implementarse a través de elementos verticales individuales, o modulares, dispuestos en secuencia discontinua, utilizando por ejemplo: hitos abatibles, bolardos, o jardineras; o implementarse de manera continua constituyéndose como una separación física a modo de cordón, extendida en una distancia determinada. Dada la necesidad de adaptación de la ciclo-infraestructura a determinados contextos a través, estas alternativas podrán combinarse según sea requerido en distintos tramos de una misma ruta.

Desde la perspectiva operativa, es esencial que las ciclovías segregadas mantengan una separación clara con otros vehículos, pero al mismo tiempo garanticen visibi-

lidad, tanto para las personas en bicicleta como para los vehículos motorizados, favoreciendo cruces seguros en intersecciones y evitando puntos ciegos.

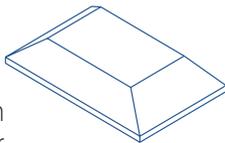
La operación de una ciclovía segregada debe contemplar flexibilidad en el diseño para permitir la incorporación de diferentes tipos de bicicletas, incluyendo bicicletas de carga, eléctricas o scooters. El aumento en el uso de dispositivos más anchos o con distintos radios de giro requiere considerar estos ciclos en la segregación y sus aperturas, para permitir maniobras seguras.

La segregación vertical puede materializarse a través de los siguientes dispositivos:

Imagen descriptiva

Tachón:

Volumen de hasta 5 cm de alto, inferior a 30 cm en su lado más ancho de base que actúa como marcador de apoyo a la demarcación vial.



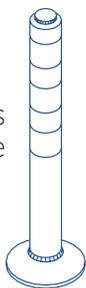
Consideraciones constructivas

Fabricado en plásticos o resinas de alta resistencia, puede incluir reflectantes. Se puede anclar al pavimento con pegamento o mediante vástagos de fierro.

Imagen descriptiva

Hito vertical:

Son estructuras verticales blandas y abatibles que promueven el encauce de vehículos.



Consideraciones constructivas

Elementos canalizadores, que protegen la ciclovía. Al ser elementos abatibles, su vida útil es corta. No se recomienda utilizar en el interior de ciclovías.

Imagen descriptiva

Bolardo:

Son estructuras verticales sólidas que bloquean e impiden el ingreso de vehículos.



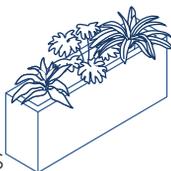
Consideraciones constructivas

Deben ser visibles para todas las personas, por lo que se recomienda que sean de colores de alto contraste o posean reflectancia. Se implementan para impedir el acceso irregular de vehículos permitiendo generar áreas protegidas. Se recomienda implementar en intersecciones para proteger esperas y en ciclovías para desincentivar la circulación irregular de vehículos motorizados en la ciclovía.

Imagen descriptiva

Jardinera:

Son estructuras contenedoras de plantas, elementos móviles sólidos que separan físicamente los espacios para impedir usos determinados.



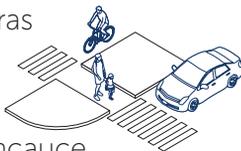
Consideraciones constructivas

La segregación con plantas es una forma ornamental de segregar y mejorar el paisaje del lugar. No obstante, se debe tener consideración respecto a las plantas en su interior cuidando que no perjudiquen la visibilidad.

Imagen descriptiva

Zonas de protección:

Son estructuras que generan islas de protección o áreas de encauce en intersecciones o rotondas.



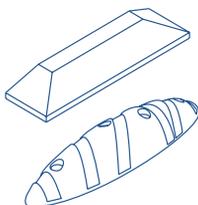
Consideraciones constructivas

Permiten generar islas peatonales o zonas de protección a ciclos en intersecciones o rotondas.

Imagen descriptiva

Segregadores especialmente diseñados:

Corresponden a elementos modulares disponibles en el mercado, que se instalan y fijan sobre el pavimento mediante anclaje con espigas o pernos y pegamentos.



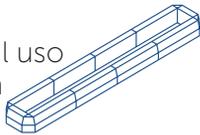
Consideraciones constructivas

Se instalan de forma independiente, lo que otorga libertad y facilita la mantención. No obstante, al no trabajar de forma solidaria, pueden tener menos durabilidad que una solución continua.

Imagen descriptiva

Cordones continuos o discontinuos hechos con soleras:

Corresponde al uso de soleras para establecer cambios geométricos en la vía. Estas pueden sobreponerse al pavimento y fijarse con espigas, pernos y pegamentos.



