

Guía de

ciclo-infraestructura

para ciudades colombianas







# Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas



PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA  
Juan Manuel Santos Calderón

VICEPRESIDENTE DE LA REPÚBLICA  
Germán Vargas Lleras

MINISTRA DE TRANSPORTE  
Natalia Abello Vives

VICEMINISTRO DE TRANSPORTE  
Enrique José Nates Guerra

VICEMINISTRO DE INFRAESTRUCTURA  
Iván Martínez Ibarra

DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA  
Carlos Sarabia Mancini

DIRECTOR DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE (E)  
Daniel Antonio Hinestrosa Grisales

COORDINADORA DE LA UNIDAD DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE  
Martha Rocío Caldas Niño

SECRETARIO GENERAL  
Pío Adolfo Bárcena Villareal

COMUNICACIONES Y PRENSA  
Christian Pardo Quinn  
Clara Teresa Jurado Sarmiento

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN  
Espacio (Coordinación editorial, diagramación inicial y borradores de diagramas).

Gea21 (ilustraciones técnicas)

Bicivilízate (diagramación final y diagramas y publicación)

ELEMENTOS GRÁFICOS Y TABLAS

Las fotografías, tablas, diagramas y planos de la guía fueron realizadas por el equipo Espacio-Gea21 excepto cuando se indican los nombres de fotógrafos o autores específicos en el pie de foto, tabla o figura.

Título: **Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas**

ISBN Impreso: 978-958-57674-8-5

ISBN Digital: 978-958-57674-9-2

### **Editores**

Carlosfelipe Pardo (Espacio)

Alfonso Sanz (Gea21)

### **Equipo de redacción**

Gea21: Alfonso Sanz, Christian Kisters, Marcos Montes

Espacio: Carlosfelipe Pardo, José Segundo López Valderrama, Laura Ome, Lina Marcela Quiñones, Catalina Duarte, Néstor Sáenz, Juan Manuel Prado, Julia Erlhofer y Alfredo García.

### **Equipo de proyecto**

Néstor Sáenz, Alfonso Sanz, Carlosfelipe Pardo, Christian Kisters, Marcos Montes, Adriana Hurtado, José Segundo López, Laura Ome, Lina Quiñones, Catalina Duarte, Juan Manuel Prado, Laura Villegas, Rashid Kairuz, Camila Rivera, Natalia Lleras, Claudio Olivares Medina.

### **Equipo Supervisor Ministerio de Transporte**

Martha Caldas, Coordinadora, UMUS

Juan Camilo Agudelo, Asesor, UMUS

Juan Pablo Pérez, Asesor, UMUS

### **La versión digital de esta publicación puede encontrarse en:**

[https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos\\_del\\_ministerio/Publicaciones](https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/Publicaciones)

### **Foto de portada:**

Luis Ponce, Pasto, Colombia.

### **Cita sugerida (formato APA 6):**

Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. (C. Pardo & A. Sanz, Eds.). Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia.

**Bogotá, Colombia - 2016**



## Actores nacionales consultados

Esta guía fue desarrollada con varias actividades donde participaron un sinnúmero de expertos, funcionarios y ciudadanos a nivel nacional, tanto en consultas individuales durante visitas de campo como talleres de consulta a usuarios y a expertos. El anexo a esta guía presenta una lista completa de todas las personas que participaron en cada escenario. A continuación, se mencionan en orden alfabético quienes participaron más activamente (en reuniones o enviaron retroalimentación escrita).

- » Adriana Paola Sarmiento Hernández, Departamento Nacional de Planeación.
- » Alejandra María Álvarez Orrego, AMVA
- » Alejandro Padilla, Bicichía
- » Alejandro Santana, Secretaría de Tránsito de Chía
- » Alexander Grigorievich Nizhelski, Gerencia de Movilidad de Medellín
- » Andrés Guevara, Secretaría de Movilidad de Bogotá
- » Carlos A Torres, Ministerio de Transporte
- » Carlos Montoya, Secretario de Planeación de Montería
- » Carlos Ríos, Secretaría de Infraestructura Física, Medellín
- » Carolina Lugo, Bivicilízate Pasto
- » Cindy Cristancho, Bikennedy
- » Clara Maritza Riveros, Secretaria de Tránsito y Transporte de Chía
- » Claudia Díaz Acosta, USAID
- » Daniel Alejandro Pérez-Rodríguez, Y4PT-UITP
- » Deyanira Ávila, Secretaría de Movilidad de Bogotá
- » Dilia Prieto, colectivo Biciescuela
- » Eduardo Cobo Plata, Cicloamigos Cali
- » Esperanza Forero, Secretaria de Planeación de Palmira
- » Gerardo Ávila R., Ministerio de Transporte
- » Héctor Fabio Cordero, Secretario de Tránsito de Montería
- » Hely Martinez, Secretaría de Movilidad de Palmira
- » Henry Martin Uribe, Secretaría de Movilidad de Bogotá
- » Iván Darío Piedrahita, Ministerio de Transporte
- » Jesús David Acero, Secretaría de Movilidad de Bogotá
- » Johnnel Rodriguez, Secretaría de Planeación de Montería
- » Johnny López, Bloomberg Philanthropies
- » Jorge Chasqui, Pandebono Raiders Cru, Palmira
- » Jorge Iván Ballesteros, EnCicla, AMVA
- » Juan Camilo Agudelo, Ministerio de Transporte
- » Juan Carlos Regino, Los poderosos Nonis, Montería
- » Juan Guillermo Orozco, Secretaría de Infraestructura Física, Medellín
- » Juan Pablo Ospina, EAFIT
- » Laura Andrea Salazar Correa, BiciRed Colombia
- » Laura Bahamón, IDU, Bogotá
- » Lina Loaiza, ENCicla, AMVA
- » Lina Moreno, programa "Palmira vamos en bici"
- » Lucy Molano Rodríguez, IDU, Bogotá
- » Luis Eduardo González, Secretaría de Movilidad de Bogotá
- » Manuel Londoño, Arquitecto, AMVA
- » María Constanza García, Secretaria de Movilidad de Bogotá
- » María Fernanda López, Secretaría de Tránsito de Montería
- » María Fernanda Ramírez, Escuela Colombiana de Ingeniería
- » Mauricio Mesa, Siclas Medellín
- » Mónica Dávila, Colectivo Nosotras Pedaleamos
- » Nataly Estrada, Arquitecta, AMVA
- » Nicolás Téllez, Bikennedy
- » Patricia Calderón, GIZ
- » Raúl Ramos Guerrero, Montería Amable
- » Rodrigo Díaz, Secretario de Desarrollo de Palmira
- » Rosiris Viana, Bicired Atlántico
- » Sebastián Velázquez, USAID
- » Vivian Campos, Bicichía
- » William Vallejo, Asesor, IDU, Bogotá

## Expertos internacionales consultados

- » Alexander Hunger, DIFU, Berlín, ADFC (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club Berlín), Berlín (Alemania)
- » Andrés Valderrama, Universidad de Aalborg, Copenhague (Dinamarca)
- » Anne Eriksson, The Danish Road Directorate, Copenhague (Dinamarca)
- » Anne Katrine Harders, Universidad de Aalborg, Copenhague (Dinamarca)
- » Carsten Wass, Copenhague (Dinamarca)
- » Claudio Olivares Medina, Bicivilízate, Santiago (Chile)
- » Esther Anaya, investigadora del Imperial College de Londres (Reino Unido)
- » Jose Lobo, Transporte Ativo, Rio de Janeiro (Brasil)
- » Kiki Lambert, Directora, "Mieux se Déplacer à Bicyclette", París (Francia)
- » Klaus Bondam, Director de Federación Danesa de Ciclismo, Copenhague (Dinamarca)
- » Lotte Bech, Urban Cycle Planning, Copenhague (Dinamarca)
- » Marie Kåstrup, Municipalidad de Copenhague (Dinamarca)
- » Mariel Figueroa, Mi Bici Tu Bici, Rosario (Argentina)
- » Pablo Celis, director del proyecto sobre bicicletas, Aarhus (Dinamarca)
- » Pierre Toulouse, Adjoint du Coordonnateur Interministériel pour le Développement de l'Usage du Vélo, París (Francia)
- » Roland Jannermann, Senate Department for Urban Development and the Environment, Berlín (Alemania)
- » Sebastian Buhrmann, German Bicycle Academy, Berlín (Alemania)
- » Sofie Kvist, Arquitecta y Project manager en Gehl Architects, Copenhague (Dinamarca)



*Dedicado a todas las personas que quieren fomentar  
el uso de la bicicleta en ciudades colombianas.*

*En memoria de César Ricardo Criollo Preciado  
y todos aquellos que han fallecido en su bicicleta  
y por quienes siempre seguiremos mejorando  
las condiciones para ciclistas en el país.*





# Prefacio



**D**esde hace más de un siglo los colombianos han utilizado la bicicleta como medio de transporte. Este vehículo se ha convertido en un medio de recreación y, con el paso del tiempo, en un modo para apropiarse de los diferentes espacios rurales y urbanos. Su papel como medio de transporte ha sido fundamental para mejorar el acceso al trabajo, la educación, los bienes y servicios e incluso ha representado la gloria en la élite del deporte mundial.