Consideraciones constructivas

Se construye como un continuo, lo que hace que la estructura resista de forma solidaria. Su mantención, en caso de roturas, requiere obras civiles.

Imagen descriptiva

Barreras tipo New Jersey:

Son estructuras de hormigón que se utilizan principalmente en carreteras y autopistas.



Consideraciones constructivas

Se pueden conectar entre sí mediante sistemas de acoplamiento como pernos o anclajes, esto permite que puedan formar barreras continuas de las dimensiones requeridas. Puede requerir tratamientos especiales para el drenaje.

La segregación horizontal se puede clasificar como continua o discontinua, según las siguientes características:

Tipos de segregación	Características	Consideraciones constructivas
Continua	Tiene aperturas solo en intersecciones con otras vías y accesos. En ciclovías angostas puede impedir el adelantamiento seguro.	Puede afectar el escurrimiento de aguas lluvias, se debe tener consideración al respecto y tomar medidas que permitan el escurrimiento.
Discontinua	Tiene aperturas constantes permitiendo entrar y salir con facilidad.	Cada dispositivo segregador recibe golpes de vehículos aisladamente lo que lo vuelve menos resistente, comparado con la segregación continua donde los elementos operan solidariamente.

Tabla 19. Segregación continua v/s segregación discontinua. Fuente: Elaboración propia.

La elección de la segregación dependerá del emplazamiento de la ciclovia y las condiciones de entorno. Además, se deben considerar las diferentes situaciones por las que será necesario segregar:

Segregación para impedir el ingreso de vehículos a alta velocidad

En vías donde los vehículos circulan a alta velocidad, se requiere segregar a los ciclos para protegerlos, esto porque las condiciones de la vía favorecen la circulación a exceso de velocidad, o cuando las condiciones de entorno impidan una visibilidad adecuada por ejemplo en zonas propensas a niebla, neblina o de baja iluminación.

Segregación para impedir el ingreso de vehículos a baja velocidad

En vías altamente congestionadas, donde al contrario a la situación anterior, los vehículos están casi detenidos. En este caso, la segregación debe impedir que los vehículos de conductores impacientes ingresen a la ciclovia como forma de acortar camino y evadir la congestión vehicular. Este tipo de segregación debe

ser suficientemente restrictiva para que no ingresen vehículos, o que en caso de ingresar, no puedan circular en el interior de la ciclovia. En estos casos se sugiere segregación continua e implementar barreras transversales con bolardos en cada cuadra, que bloqueen el paso a vehículos motorizados en la ciclovia.

Segregación para impedir el ingreso de peatones

En la actualidad el Manual de Señalización de Tránsito recomienda la instalación de vallas peatonales para impedir el cruce de peatones en lugares no habilitados (6.1.1.8). No obstante, se debe tener cuidado cuando se implementa una ciclovia en donde existen vallas peatonales o cuando se desea instalar nuevas. Esto se debe a que cuando existen vallas peatonales ubicadas entre la pista de vehículos motorizados y la ciclovia, la valla impide ver a las personas en ciclos a través del espejo. Por tanto, se recomienda no utilizar vallas peatonales ubicadas entre la ciclovia y la pista vehicular motorizada. En caso de requerirse la utilización de vallas, entonces se sugiere que se instalen entre la ciclovia y la vereda, sin impedir la visibilidad entre vehículos motorizados y ciclos.



Fotografía 20. Vallas ubicadas entre la pista vehicular y la ciclovia. Fotografías: Ariel López

Combinación de elementos

Los diferentes tipos de segregadores se pueden utilizar de manera combinada para complementarse, mejorar la visibilidad o reducir costos. Por ejemplo se pueden implementar tachones alternados con hitos verticales o se pueden utilizar maceteros o bolardos al inicio de la cuadra para mejorar la visibilidad e implementar segregadores menos costosos en el medio (Federal Highway Administration, 2015).

Criterios al implementar segregación

1. La segregación debe ser una barrera de seguridad para los ciclos, impidiendo o dificultando el ingreso de vehículos motorizados. A la vez que permite que los ciclos entren y salgan cuando lo requieran.
2. La segregación debe contemplarse para dos tipos de situaciones: impedir el ingreso de vehículos a alta velocidad, o impedir que ingresen vehículos a baja velocidad, especialmente en casos de ciclovías en calles altamente congestionadas
3. La segregación debe contemplar el escurrimiento de aguas lluvias o residuales, permitiendo el escurrimiento, o dificultando el ingreso del agua, según lo determinen las pendientes.
4. En caso que la ciclovia esté propensa a anegación u ocupación temporal de la ciclovia, se debe contemplar aperturas para que los ciclos puedan salir y reingresar de forma segura.
5. En áreas con arena o nieve se debe considerar los efectos de la segregación respecto al mantenimiento y limpieza de la ciclovia.

6. Para definir el tipo y el ancho de la segregación corresponde ceñirse a lo establecido en el D.S. N° 102 (2019), el cual establece que esto dependerá de la velocidad máxima permitida del eje a intervenir, según la siguiente tabla:

Velocidad máxima permitida	Tipo de segregación	Ancho mínimo
V<30	n/a	n/a
30<V<50	Visual o física	0.30 – 0.50
50<V<70	Física	0.50 – 0.60
V>70	Física	>1.00

Tabla 20. Tipo y ancho mínimo de segregación según la velocidad máxima permitida. Fuente: Decreto Supremo N° 102, artículo 3, por Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2021

Sin perjuicio de lo anterior, es recomendable que la segregación sea lo más ancha posible, ya que esto genera una mayor sensación de seguridad y permite implementar intersecciones protegidas en los nodos.

7. Demarcar la segregación de la ciclovia en el arco de la calle se puede hacer de diferentes maneras, en el caso de utilizar segregadores especialmente diseñados se recomienda pintar dos líneas paralelas de 10 cm de ancho cada una con la separación necesaria (entre 10 y 30 cm) para instalar el dispositivo segregador en el medio, tal como indica la figura 117. La separación entre segregadores debe ser suficiente para evitar que vehículos motorizados puedan ingresar fácilmente a la ciclovia. Además, en caso de cualquier eventualidad, la orientación de los segregadores deberá permitirle al ciclista la posibilidad de salir de la ciclovia sin mayor dificultad.

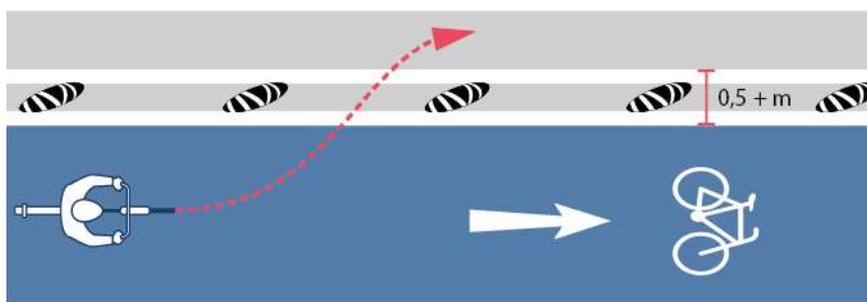
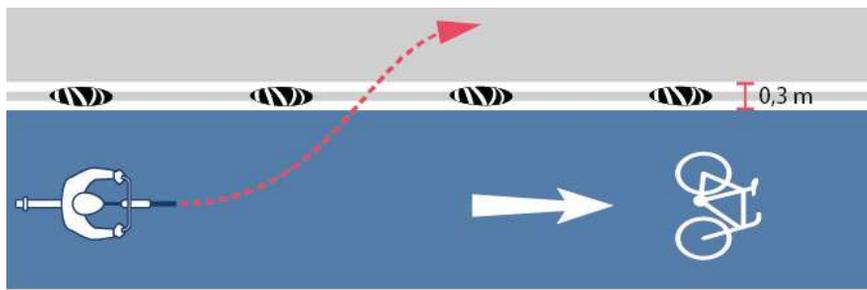


Figura 116. Disposición de segregadores especialmente diseñados. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 21. Segregador en calle Carlos Antúnez. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Semaforización

Los semáforos son dispositivos que distribuyen el tiempo-espacio para gestionar los movimientos de personas y vehículos. En el caso de los ciclos, la ley de tránsito (DFL 1, 2007, art. 2) establece que estos son vehículos, por tanto, deben ser regulados como tales en las intersecciones semaforizadas. Por otro lado, esto deberá realizarse según lo establecido en el Manual de Señalización de Tránsito capítulo 4 de semaforización siguiendo las especificaciones técnicas para la instalación de semáforos de UOCT.

Esquemas de semáforos ciclo-inclusivos

Los semáforos juegan un rol importante, los cuales deben brindar indicaciones propias a las personas en ciclos y otorgar condiciones seguras de atravesado compatibles al diseño geométrico

que presenta una intersección. Es decir, no son reguladores programados únicamente para mantener el flujo de automóviles, sino que deben garantizar la seguridad y eficiencia en el desplazamiento de los distintos modos de transporte.