De igual manera, el desarrollo de las ciudades hoy por hoy supone grandes retos: Atender las necesidades de movilidad segura y eficiente de las personas, los bienes y los suministros; disminuir las emisiones de gases efecto invernadero; cambiar los métodos de suministro de energía; incentivar la movilidad activa como método de disminución de riesgos asociados al sedentarismo, entre otras.

El Ministerio de Transporte, consciente de todos estos retos y de las necesidades de fomentar una movilidad sostenible, de invertir eficientemente los recursos, de potencializar los viajes en modos no motorizados y asegurar el bienestar y la vida de los ciclistas y actores de la vía, ha iniciado un proyecto integral de promoción de modos activos de movilización, cuyo pilar fundamental es la construcción y la implementación de una infraestructura segura, eficiente y comfortable para usuarios de la bicicleta.

La importancia de generar infraestructura de alta calidad para todos los modos de transporte es una prioridad del Gobierno Nacional, también porque le damos gran importancia a la mitigación y adaptación al cambio climático como ya lo ha expresado el Ministerio a través del Plan de Acción de Mitigación Sectorial (PAS); plan mediante el cual se realizan proyectos para contribuir a mejorar la calidad del aire de nuestras ciudades. El PAS incluye varias líneas de acción, entre ellas mejorar la sostenibilidad del Transporte Público, apoyar a la política nacional logística, promover el uso de modos alternativos de transporte de carga y pasajeros, especialmente en vehículos no motorizados o con bajas emisiones.

Con el fin de apoyar la construcción de una gran red nacional de infraestructura ciclista, como parte de un sistema nacional de movilidad sostenible, el Ministerio de Transporte elaboró la 'Guía de Ciclo-Infraestructura para Ciudades Colombianas', con el apoyo de expertos de nivel nacional e internacional. Se realizó una investigación profunda con usuarios, iniciativas y colectivos ciudadanos, funcionarios y expertos en varias ciudades colombianas a través de distintos talleres y actividades de consulta.

La presente Guía es una hoja de ruta que servirá para consolidar los esfuerzos de la ciudadanía, los municipios, los departamentos y la Nación por construir ciudades y regiones más saludables, sostenibles y seguras. Sin lugar a dudas, la bicicleta es una de las más equitativas formas de moverse, es un vehículo con espíritu social.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Natalia Abello Vives', written over a light blue horizontal line.

**NATALIA ABELLO VIVES**  
**MINISTRA DE TRANSPORTE**  
**REPÚBLICA DE COLOMBIA**

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>17</b>
La necesidad de una guía de ciclo-infraestructura	19
El marco político y normativo	20
Para qué sirve la guía	20
Para quién es esta guía	21
Lo que la guía no incluye	22
El proceso de redacción	23
<b>1 Políticas de movilidad urbana ciclo-inclusiva</b>	<b>29</b>
1.1 Qué es una ciudad ciclo-inclusiva y qué retos afronta	29
1.2 Componentes de una política ciclo-inclusiva	32
1.3 Aportes clave de las políticas ciclo-inclusivas	33
1.4 Participación en desarrollo de políticas ciclo-inclusivas	40
1.4 Documentos y ejemplos relevantes de participación en Colombia	42
1.5 Monitoreo de políticas ciclo-inclusivas	45
<b>2 Fundamentos de la ciclo-infraestructura</b>	<b>49</b>
2.1 Terminología	49
2.2 Normas relacionadas con el desarrollo de ciclorredes	52
2.3 Reflexiones previas sobre las ciclorredes	56
2.4 La planificación de ciclorredes	61
2.5 Ciclorredes y transporte público	69
<b>3 Diseño de la ciclo-infraestructura</b>	<b>75</b>
3.1 Las tipologías de vías ciclistas y vías ciclo-adaptadas	75
3.2Cuál es la mejor ciclo-infraestructura	84
3.3 Parámetros de diseño	93
3.4 La infraestructura interurbana	110
3.5 Soluciones singulares	116
3.6 Tipos de pavimento y de superficie	121
3.7 Diseño de intersecciones	125
3.8 Costos de los elementos de ciclo-infraestructura. Orden de magnitudes	141
<b>4 Aspectos complementarios del diseño de ciclorredes</b>	<b>147</b>
4.1 Señalización	147
4.2 Elementos de demarcación, de segregación física y de protección	163
4.3 Elementos para el calmado del tránsito	167
4.4 Alumbrado	173
4.5 Arborización y emperadización	177
4.6 Estacionamiento de bicicletas	178
4.7 Intermodalidad bicicleta-transporte público	195
4.8 Intervenciones de bajo costo	197
<b>5 Educación y promoción</b>	<b>207</b>
5.1 Formación vial y educación para la movilidad sostenible	207
5.2 Promoción del uso de la bicicleta	215
<b>6 Referencias</b>	<b>223</b>



# Introducción

2-B - EL TIEMPO - MIÉRCOLES 15 DE JULIO DE 1987

# Escuelas de Ciclismo



Federación Colombiana de Ciclismo - Diagonal 109 No. 15-35 Tel: 2143234

## DESARROLLAN Y ORIENTAN A LA JUVENTUD

- Deporte, convivencia, amistad, recreatividad, conocimiento de las posibilidades de ciclismo como cauce de una formación completa.
- Campeonato Cedepe-Escuelas de Ciclismo
- II Encuentros Nacionales de Escuelas de Ciclismo.

## EL TIEMPO




Stephan Roche y Luis Herrera, dos de los grandes protagonistas del Tour, marchan codo a codo durante la decimocuarta etapa de la Vuelta a Francia que ayer llegó a Luz Ardiden, con el triunfo del noruego Otto Luritzzen.

# La maldición de los Pirineos

**Por José Cioptofsky L.**  
Especialista de EL TIEMPO

LUZ ARDIDEN, 14. — Algún misterio deben esconder estos despeñaderos de los Pirineos, porque la verdad es que en cinco vueltas al Tour de Francia, Colombia nunca ha podido lograr en sus cumbres una victoria. Ni tampoco, en sus travesías con llegadas en las tantas ciudades que tiene en sus faldas.

En 1983, entre Pau y Luchon, Patricinio Jiménez desbarató la carrera pero fue Robert Millar el ganador de la jornada.

En 1984, se corrió de Pau a Guzet Neige, donde precisamente el equipo colombiano estuvo concentrado. Aunque pareciera mentira, volvió a ganarlos Robert Millar.

En el 85 hubo dos jornadas a que nos trajó a este mismo sitio y al otro día la subida al Aubisque, en ambas nos derrotaron. Delgado en Luz y Roche en el Aubisque.

El año pasado, la historia se repitió. Sobre el recorrido de Bayona a Pau, hecho ayer, ganó Delgado y entre Pau y Superbagneres el vencedor resultó ser el posterior campeón del Tour, Greg Lemond.

Entre Delgado y Millar se reparten las coronas de esta cordillera, mientras que Colombia por diversos motivos, arrastra siempre con la derrota.

Dos veces por la misma causa. Yendo hacia Guzet-Neige, como hoy subiendo a Luz Ardiden, el ataque de Herrera fue tardío y perdimos por cincuenta metros.

En el 83, bajando dejaron a troceno rezagado, el año pasado Luchon conoció su gran era y víctima de calambrés y cuando carrera llegó a este Puerto, el año se hizo a una gran victima prefabricada por su entonces compañero, Pello Ruiz Caballero y luego de una larga fuga, lo que hoy con Luritzzen.

Esta es pues una montaña para los trepadores colombianos cuyos ascensos no como el éxito en cinco años, lo que y una larga sucesión de coincidencias. Hay que anotar en cambio que los Alpes nos han dado las victorias de etapa que se han obtenido: tres de Luchó y una de Parra, dos de ellas en Huez, o en Saint Etienne y de la Parra Lans en Vercors.

Es extraño también que, los Pirineos menos empinados y brecceros más redondos, son parecidos a las de los Andes y lo tanto, deberían adaptarse mejor a sus calidades y entornos. Pero sucede lo contrario: el trillado con más facilidad en los Alpes, más verticales, de carreteras con virajes mucho más bruscos y cumbres más elevadas, condiciones muy distintas a las que conocen en su tierra.

Para corroborar que qué haya hombres especialistas en un tipo de cordillera, basta con decir que escaladores reconocidos como Millar y Delgado nunca han ganado en los Alpes.

Y para consolarlos, digan entonces que vamos para esas montañas.

### En la montaña

# Herrera destronó a Alcalá



dades que en principio se le dieron como aspirante al preciado galardón, que de conseguirlo lo usaría como el más soberbio corredor en la temporada del 87, después de haber ganado en España.

Lo hecho por los colombianos en estas dos últimas jornadas, no sólo le imprimió un ritmo frenético al Tour sino que le dio un vuelco total a sus clasificaciones y también a las de muchos otros pedalistas.

Ayer Herrera perdió la etapa por poco y hoy por mucho menos: seis segundos, algo así como 40 o 50 metros. Se dice que fallaron unos 200 para ser el primero porque llegó embalsado. Tal vez su ataque fue un poco tardío, pero de todas maneras le rindió los frutos que esperaba.

Como si fuera poco, Herrera redondeó la fantástica jornada apoderándose del liderato de los premios de montaña, arrebatándole la camiseta de pepas rojas al mexicano Raúl Alcalá. Un error en los cómputos hizo que al final

de la etapa el distintivo de la especialidad se lo dieron al mexicano.

Además, Herrera condujo a su equipo, Café de Colombia, al triunfo parcial en la etapa, lo que le valió ascender a la décima casilla en la general de esta modalidad.