Los semáforos gestionan:

- El momento en que los distintos modos de transporte y peatones disponen de su derecho a paso, compatibles entre ellos por medio de sus trayectorias permitidas (fases).
- El tiempo para que esos distintos modos de transporte dispongan de seguridad para cruzar una intersección, a través de una trayectoria definida (tiempo de fase).
- Solicitudes de derecho a paso (botoneras, sensores, espiras).

Algunos esquemas semafóricos, que se desprenden de estas funciones, con foco en los ciclos, son:

Protección de ciclistas en viraje

Cuando el viraje de vehículos motorizados es muy intenso en cantidad, se sugiere separar

los movimientos en dos fases, permitiendo en un movimiento el viraje de autos manteniendo a peatones y ciclos en rojo, y en otra fase permitir el movimiento de peatones y ciclos. Esto permite evitar el conflicto entre vehículos motorizados virando y las personas en ciclos. Este esquema protege también el cruce peatonal.

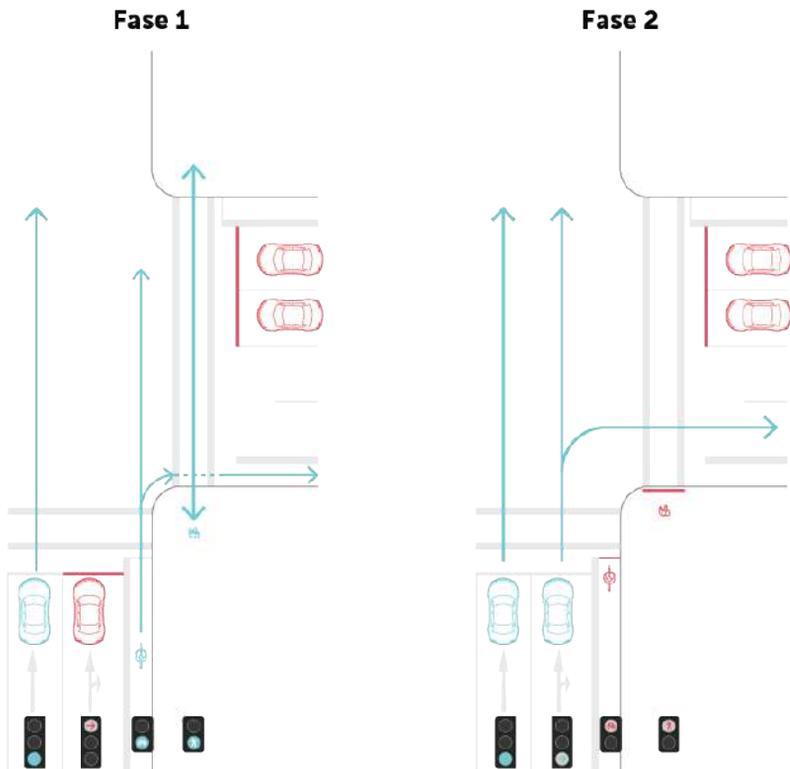


Figura 117. Esquema semafórico protección de los ciclos del viraje intenso de automóviles. Fuente: Elaboración propia adaptado de Don't Give Up at the Intersection (p.35), por NACTO, 2019.

Verde anticipado para ciclos

La fase de inicio anticipado para ciclos es un esquema de semaforización diseñado para mejorar la seguridad de las personas en bicicleta. Este sistema otorga a los ciclos una luz verde anticipada, generalmente entre 3 y 5 segundos antes de que los vehículos motorizados, lo que permite iniciar su marcha de manera an-

tipada y sin tener que competir por espacio al partir. Este inicio adelantado permite mejorar la visibilidad de los automovilistas respecto a las personas en ciclos, ya que esta fase adelantada los posiciona delante de sus ojos al iniciar la marcha.

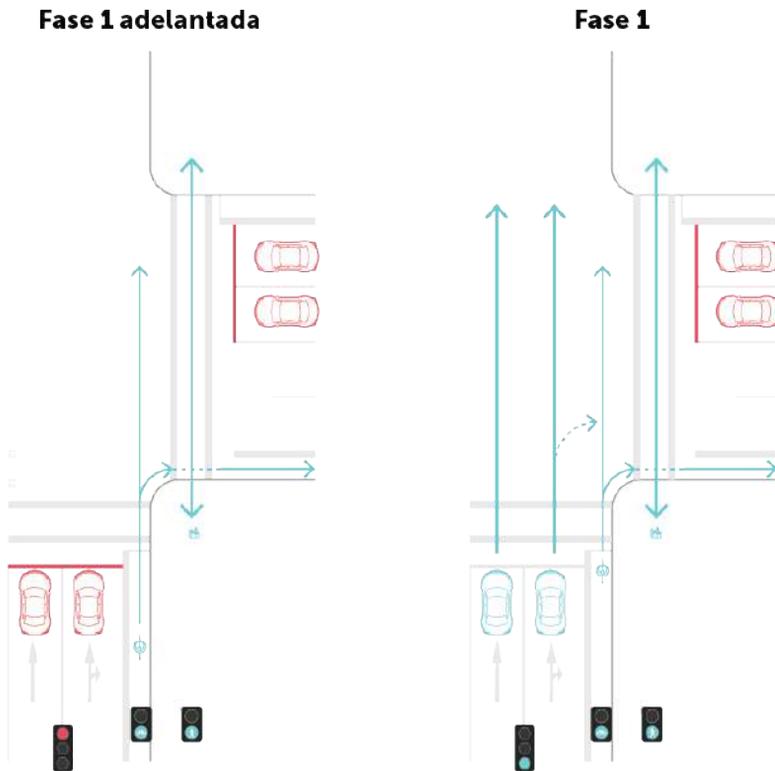


Figura 118. Esquema semafórico de verde adelantado para ciclos y peatones. Fuente: Elaboración propia adaptado de Don't Give Up at the Intersection (p.32), por NACTO, 2019.

Al sincronizar la fase verde anticipada con las lámparas peatonales, se atrasa la luz verde para los vehículos motorizados, dándole tiempo a los ciclos para despejar el cruce antes de que los vehículos comiencen su marcha. Cuando los autos finalmente se pongan en movimiento, las y los ciclistas ya estarán en equilibrio sobre sus bicicletas y habrán comenzado a avanzar, lo que reduce significativamente el riesgo de colisiones o caídas, sobre todo en situaciones donde deben iniciar desde una posición detenida.

Este esquema no requiere la instalación de lámparas adicionales para virajes de vehículos motorizados, ya que en caso de existir lámpara de ciclos solo implica un ajuste en la programación del semáforo. Por lo tanto, se presenta como una alternativa económica y fácil de implementar en todas las intersecciones semaforizadas que cuenten con ciclo-infraestructura. Además de ser simple de aplicar, la fase de inicio anticipado para ciclos mejora la fluidez del tránsito, al separar temporalmente los movimientos de bicicletas y vehículos motorizados, evitando conflictos y haciendo más predecible la circulación.

Este esquema mejora la seguridad y visibilidad en los cruces, mientras que se minimizan los

riesgos de colisiones con vehículos motorizados.



Fases dedicadas a maniobras singulares de los ciclos

Las intersecciones y las conexiones que los ciclos pueden efectuar serán más complejas en esquemas de emplazamiento que están fuera del acuerdo de circulación. Es el caso de ciclo-vías bidireccionales emplazadas dentro de la malla vial, o ciclo-vías unidireccionales emplazadas a la izquierda, cuando se busca conectar con la vialidad que las atraviesa. Para estos casos se necesitará habilitar fases especiales de semáforos para ciclos, de tal manera que puedan ejecutar estas conexiones de forma segura. Se debe tener en consideración en las etapas de diseño que una ciclo-vía que esté fuera del acuerdo de circulación requerirá fases dedicadas en cada intersección, lo que reducirá la capacidad de la intersección y de la vialidad en general, al aumentar el tiempo total del ciclo completo.

Fase especial conexión ciclos

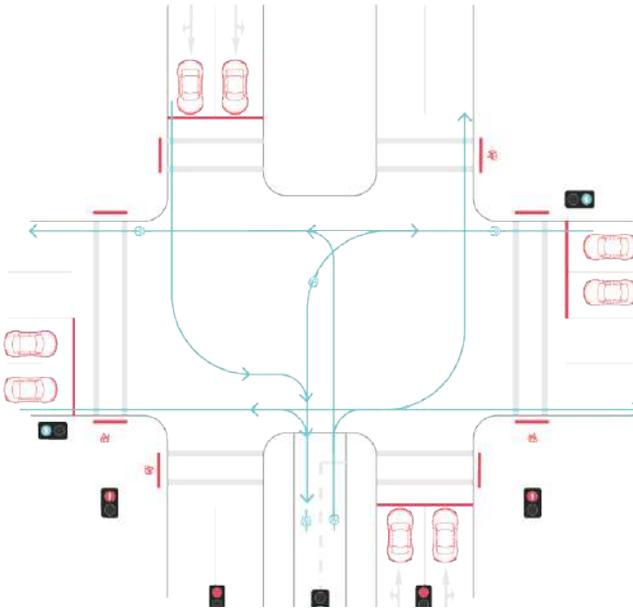


Figura 119. Ejemplo de fase especial dedicada a ciclos para habilitar conexiones en cabezales de ciclovías por bandejón. Fuente: Elaboración propia adaptado de Don't Give Up at the Intersection (p.33), por NACTO, 2019.