Pero hablemos también de Pablo Wilches, otro colombiano que viene haciendo historia en el Tour. Wilches se ubicó sexto en la clasificación general, a 542 del líder Motte y con ventaja de 2:52 sobre Luchó Herrera.

Esta figuración de Pablo Wilches es la mejor que un colombiano haya logrado en las posiciones individuales generales a lo largo de las cinco participaciones que nuestro país tiene en el Tour. Hoy entró de cuarto en la etapa, a 52 segundos del vencedor.

Y como si todo lo anterior no fuera suficiente, el novato colombiano Alberto Camargo, también de Postobón, viene convirtiéndose en la sensación de la carrera. Sin embargo, preocupa la tendinitis que lo afecta —desde el día anterior— en su pie derecho.



Foto 1. El ciclismo ha sido históricamente un elemento central de la sociedad colombiana. Foto: El Tiempo (1987)

# Introducción

*“En distintos lugares de la ciudad —y especialmente en Chapinero— docenas de bicicletas se ven recostadas contra el andén, mientras sus conductores escuchan los pormenores de la Vuelta a Colombia en el almacén de la esquina. Al concluir la etapa, esos ciclistas urbanos, entusiasmados por las emocionantes narraciones radiales de la competencia, se lanzan a las calles convencidos de que son una segunda edición corregida y aumentada de Ramón Hoyos.”*

**GABRIEL GARCÍA MÁRQUEZ (1955)**

**L**a bicicleta es un ícono en Colombia. Es un país donde las bicicletas han sido utilizadas para fines recreativos, de deporte y de transporte desde hace más de un siglo; y al que han dado gloria y buen nombre internacional, por sus triunfos en competencias de ciclismo y, también, por las ciclovías recreativas, que tuvieron aquí su cuna. Después de su expansión para fines eminentemente recreativos a finales del siglo XIX, su utilización como transporte se consolidó en la primera mitad del siglo XX. Posteriormente, la extensión del uso de vehículos motorizados fue arrinconándola, de manera que, hacia el final del siglo pasado, su empleo para los desplazamientos se circunscribía, sobre todo, a segmentos de la población de bajos ingresos o dedicada a determinados trabajos como vigilantes, jardineros, constructores, recicladores de basura o para ventas ambulantes. La imagen de la bicicleta se vinculó así al deporte y a la pobreza, al juego infantil o a la falta de recursos para alcanzar la ansiada motorización.

Sin embargo, en la última década del siglo XX algunos grupos sociales empezaron a reclamar la consideración de la bicicleta como medio de transporte idóneo para las ciudades, realizándose manifestaciones, eventos y publicaciones con ese motivo. La recuperación del uso cotidiano de la bicicleta se asoció entonces a los desafíos ambientales y sociales que afrontaba la sociedad colombiana; a la contaminación, el cambio climático y la equidad en los desplazamientos.



Foto 2. La bicicleta en Colombia como recreación, deporte (Foto izquierda: Fernando Caro Tanco, Ciclovía Bogotá 1974) y en la vida cotidiana (foto derecha: Chía)

Ese cambio de discurso hacia el uso cotidiano se retroalimentó y sigue retroalimentándose con el éxito de las ciclovías recreativas, dominicales y nocturnas<sup>1</sup>. Y, también, a partir de la década de 1980, por la resonancia masiva del deporte ciclista, impulsada por los éxitos de los deportistas nacionales (Vuelta a Colombia) como internacionales (Tour de Francia, Vuelta a España).

Poco a poco, el nuevo discurso urbanístico, social y ambiental fue traduciéndose en actuaciones de promoción del uso cotidiano de la bicicleta y, también, en la creación de ciclo-infraestructura, de manera que en muchas ciudades colombianas se está extendiendo la movilidad ciclista. Sin embargo, en otras ciudades en las que la bicicleta no había llegado a perder un importante papel como medio de transporte, debido a una motorización menos elevada, su uso cotidiano sigue hoy en declive. Los estratos de población de menores ingresos tienden a abandonar la bicicleta al incrementar su capacidad adquisitiva, pasándose a la motocicleta o al automóvil.



Foto 3. Revista de promoción de la bicicleta en 1995.  
Fuente: Revista La Bicicleta, Cali.



Foto 4. Ciclovía recreativa en Barranquilla. Fuente Alcaldía de Barranquilla

<sup>1</sup> En la actualidad, se estima una asistencia promedio de un millón cuatrocientas mil personas a las ciclovías de Bogotá, cada domingo y festivo (IDRD, 2015)

En ese contexto, de mejora de la movilidad ciclista en algunas ciudades y de pérdida de uso en otras, la infraestructura juega un papel esencial, contribuyendo, si está bien diseñada y construida, a generar una mayor legitimidad de este medio de transporte. Sin embargo, los resultados obtenidos a partir de esa implementación no siempre han sido óptimos. El análisis de varias ciudades, realizado como paso previo a la redacción de esta guía, ha mostrado que la planificación y el diseño de esta infraestructura no siempre han estado bien fundamentados técnicamente, ni se han adaptado lo suficiente a las exigencias de cada lugar o a la cultura de la movilidad propia de las ciudades colombianas. Se puede incluso apreciar que la implantación de ciclo-infraestructura de bajos estándares de calidad ha podido llegar a ser una medida contraproducente para la imagen y el uso de la bicicleta en algunos lugares.

Además, el incremento reciente de la motorización (véase Acevedo et al., 2010), del uso intensivo de vehículos motorizados y de la construcción de infraestructura para dichos vehículos, han tenido un resultado negativo para la movilidad ciclista mucho más potente que el impulso positivo generado por la ciclo-infraestructura o la nueva conciencia sobre la utilidad de la bicicleta.

Otro factor que ha impactado negativamente en el desarrollo de la ciclo-infraestructura es la carencia de coordinación entre las distintas dependencias de la administración pública, lo que conduce a no aprovechar oportunidades y compartir conocimientos al servicio de la política pública de la bicicleta.

## LA NECESIDAD DE UNA GUÍA DE CICLO-INFRAESTRUCTURA

Antes de esta guía no ha habido ninguna iniciativa nacional para definir con precisión los lineamientos de diseño e implementación de infraestructura para bicicletas en el país, ni para establecer las condiciones bajo las cuales se deberían desarrollar. Por ello, la Unidad de Movilidad Urbana Sostenible (financiada por el Banco Mundial), adscrita a la Dirección de Transporte y Tránsito del Ministerio de Transporte, encargada entre otras funciones de hacer del acompañamiento y planeación urbana en el desarrollo de políticas e instrumentos orientados al transporte sostenible, tomó la decisión de elaborarla.

Una de las preocupaciones del Ministerio de Transporte al respecto es que varios municipios del país utilizan lineamientos de diseño generados en otras ciudades sin tener en cuenta sus diferencias de tamaño, contexto geográfico y condiciones específicas. No se trata tanto de un problema de homogeneidad de la ciclo-infraestructura en todas las ciudades colombianas, sino de la falta de idoneidad de algunos lineamientos locales para su aplicación generalizada. Por ello, se consideró prioritario contar con esquemas básicos de construcción e implementación de infraestructura a tener en cuenta por parte de las administraciones locales.

Al encargar la redacción de la presente guía, otro propósito del Ministerio de Transporte era acompañar el proceso de renovación de la normativa aplicable al uso de la bicicleta, por ejemplo, a través de la señalización vial.

Por último, se consideró de gran importancia que el proceso de redacción de la guía también sirviera para extender la participación y el debate técnico entre los funcionarios y profesionales que están desarrollando ciclo-infraestructura. Se concibe así la guía como una herramienta viva, capaz de seguir creciendo en el futuro a través de la continuación de esos debates técnicos y del aprendizaje mutuo que se deriva de compartir las experiencias locales.

## EL MARCO POLÍTICO Y NORMATIVO

El momento para la redacción de la guía es, además, de gran oportunidad, tanto en el plano de las políticas públicas, como en el normativo. En efecto, el Gobierno Nacional incluyó por primera vez a la bicicleta de manera explícita en un plan de gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Ley 1753 de 2015 Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 Todos por un nuevo País, 2015)<sup>2</sup>, tanto en su documento de Bases como en el articulado de la Ley en los siguientes artículos:

- » Financiación de sistemas de transporte público: se pueden realizar inversiones soportadas en “estrategias de articulación y fomento de la movilidad en medios no motorizados” (Artículo 31).
- » Apoyo a los sistemas de transporte: se pueden apoyar las soluciones de transporte público de pasajeros con “acciones orientadas a incrementar y regular el uso de modos no motorizados y de energías limpias (entendidos como el viaje a pie, bicicleta o tricimóvil, entre otros), integración con otros modos y modalidades, especialmente en zonas de última milla” (Artículo 32).
- » Estímulos para el uso de la bicicleta y los tricimóviles no motorizados para lo cual el Ministerio de Transporte “realizará acciones tendientes a promover el uso de modos no motorizados y tecnologías limpias, tales como bicicleta, tricimóviles y transporte peatonal en todo el territorio nacional” (Artículo 204). El mismo artículo establece que el Ministerio de Transporte diseñará, en el plazo no mayor de dos años, “una metodología para incluir en los futuros proyectos de interconexión vial las condiciones en las que debe incluirse infraestructura segregada (ciclorrutas o ciclobanda) en zonas de alto flujo de ciclistas en entornos intermunicipales, ingresos a grandes ciudades, contornos o variantes urbanas, zonas de alta velocidad o de alto volumen de tráfico.