Semaforización y giros a la izquierda

En intersecciones no semaforizadas de vías bidireccionales de más de una pista por sentido se debe evitar los virajes de los vehículos motorizados a la izquierda. De ser necesario el viraje de vehículos motorizados, deberá ser justificado a nivel de conectividad de la red y se recomienda que la implementación de la maniobra sea mediante una gestión semaforizada de la intersección. De no ser posible

la semaforización se recomienda no habilitar el viraje izquierdo por el peligro de colisión frontal con ciclos o atropello de peatones.

Todo proyecto de semaforización debe contemplar el movimiento de los ciclos

Todos los proyectos de semaforización deben contemplar el movimiento que realizan los ciclos, ya sea que existan o no ciclovías. No obstante, si los movimientos

de los ciclos son coincidentes con los movimientos del resto de vehículos motorizados, esto no deberá señalarse gráficamente

No siempre se requiere implementar lámparas de ciclos en semáforos

Cuando los movimientos de ciclos y vehículos motorizados

sean exactamente iguales, o los movimientos de los ciclos no tengan entrecruzamiento con movimientos de vehículos motorizados en la misma fase, se podrá prescindir de implementar lámparas especiales de ciclos, previa validación de la UOCT.



Fotografía 22. Semáforo en centro de la capital. Fotografía: Sandra Aguilera Cortés

Los semáforos en las distintas etapas de un proyecto

1. Etapas iniciales de caracterización

En las etapas iniciales de planificación se caracterizan los arcos y nodos de la red. Los nodos pueden tener 3 tipos de gestión de la intersección:

- Regulado con Semáforo.
- ▲ Priorizado con señalización (PARE, Ceda el paso).
- No regulado.

Es útil en esta etapa categorizar los tipos de nodos para observar el tipo de conflicto y complejidad del nodo, porque permite a nivel macro observar el grado de complejidad que tiene la red.

2. Etapa de anteproyecto

En la etapa de anteproyecto se presenta un informe con los perfiles y nodos, en estos se informa, a nivel de mapa, la red con los nodos semaforizados que existen en el proyecto. Se describen en el informe a nivel esquemático de forma básica. Sin necesidad de presentar planos, si se deben presentar mapas esquemáticos con la red identificando arcos y nodos.

Para el nivel de anteproyecto, se debe presentar un mapa esquemático que identifique los nodos y las formas de gestión de la intersección. La categorización de nodos regulados con semáforos, priorizados con señalización o no regulados permite tener una vista macro de la complejidad de la red y evaluar alternativas.



- Semaforizado
- ▲ Con señalización (Ceda el paso o PARE)
- No regulado

Figura 120. Ejemplo de mapa de anteproyecto que identifica los tipos de nodos. Fuente: Elaboración propia.

3. Etapa de proyecto

En la etapa de proyecto, los nodos semaforizados se presentan a nivel de planta con un plano de catastro y otro de proyecto donde están identificados los postes y cabezales semaforizados con la siguiente leyenda de símbolos y colores:

○	Poste vehicular
○	Poste peatonal
●	Poste con brazo
□	Cámara UOCT
<hr/>	
→	Cabecal vehicular
└	Cabecal peatonal
—B	Cabecal para ciclos
—C	Botonera peatonal
<hr/>	
●	Elementos proyectados
●	Elementos existentes
●	Elementos para reubicar o retirar

Figura 121. Leyenda planos semáforos.
Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa, cada nodo semaforizado debe tener un esquema que detalle a nivel de planta la condición actual y proyectada del nodo, para esto se utilizan elementos de distintos colores, en negro los elementos existentes, en verde los elementos que deben ser reubicados o retirados y en color rojo los nuevos elementos proyectados usando la simbología.

Para el nivel de proyecto se debe presentar un plano de proyecto donde se identifique a nivel básico los elementos de los nodos semaforizados, como en la figura 123.

En este ejemplo se observa una intersección entre dos calles, una calle horizontal unidireccional que une los puntos BD y la calle vertical es bidireccional que une los puntos AC. En ambas calles se proyectan ciclovías representadas esquemáticamente en color azul. Y se han representado en color negro todos los elementos existentes y en rojo los proyectados a partir de la incorporación de las ciclovías.

Al incorporar las ciclovías se debe evaluar todas las combinaciones de movimientos de ciclos y vehículos, observando si existe o no conflicto respecto al semáforo existente.