En cuanto al marco normativo, hay que destacar la publicación en 2015 del Manual de Señalización Vial (Ministerio de Transporte, 2015), consecuente con el Plan Nacional de Seguridad Vial (2013-2021) (Ministerio de Transporte, 2014). El manual pretende, como su subtítulo indica, establecer dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia.

## PARA QUÉ SIRVE LA GUÍA

Esta guía presenta recomendaciones de diseño de infraestructura para incluir a las bicicletas de manera adecuada en las políticas urbanas y facilitar el desplazamiento equitativo, seguro y eficiente en ese modo de transporte. Al reconocer las diferentes condiciones urbanísticas, topográficas, climáticas o culturales de las ciudades colombianas, la guía no busca dar soluciones definitivas,<sup>9</sup> sino ofrecer recomendaciones y lineamientos para que cada lugar decida cuál es la mejor manera de desarrollar su ciclo-infraestructura.

En ese sentido, los propósitos de esta guía son:

- 1 Dar claridad sobre los lineamientos de diseño que se deben tener en cuenta para incluir a la bicicleta en las ciudades, áreas metropolitanas y peri-urbanas colombianas;
- 2 Proporcionar soluciones tipo de diseño que puedan ser adaptadas para cada contexto específico;

<sup>2</sup> La Ley 1083 de 2006 también ya había indicado la necesidad de tener movilidad sostenible y la multimodalidad como una buena práctica.

- 3 Entregar herramientas para decisiones sobre segregación, prelación y otros aspectos concretos de implementación de infraestructura para bicicletas;
- 4 Dar ejemplos implementados en ciudades colombianas para mejorar las condiciones de la circulación de bicicletas;
- 5 Proporcionar los elementos técnicos necesarios para dimensionar el costo y los procesos de planificación y diseño de infraestructura para bicicletas en ciudades colombianas;
- 6 Dar lineamientos básicos de integración de la bicicleta (y otros servicios asociados) al transporte público y al entorno urbano;
- 7 Presentar ejemplos y sugerencias para el desarrollo de estrategias de promoción de la bicicleta en ciudades colombianas;
- 8 Apoyar el proceso de mejoramiento de la capacidad técnica de las ciudades mediante la divulgación de la guía.

## PARA QUIÉN ES ESTA GUÍA

La guía está orientada a tres tipos de público:

- » Planificadores urbanos que estén a cargo de la implementación de políticas ciclo-inclusivas;
- » Compañías y personas con interés en diseñar y construir componentes de infraestructura para bicicletas en ciudades colombianas, su promoción y monitoreo;
- » Ciudadanía interesada en conocer los lineamientos básicos de diseño de infraestructura para bicicletas y cómo participar en su desarrollo.

De esta manera, la guía puede ser utilizada por diferentes personas según su perfil e interés, la Tabla 1 presenta unas indicaciones generales para orientarse.

Tabla 1. Orientación de lectura de la guía según interés

SI USTED TIENE INTERÉS EN:	CONCÉNTRESE EN:
Aprender sobre políticas ciclo-inclusivas en general	Capítulos 1 y 2
Diseño e implementación de ciclo-infraestructura	Capítulos 2, 3 y 4 y anexos
Aspectos sociales y activismo (educación, participación, promoción)	Capítulos 2 y 5
Monitoreo de políticas de ciclo-inclusión	Capítulos 1, 2

## LO QUE LA GUÍA NO INCLUYE

Como cualquier documento, hay aspectos que se escapan del alcance de esta guía y que están mejor cubiertos en otras publicaciones. En particular, esta guía no contiene:

- » Planos detallados de diseño: aunque presenta algunos planos ejemplificando soluciones, cada ciudad debe desarrollar un estudio específico basado en levantamientos topográficos con todos los requerimientos técnicos, de señalización, normativos, ambientales y de articulación con la malla vial.
- » Estándares de diseño: esta guía no pretende ser de obligatorio cumplimiento sino un compendio de recomendaciones y lineamientos de buenas prácticas basadas en experiencias exitosas nacionales e internacionales. Para profundizar en estándares detallados de diseño se recomienda consultar las guías referenciadas en el Anexo de esta guía, y principalmente las publicadas en México (ITDP México & I-CE, 2011), Estados Unidos (NACTO, 2014), Alemania (Haase, 2012), Dinamarca (Celis Consult, 2014) y Holanda (CROW, 2007).
- » Guía de usuario: esta guía no está pensada para facilitar el uso individual de la bicicleta o describir qué accesorios utilizar ni las recomendaciones de circulación. Al respecto se recomienda consultar las guías de usuario desarrolladas por varias ciudades como Bogotá (Secretaría Distrital de Movilidad, 2014), Medellín (Alcaldía de Medellín, 2013) y otras de América Latina como Buenos Aires (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2013).
- » Recomendaciones de financiación: esta guía proporciona costos unitarios y elementos de juicio para tomar decisiones económicas, pero no profundiza con respecto a las mejores maneras de financiar esta infraestructura. Al respecto se recomienda consultar documentos que profundizan el tema de financiación en transporte sostenible (Agence Française de Développement & Soumerou, 2010; GIZ, 2011).
- » Estructura institucional: esta guía no describe de manera detallada las características y requerimientos organizacionales de una estructura institucional adecuada para llevar adelante una política ciclo-inclusiva. Para esto se remite al lector a documentos que tienen este fin, que generalmente se han publicado en países europeos (Bautz, 2011; Federal Ministry of Transport, 2012; Hook, 2004; Pettinga et al., 2009; The Technical and Environmental Administration, 2011).
- » Manual de servicios y operación: aunque la guía proporciona indicaciones para el establecimiento de algunos servicios como bicicletas públicas o estacionamientos, no proporciona elementos detallados para su operación. Para este objetivo se recomienda consultar documentos con detalles sobre estos temas (Anaya & Castro, 2011; Dhingra & Kodukula, S., 2010; Ferrando, Anaya, González, & Sterbova, 2009; Gauthier et al., 2014; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007; Pardo et al., 2010; Pardo, Caviades, & Calderón Peña, 2013).

## EL PROCESO DE REDACCIÓN



Figura 1. Proceso de adaptación de contenidos, información de visitas y consultas con expertos

En coherencia con los objetivos de la guía presentados anteriormente, su elaboración ha seguido un procedimiento de retroalimentación en el que el equipo redactor ha recibido la ayuda de un conjunto de actores de la ciclo-inclusión: el Ministerio de Transporte, las ciudades colombianas, profesionales de diseño y planificación y la ciudadanía. Se describen brevemente a continuación los pasos dados en ese proceso de retroalimentación, mientras que su detalle está disponible en los informes de la consultoría que se realizó para el desarrollo de esta guía.

- » **Diagnóstico documental.** Revisión bibliográfica nacional e internacional y evaluación de su utilidad para esta guía
- » **Valoración de ciudades colombianas.** Análisis de la ciclo-infraestructura realizadas en cinco ciudades de Colombia, buscando la mayor amplitud posible de condiciones urbanísticas, topográficas y socio-económicas. También incluyó una consulta con actores clave y recopilación de información local sobre el uso de la bicicleta.
- » **Valoración de ciudades internacionales.** Mediante visitas, entrevistas en profundidad a personas expertas y recopilación de información en Barcelona, París, Berlín y Copenhague.



Foto 5. Algunos de los documentos consultados para elaborar esta guía

- » **Redacción de un borrador de la guía.** Aprovechando el conocimiento previo, se preparó una primera versión del documento completo

- » **Consulta de actores clave.** El borrador fue sometido a revisión por parte de personas involucradas en la ciclo-inclusión, desde las que coordinaron el proyecto en el Ministerio de Transporte, hasta los representantes de las ciudades, expertos académicos, profesionales locales, internacionales y ciudadanía.



Foto 6. Trabajo de campo en Palmira



Foto 7. Se visitaron cuatro ciudades internacionales para valorar sus condiciones de ciclo-inclusión

Todo ese proceso de elaboración puede describirse como un viaje de ideas y conceptos desde la actual Dinamarca ciclista hasta la futura Colombia (“Cundinamarca” en el adagio popular) ciclo-inclusiva. Un proceso mediante el cual se hizo un esfuerzo por reconocer los elementos relevantes de cada experiencia exterior y encontrar la mejor manera de adaptarlos (o de desecharlos) al definir herramientas para el contexto colombiano.