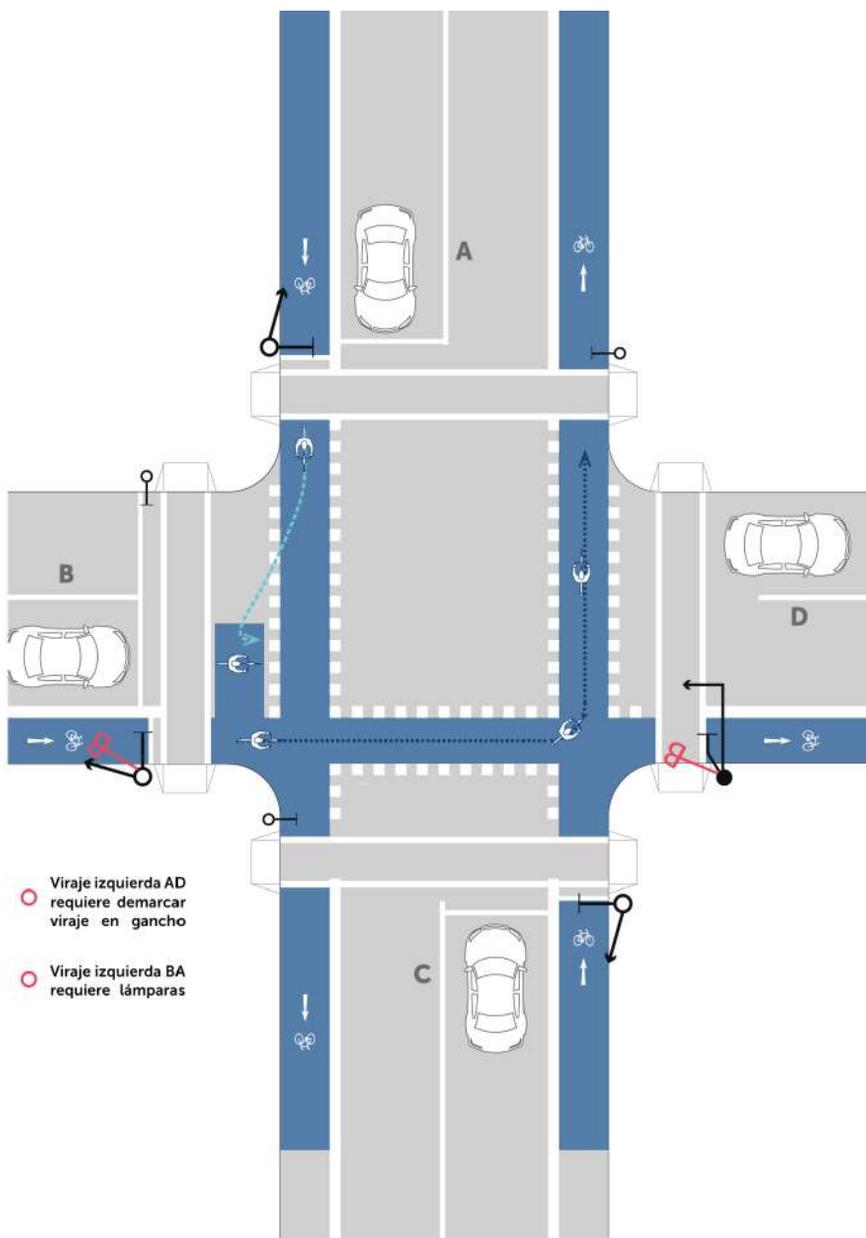


Figura 122. Esquema de intersección semaforizado. Fuente: Elaboración propia.

Movimiento	Condición	Posible solución	Medida
AB	No se habilita, es contra el tránsito		
AC	Semáforo existente L1 aborda correctamente el movimiento de ciclos		
AD	Existe espacio suficiente	Se vira con maniobra de gancho.	(1) Demarcar viraje en gancho
BC	Semáforo existente L1 aborda correctamente el movimiento de ciclos		
BD	Semáforo existente L1 aborda correctamente el movimiento de ciclos		
BA	El viraje izquierda de ciclos entra en conflicto con el movimiento directo de autos BD	Se debe separar movimiento ciclista BA del movimiento directo de autos BD	(2) Separar fase. O si existe espacio, implementar viraje en gancho
CD	Semáforo existente L1 aborda correctamente el movimiento de ciclos		
CA	Semáforo existente L1 aborda correctamente el movimiento de ciclos		
CB	No se habilita, es contra el tránsito		
DA	No se habilita, es contra el tránsito		
DB	No se habilita, es contra el tránsito		
DC	No se habilita, es contra el tránsito		

Tabla 21. Referencia para evaluar conflictos y requerimientos en intersecciones semaforizadas. Fuente: Elaboración propia.