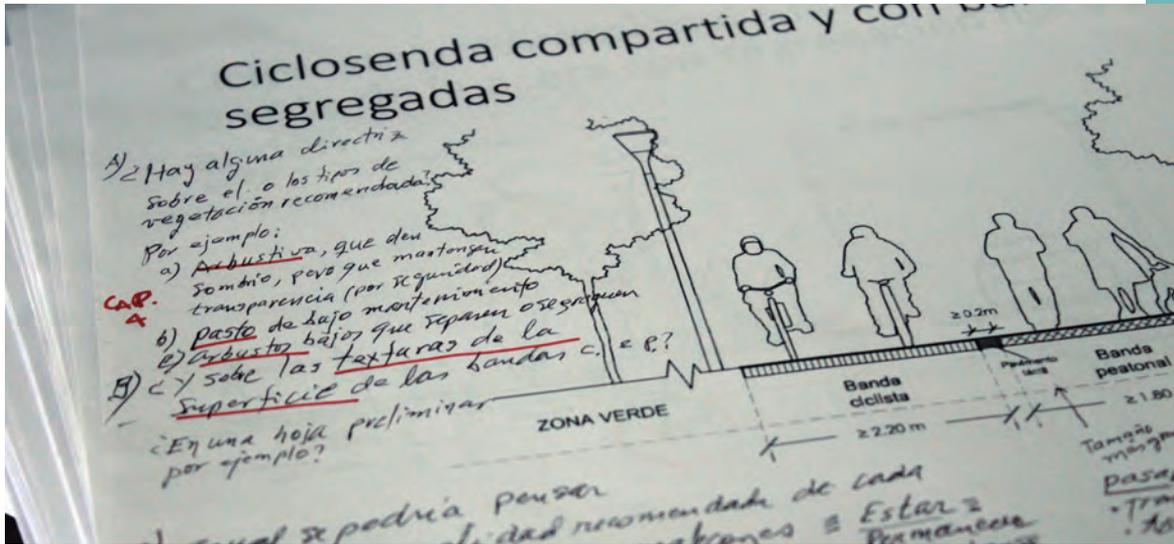


Foto 8. Proceso de revisión de borrador de la guía



Foto 9. Sesiones de discusión con actores clave para consultar el contenido de la guía



CAPÍTULO 1

# Políticas de movilidad urbana ciclo-inclusiva



Foto 10. El uso extensivo de la bicicleta en algunas ciudades es propicio para la ciclo-inclusión. Chía.

# 1 Políticas de movilidad urbana ciclo-inclusiva

*“En el mismo momento en que la urbanización del mundo condena a que el sueño rural se refugie en el cliché de la naturaleza acondicionada (los parques naturales) o en los simulacros de la naturaleza imaginada (los parques de diversiones), el milagro del ciclismo devuelve a la ciudad su carácter de tierra de aventura o, al menos, de travesía”*

**MARC AUGÉ, ELOGIO DE LA BICICLETA (2009).**

## 1.1 QUÉ ES UNA CIUDAD CICLO-INCLUSIVA Y QUÉ RETOS AFRONTA

Una ciudad ciclo-inclusiva es aquella en la que cualquier persona puede utilizar la bicicleta de manera segura y cómoda para todos sus desplazamientos. Dicho de otra manera, una ciudad ciclo-inclusiva es aquella en donde la bicicleta es una manera normalizada de transporte de todas las personas, sin importar su edad; para mujeres y hombres; para ir a trabajar o para el ocio; y para todos los periodos del día y del año.

Esta definición remite, en primer lugar, a los problemas y barreras que impiden esa facilidad en el uso de la bicicleta en las ciudades colombianas los cuales se pueden dividir en dos categorías: los estructurales y los individuales. Los primeros se refieren a aquellos elementos que condicionan la movilidad ciclista en función de las características geográficas, económicas, urbanísticas, culturales y sociales de cada ciudad. Los problemas y barreras individuales, son el resultado de las características de cada persona en particular, de sus condiciones y disponibilidad para pedalear, pero también de sus prejuicios y percepción de la bicicleta.

Los condicionantes generales de la movilidad ciclista (su entorno estructural, ilustrado en la Figura 2) se expresan en cada ciudad colombiana a partir de componentes de varios tipos:

- » Geográficos (pendientes, clima, cursos fluviales)
- » Urbanísticos (distancias a recorrer, tipologías urbanísticas)
- » Ambientales (calidad del aire y del ruido, atractivo del paisaje urbano)
- » De infraestructura vial (características de las vías)
- » Servicios de transporte público (rasgos de las redes de transporte público)
- » Seguridad ciudadana (riesgo en el espacio público)
- » Seguridad vial (riesgo en la circulación)
- » Culturales (imagen de la bicicleta)
- » Económicos y fiscales (costo de la bicicleta y de los vehículos motorizados, regulación relacionada).

Todos ellos tienen también una lectura individual, es decir, son percibidos de modo diferente por cada persona que, además, añade otros propios de su situación particular, de su momento y espacio vital, tal y como se ilustra en la Figura 3.

Para todo ese conjunto de retos y condicionantes no existe una receta mágica basada en la creación de ciclo-infraestructura. De hecho, sólo algunos de ellos admiten un tratamiento paliativo a partir de la intervención en el diseño vial o en la creación de estacionamientos para bicicletas (véase Tabla 2).

Tabla 2. Condicionantes de la movilidad ciclista y papel de la ciclo-infraestructura ante ellos

CONDICIONANTES PARA LA MOVILIDAD CICLISTA	PALIATIVOS A TRAVÉS DE CICLO-INFRAESTRUCTURA
Pendientes	El trazado de las redes ciclistas pueden atenuar el efecto disuasorio de la topografía
Clima	La ciclo-infraestructura puede incluir protección frente a factores meteorológicos adversos como exceso de asoleamiento, sequedad, viento o precipitaciones.
Calidad ambiental	La ciclo-infraestructura puede contribuir a reducir la contaminación atmosférica y el ruido, mejorando también el atractivo del paisaje urbano
Tipologías urbanísticas y edificabilidad. Distancias a recorrer	No se puede afrontar mediante ciclo-infraestructura
Diseño y gestión de las vías	La ciclo-infraestructura puede contribuir a que el diseño y la gestión de las vías atienda a todas las necesidades de las personas y a todos los modos de transporte
Redes de transporte público	La ciclo-infraestructura debe reforzar y dar accesibilidad al transporte colectivo
Seguridad ciudadana	No se puede afrontar mediante ciclo-infraestructura
Seguridad vial	La mejora general de la seguridad de las vías es uno de los propósitos principales de la ciclo-infraestructura
Culturales	La ciclo-infraestructura puede generar un efecto de legitimación cultural del uso de la bicicleta
Económicos	No se puede afrontar mediante ciclo-infraestructura directamente.



Figura 2. Entorno estructural de la movilidad ciclista



Figura 3. Entorno individual de la movilidad ciclista

## 1.2 COMPONENTES DE UNA POLÍTICA CICLO-INCLUSIVA

Las políticas ciclo-inclusivas incorporan varios componentes de intervención. La presente guía se centra, sobre todo, en el componente de infraestructura y de servicios de dichas políticas; quizás el más visible, el que más atención y recursos suele recibir por parte de la opinión pública y las administraciones.

La Figura 4 ilustra los cuatro componentes de la ciclo-inclusión, cuyo contenido es el siguiente:



Figura 4. Cuatro componentes de política ciclo-inclusiva según BID (2015)

*“1 Infraestructura y servicios: enfocado en las características físicas de la red vial que facilitan un espacio seguro y conveniente para el usuario, en infraestructura para circular y en otros servicios, como el estacionamiento.*

*2 Participación ciudadana: la participación, la interacción e intercambio de información entre usuarios, no usuarios, instituciones gubernamentales y otros actores clave, con el fin de promover el uso de la bicicleta como una opción de transporte cotidiano.*

*3 Aspectos normativos y regulación: las leyes, decretos y normativa general que regulan el uso de la bicicleta como medio de transporte urbano.*

*4 Operación: analiza los aspectos relacionados con el uso de la bicicleta y los servicios que hacen posible el uso de las bicicletas públicas. Incluye además las actividades de seguimiento de diferentes indicadores cualitativos y cuantitativos, los factores que generan su uso, lo fortalecen y los impactos positivos generados por el uso de las bicicletas como medio de transporte urbano.*

*Las cuatro temáticas tienen una relación estrecha entre sí: una política ciclo-inclusiva integrada es mucho más efectiva que una aislada. Por ejemplo, una ciclo-infraestructura sin una regulación adecuada o sin recopilación de datos sobre su uso, puede generar conocimiento difuso, inapropiado, lo que hace menos efectivas las iniciativas que buscan incrementar el uso.” (Ríos, Taddia, Pardo, & Lleras, 2015).*

## 1.3 APORTES CLAVE DE LAS POLÍTICAS CICLO-INCLUSIVAS

La política ciclo-inclusiva es una pieza de las estrategias de urbanismo y movilidad sostenibles, contribuyendo al mismo tiempo a afrontar varios de los retos sociales y ambientales actuales:

- » Ayuda a reducir las emisiones del transporte y mitigar el cambio climático (Dalkmann & Brannigan, 2007)
- » Requiere el aporte de muchos menos recursos energéticos, materiales y monetarios que las alternativas motorizadas (Hook, 2006)
- » Constituye una estrategia eficaz para mejorar la calidad del aire y el ruido (Pettinga et al., 2009)
- » Contribuye a reducir la inseguridad y el riesgo de las calles (Jacobsen, 2003)
- » Mejora la salud de los usuarios al hacer mayor actividad física cotidiana (Mueller et al., 2015)
- » Facilita la convivencia y la socialización en el espacio público (Gehl, 2010).

### 1.3.1 La ciclo-inclusión como estrategia ante el cambio climático

El cambio climático es un fenómeno que se debe afrontar desde todos los sectores de la economía. El gobierno colombiano ha desarrollado la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012) donde la bicicleta y la infraestructura ciclo-inclusiva son mencionadas de manera explícita como instrumentos para mitigar los efectos del cambio climático y reducir las emisiones del sector transporte (Ministerio de Transporte de Colombia, 2013)

En términos conceptuales, la mitigación del cambio climático a través del transporte se puede realizar a través de tres tipos de acciones (ECM o ASI, por sus siglas en inglés) según Dalkmann & Brannigan (2007) (véase Figura 5):

- » **Evitar/reducir:** estas son acciones que buscan que las distancias de viaje sean cortas y que la necesidad de viajar sea menor. Se logra a través de intervenciones en desarrollo urbano sostenible y, en algunas ocasiones, a través del reemplazo de viajes por teletrabajo, tele-conferencias y sistemas tecnológicos. Aquí la bicicleta no tiene un rol predominante, pero las acciones de evitar y reducir generan condiciones favorables para andar en bicicleta.
- » **Cambiar:** se refiere a mejorar las condiciones de los sistemas de transporte sostenible (transporte público, bicicleta y caminar o combinaciones de estos) para que haya un cambio modal hacia estos medios, y que se reduzca el uso de los medios de transporte de altas emisiones como el automóvil y la motocicleta (a través de instrumentos de gestión de la demanda). En este caso, las acciones de “cambiar” generan una mayor probabilidad de uso de la bicicleta y mejoran las condiciones específicas para circular en este modo.
- » **Mejorar:** se refiere a mejorar las características tecnológicas de los vehículos, y generalmente se habla del mejoramiento de tecnologías de propulsión de buses, automóviles y motocicletas. No obstante, aquí la bicicleta tiene un rol fundamental pues su tecnología es de cero emisiones, y existen también bicicletas eléctricas cuyas emisiones son mucho más bajas que las de motocicletas.

Para una descripción más detallada del modelo ASI, se refiere al lector a la Guía de Cambio Climático y Transporte que hace parte de esta serie de Guías del Ministerio de Transporte de Colombia.

### 1.3.2 Desarrollo urbano y ciclo-inclusión

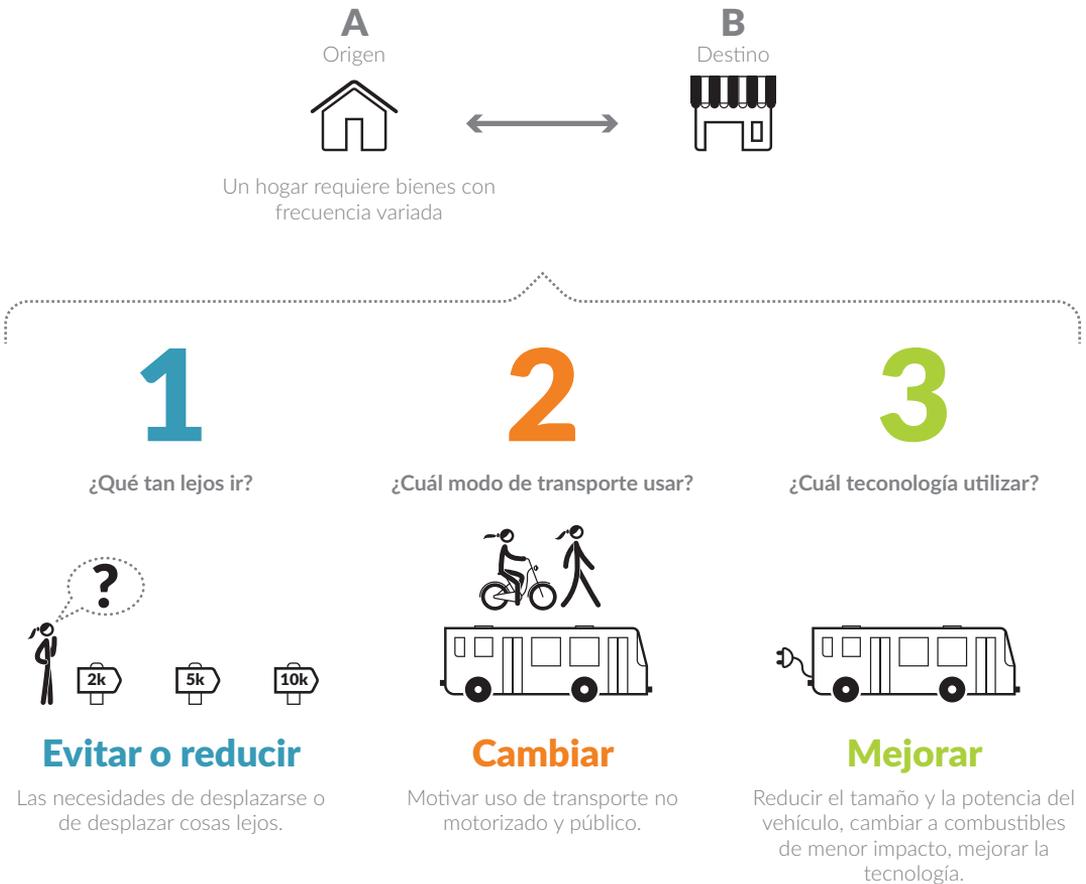


Figura 5. Modelo de evitar-cambiar-mejorar. Elaboración propia a partir de Dalkmann y Branigan (2007)

La ciclo-inclusión es coherente con una política de desarrollo urbano compacto, denso, conectado y de usos mixtos, en la que se pretende resolver las necesidades de la población bajo el principio de la proximidad. De hecho, la forma, el tamaño, la densidad y las características de una ciudad son determinantes para que una persona en bicicleta pueda realizar sus viajes diarios en condiciones seguras y confortables.

La bicicleta tiene una alta efectividad como medio de transporte en términos de ocupación de espacio, consumo de energía y velocidad promedio, para distancias cortas y medias:

- » En un espacio de 3,5 metros de ancho, lo que ocupa un carril de autopista, se pueden mover en bicicleta 14.000 personas por hora y sentido, frente a las 8.000 personas que movería el transporte colectivo y 1.500 en automóvil (Pardo & GIZ, 2011).

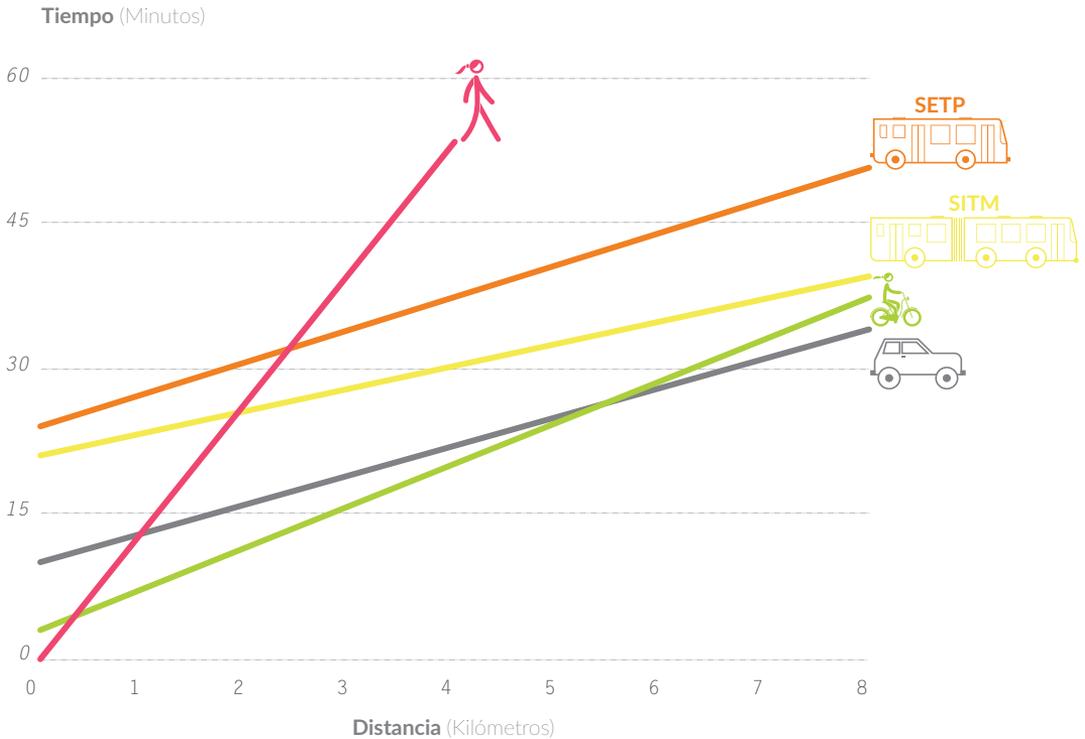


Figura 6. Velocidades promedio según modos

- » Para distancias superiores a 0,5 km, en donde el desplazamiento peatonal tiene mejores resultados, e inferiores a 5 km, la bicicleta es más rápida que cualquier otro medio de desplazamiento (véase Figura 7). Todo ello teniendo en cuenta los tiempos de acceso a los vehículos, así como las etapas desde los paraderos o los estacionamientos hasta el destino final (adaptado con base en datos de Cámara de Comercio de Bogotá, 2014).

Para lograr que las distancias promedio de una ciudad estén en el rango de mayor eficiencia de la bicicleta sus características deben ser:

- » **Densidad relativamente alta:** la densidad de viviendas y actividades propicia cadenas cortas de desplazamientos y, por tanto, favorece a la movilidad peatonal y ciclista;
- » **Uso mixto de suelos:** la existencia de diferentes usos del suelo (vivienda, oficinas, colegios, mercados, etc.) en una misma área propicia también una movilidad cotidiana de distancias cortas;
- » **Equidad en la distribución del espacio urbano:** la posibilidad de que familias de diferentes ingresos puedan vivir en áreas cercanas contribuye a la equidad en el uso del transporte y reduce las distancias de viaje, particularmente las de los grupos de la población que tienen bajos ingresos.