Aunque la ley de tránsito (2007, art. 134) establece que los vehículos que viran pierden preferencia respecto a los que siguen derecho, se puede establecer opcionalmente instalar la señal RO-16 que informa "al virar preferencia ciclistas".

En caso que el movimiento de viraje a la derecha de autos sea muy alto, se pueden separar los movimientos de ciclos directo y autos virando a la derecha en 2 fases menores.

Se puede observar que incorporar ciclovías en ambas calles sólo requirió una pequeña modificación de la intersección semaforizada incorporando 2 lámparas de ciclos. En la forma tradicional, cada proyecto de ciclovía incorpora lámparas para ciclos en todos los postes, lo que incrementa innecesariamente el costo del proyecto.

Además, se puede observar que ambos virajes a la izquierda pueden tener soluciones alternativas o complementarias, con demarcación de viraje en gancho, o con semaforización. Cuando existe espacio suficiente para hacer viraje en gancho y este espacio es suficiente para la acumulación de

ciclos que viran, se recomienda utilizar la demarcación de viraje en gancho. En cambio, cuando no hay espacio para aplicar esta maniobra, se recomienda implementar el viraje utilizando semáforos.

4. Etapa de especialidades: Semaforización

Posterior a la aprobación del proyecto, en caso de que exista necesidad de modificar intersecciones semaforizadas se elaboran los proyectos de semaforización. Estos deben ser presentados para revisión y aprobación en UOCT. Los planos se realizan según las especificaciones técnicas para la instalación de semáforos de UOCT y deben incluir:

- Plano de semaforización.
- Diagrama de fases.
- Secuencia de fases.
- Cuadro de carga de alumbrado.
- Diagrama unilineal.
- Tabla de cálculo de potencia total instalada.
- Tabla de cálculo de demanda máxima.
- Tabla de dimensionamiento del controlador.
- Tabla de cableado.



Referencias bibliográficas

- Cook, S., Stevenson, L., Aldred, R., Kendall, M., Cohen, T. (2022). More than walking and cycling: What is 'active travel'?. *Transport Policy*, 126, 151-161.
- CROW, (2011). *Manual de diseño para el tráfico de bicicletas*. CROW.
- CROW, (2016). *Design Manual for Bicycle Traffic*. CROW.
- Cycle Highways Innovation for Smarter People Transport and Spatial planning, (2019). *The Cycle Highway Manual*.
- Decreto 47, Fija Nuevo Texto de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Abril 16, 1992, Diario Oficial [D.O] (Chile)
- Decreto 78, Aprueba Manual de Señalización de Tránsito, Abril 3, 2012, Diario Oficial [D.O] (Chile).
- Decreto Supremo N° 102, Reglamenta las Condiciones de Gestión y Seguridad de Tránsito de las Ciclovías y las Especificaciones Técnicas de los Elementos de Seguridad para los Ocupantes de los Ciclos y Deroga Decreto Supremo N°116, de 1988, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Noviembre 7, 2019, Diario Oficial [D.O] (Chile).
- DFL 1, Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley de Tránsito. Diciembre 27, 2007, Diario Oficial [D.O] (Chile)
- Federal Highway Administration. (2015). *Separated Bike Lane Planning and Design Guide*.
- Fitzpatrick, Kay ; Carlson, Paul ; Brewer, Marcus ; Wooldridge, Mark. (2001). *Design Factors That Affect Driver Speed on Suburban Streets*. *Transportation Research Record*, 1751(1), 18-25.
- GIZ-Ricardo (2022). *Guía técnica extendida para bahías de carga y descarga*. (1a ed.).
- Godley, S., Triggs, T., & Fildes, B. (2004). Perceptual lane width, wide perceptual road center markings and driving speeds. *Ergonomics*, 47, 237 - 256.

- Ma, Y., Zeng, Y., & Yang, X. (2010). Impact of Lane Width on Vehicle Speed of Urban Arterials. , 1844-1852.
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. (2022). Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible. (2a ed.).
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España. (2023). Guía de recomendaciones para el diseño de infraestructura ciclista.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2015). Vialidad Ciclo-inclusiva: Recomendaciones de Diseño. División de desarrollo urbano.
- NACTO (2019). Don't give up at the intersection. (1a ed.). NACTO.
- Sun, J., & Li, T. (2018). Relationship of Lane Width to Speed for Urban Expressway: A Case Study in Shanghai. , 1-6.



Más información en:
www.movilidadactiva.sectra.gob.cl