Otros rasgos del modelo urbanístico que propician un mayor o menor uso de la bicicleta son:

- » **Configuración urbanística:** la forma urbana y la relación entre los diferentes barrios y localidades condiciona la idoneidad de la bicicleta para los desplazamientos.

- » **Estructura metropolitana:** el modo en que se relacionan espacialmente los diferentes núcleos urbanos determina también las opciones de la bicicleta en las relaciones interurbanas de proximidad.
- » **Redes de infraestructura:** las redes viales y los servicios e infraestructura para el transporte colectivo pueden estar concebidos para apoyar o apoyarse también en la bicicleta o, como ocurre frecuentemente, al margen de cualquier concepto de ciclo-inclusión.

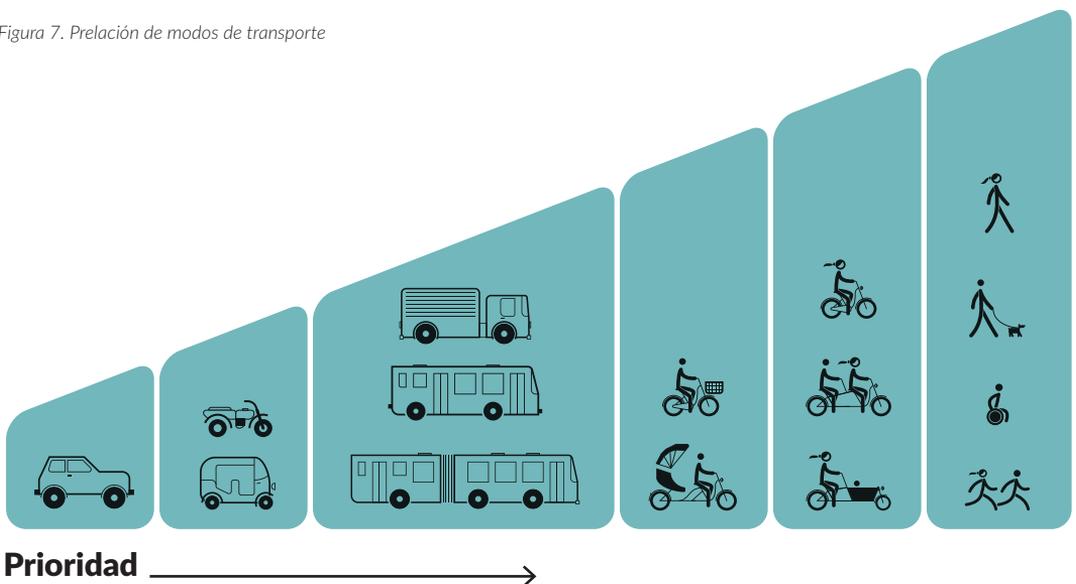
### 1.3.3 Papel de la bicicleta en la movilidad urbana

Para avanzar hacia escenarios de mayor equidad y sostenibilidad es necesario invertir la jerarquía de los modos de transporte que ha imperado en los últimos cien años, no solo en Colombia, sino en todo el mundo. En ese sentido, los modos prioritarios son precisamente los menos contaminantes, de menor consumo energético y que generan menor riesgo: el peatón y la bicicleta. Esa jerarquía conceptual se debe trasladar también a la prioridad en las vías: un peatón siempre debe tener prelación ante los demás modos de transporte, y la bicicleta el segundo lugar. En coherencia, el diseño de la infraestructura, la gestión de la misma y las inversiones deben estar orientadas a construir esa nueva jerarquía.

Es importante aclarar que las inversiones para mejorar las condiciones de los peatones y ciclistas son menores que las que se necesitan para otros modos de transporte. Como se profundizará en los próximos capítulos de esta guía, existen muchas intervenciones de bajo costo que generan condiciones favorables para la bicicleta. A pesar de esto, los proyectos de transporte tradicionalmente han invertido muy poco en ciclo-infraestructura. Esta guía busca presentar opciones para mejorar esas condiciones e incrementar esas inversiones en todas las ciudades colombianas.

Una vez establecida la nueva jerarquía de los medios de transporte urbanos, se requiere establecer a partir de ella una política general de movilidad urbana sostenible. Una de las premisas fundamentales para que una política de ese tipo tenga buenos resultados es que se desarrolle a través de un paquete combinado de medidas que, internacionalmente, se conocen como de “push and pull”, es decir, de “empujar y halar” (véase, por ejemplo, Banco Interamericano de Desarrollo, 2013). La Figura 8 presenta gráficamente los dos componentes:

Figura 7. Praelación de modos de transporte



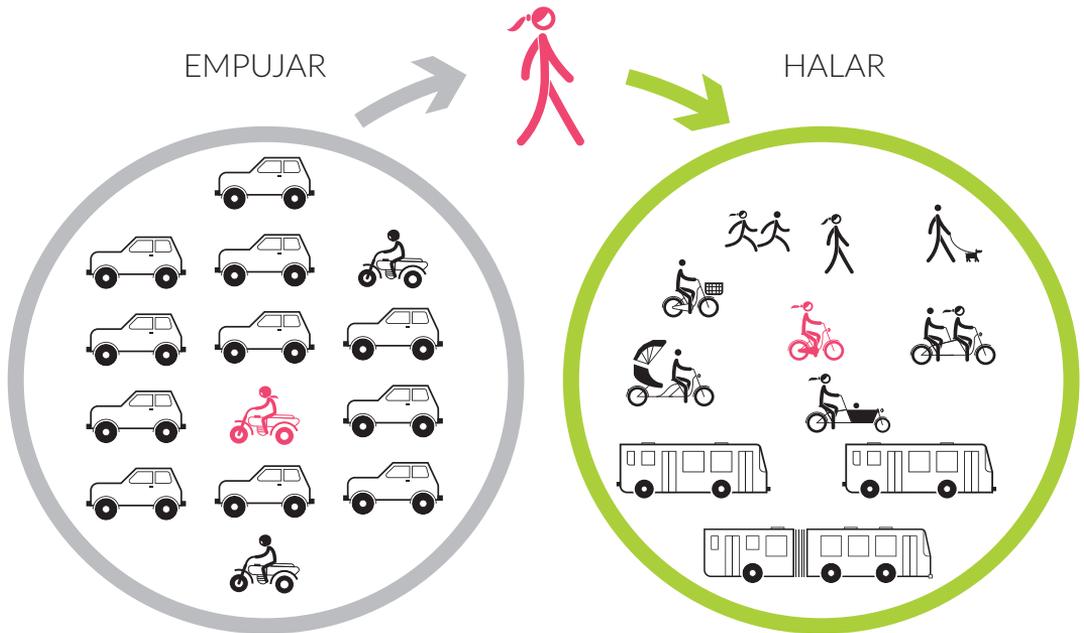


Figura 8. “Empujar y halar” en transporte

- » **Empujar:** Se trata del conjunto de medidas físicas, regulatorias y fiscales para reducir el uso indiscriminado del automóvil particular. Estas incluyen sobretasa al combustible, cobros por congestión o contaminación, cobros de estacionamiento y políticas de racionalización del uso del automóvil en general. Colombia ya implementa varias de estas medidas tanto a nivel nacional como a nivel local, aunque todavía podría generar más opciones a partir de las nuevas regulaciones que se han generado en los últimos años<sup>3</sup>.
- » **Halar:** Estas medidas son más populares que las de “empujar” pues se refieren al mejoramiento de las condiciones físicas, regulatorias y demás para el transporte público, la bicicleta y los peatones. En Colombia se han implementado varias medidas de mejoramiento del transporte público a través de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) y los Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP) y más recientemente con los Sistemas Integrados de Transporte Público (SITP), y se han comenzado a formular políticas concretas para bicicletas y peatones.

Ese modelo general se aplica también en el caso de la bicicleta. Una política ciclo-inclusiva requiere medidas de los dos tipos (empujar y halar) pues el mejoramiento de la infraestructura y condiciones para bicicletas no logra, por sí solo, incrementar los viajes en ese modo. Como lo menciona claramente el experto holandés Jeroen Buis,

*“en muchas ciudades, tales como Ámsterdam, por ejemplo, la política de hacer el uso del automóvil más costoso en (y cerca de) los centros urbanos ha demostrado ser una medida extremadamente efectiva para reducir el uso del automóvil y promover el uso de la bicicleta. En la década de 1990 esta fue la razón principal para el incremento del uso de la bicicleta al centro de Ámsterdam. Fue más importante que la ciclo-infraestructura”<sup>4</sup>.*

3 A este respecto es relevante hacer referencia al Decreto 2883 de 2013 donde se formulan las condiciones para la generación de cobros por congestión y contaminación, la sobretasa de gasolina que financia la malla vial y sistemas de transporte masivo del país, y los esquemas de restricción por placas. Para una revisión más detallada de las medidas de este tipo se sugiere ver Banco Interamericano de Desarrollo (2013).

4 Jeroen Buis, comunicación personal, Julio 11 de 2014.

### 1.3.4 Seguridad vial y ciclo-inclusión

En las ciudades en las que se ha extendido la motorización y los automóviles o motos dominan el espacio vial, el principal motivo que aduce la población para no utilizar la bicicleta es, precisamente, la percepción de riesgo en el pedaleo, la sensación de que montar en bicicleta no es suficientemente seguro, sobre todo si se piensa en las personas más vulnerables como los menores.

Por ese motivo, uno de los objetivos principales de la ciclo-inclusión es convertir a la bicicleta en un medio de transporte no solamente seguro en términos de cifras de siniestralidad, sino también en cuanto a la percepción de la población. La seguridad vial se relaciona tanto con el número de siniestros como con la exposición al riesgo de siniestros y la inseguridad de las vías.

Por **exposición al riesgo** de siniestros se entiende la relación entre la siniestralidad y la movilidad, por ejemplo, la relación entre el número de víctimas de siniestros en bicicleta y el número de kilómetros recorridos en ese medio de transporte. Que en una ciudad haya un número relativamente bajo de siniestros de ciclistas no quiere decir que sea segura, pues puede deberse a un bajo uso de la bicicleta o a comportamientos de las personas que las utilizan que evitan cualquier situación de riesgo. En el primer caso, si hay un bajo uso de la bicicleta, la exposición al riesgo puede ser elevada. Y, en el segundo, si las personas eluden cualquier situación de riesgo, lo más probable es que lo hagan por percibir inseguridad en los contactos con los vehículos motorizados.

Esta aproximación multifocal de la seguridad vial tiene gran importancia a la hora de evaluar los resultados de una política ciclo-inclusiva, pues puede ocurrir que en determinados periodos de recuperación del uso de la bicicleta se produzca simultáneamente un incremento de los siniestros ciclistas.

Lo que sí está comprobado en la experiencia internacional es que la exposición al riesgo es inversamente proporcional al número de ciclistas en las vías, en lo que se conoce en terminología anglosajona como "safety in numbers" (Jacobsen & Rutter, 2012; Jacobsen, 2003) y que se podría traducir por "el número da seguridad". En los países en los que se emplea más la bicicleta, son menores las tasas de exposición al riesgo debido a que la presencia de mayor número de personas pedaleando establece una visibilidad más

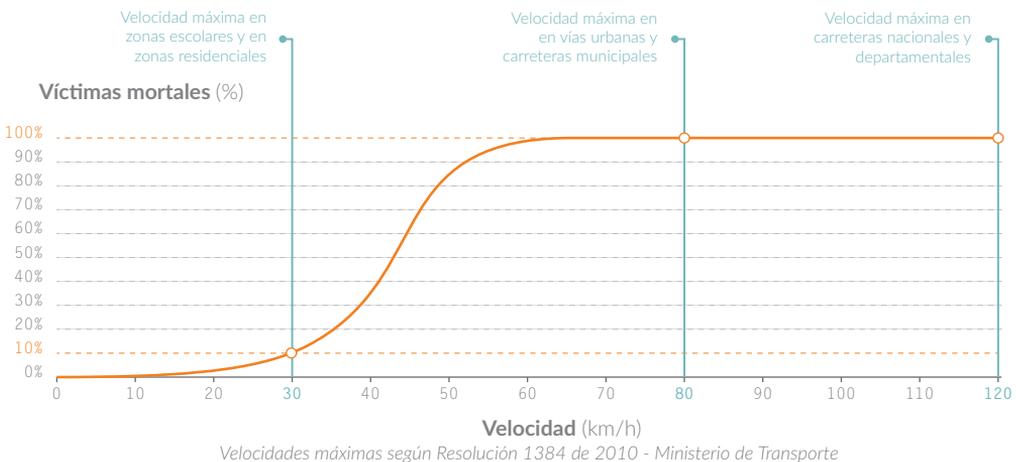


Figura 9. Porcentaje de muertes en atropellos en función de la velocidad del impacto. Elaboración a partir de Welle et al. (2015)

elevada de la bicicleta y un mayor respeto hacia ella por parte de las que conducen vehículos motorizados. La política ciclo-inclusiva pretende, por consiguiente, generar un círculo virtuoso de incremento del número de ciclista y reducción de la exposición al riesgo.

La otra faceta a considerar en este enfoque completo de la seguridad vial es el **peligro** o capacidad de generar daños a personas y bienes, que se deriva de la velocidad, del peso y del número de los vehículos. A mayor velocidad, mayor número o mayor masa de los vehículos más daños se pueden producir.

Obviamente, la sustitución de desplazamientos en vehículos motorizados por desplazamientos a pie o en bicicleta se traduce en una reducción de la inseguridad de las vías, como también ocurre si disminuye el volumen de los vehículos y su velocidad. Por ese motivo, una de las claves para las políticas ciclo-inclusivas es desarrollar un nuevo modelo de velocidades urbanas, capaz de reducir la inseguridad.

La velocidad tiene una relación estrecha con la inseguridad personal y el riesgo en una vía, lo cual es particularmente importante para los usuarios de la bicicleta pues, además de carecer de protección, tienen una masa centesimal respecto a la de los vehículos motorizados. De ese modo, en caso de atropello, la probabilidad de muerte se eleva extraordinariamente a partir de 30 km/h, tal y como se deduce comparativamente de las investigaciones realizadas con respecto a los atropellos de los otros usuarios vulnerables de la vía, los peatones, que se refleja en la Figura 9 <sup>5</sup>.

La velocidad de los vehículos motorizados es también crucial para la interacción de las personas que los conducen con su entorno. A mayor velocidad, se requiere una mayor concentración de la atención en zonas más alejadas de la vía y, por tanto, una pérdida de la visibilidad efectiva de las zonas adyacentes laterales, tal y como se describe en la Figura 10. Este fenómeno refuerza todavía más la importancia de la velocidad para la relación entre los vehículos motorizados y las bicicletas y peatones, los cuales se sitúan sobre todo en esos espacios laterales. Se podría decir así, que la moderación de la velocidad de los vehículos motorizados es, en sí misma, una opción ciclo-inclusiva.

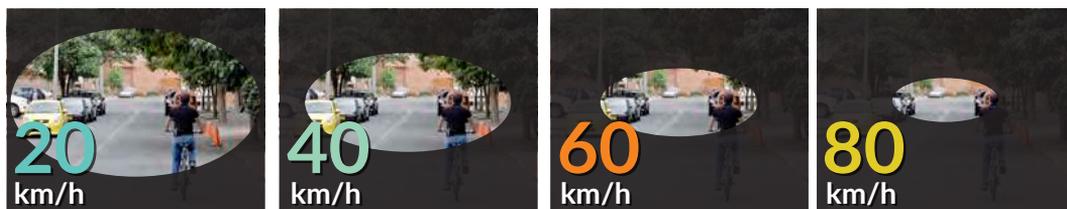


Figura 10. Campo visual según velocidad del vehículo. Elaboración propia a partir de datos de Bartmann, Spijkers, & Hess (1991).

<sup>5</sup> La figura indica las velocidades máximas permitidas, pero la regulación también establece que las entidades que las fijen deben "establecer los límites de velocidad de forma sectorizada, razonable, apropiada y coherente con el tráfico vehicular, las condiciones del medio ambiente, la infraestructura vial, el estado de las vías, visibilidad, las especificaciones de la vía, su velocidad de diseño, las características de operación de la vía".

## 1.4 PARTICIPACIÓN EN DESARROLLO DE POLÍTICAS CICLO-INCLUSIVAS



Figura 11. La escalera de la participación. Elaboración propia a partir de Arnstein (1969)

La participación en la definición de una política de bicicletas es un aspecto fundamental para lograr que una ciudad sea ciclo-inclusiva. Esto es particularmente cierto para el caso de la promoción de la movilidad en bicicleta, puesto que detrás subyace el cambio del modelo urbano de desplazamientos, entendido como un proceso en el que se ha de alumbrar una nueva cultura de la movilidad. No se trata únicamente de modificar la infraestructura para hacerla, en este caso, más amigables para la bicicleta, sino de extender nuevos comportamientos y hábitos en el modo de desplazamiento.

En la legislación colombiana, la participación no es algo establecido muy concretamente excepto en algunos casos, más allá de la regla general de la Constitución que indica en su artículo 2 entre los fines del Estado que debe “facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación” (Constitución Política de Colombia, 1991). En Bogotá, la Resolución 706 del 13 de marzo de 2013 establece que existe el proceso de gestión social y participación ciudadana que tiene como objetivo: “Asesorar, diseñar, implementar y evaluar la gestión social y el servicio a la ciudadanía, relacionados con los procesos misionales; en el marco de la participación ciudadana, cultura ciudadana, derecho a la ciudad y responsabilidad social aplicables a la entidad, conforme a la normatividad vigente y los ejes estratégicos del Plan de Desarrollo con el fin de vincular a la ciudadanía en el Desarrollo Urbano de Bogotá” (Instituto de Desarrollo Urbano, 2014, p. 18).

Para generar una participación efectiva de la población, es necesario que sea concebida como un proceso que acompaña y se coordina con el desarrollo de un proyecto, y que necesita ser planificado para que sea útil en términos de la retroalimentación y formulación de políticas públicas.

Se ha descrito la participación como una escalera con diferentes niveles, donde los más bajos implican que no hay participación o la participación es pasiva, y los más altos implican un grado creciente de participación activa que resulta en empoderamiento ciudadano. En términos más concretos y aplicándolo a una política ciclo-inclusiva, estos niveles se describen en las siguientes subsecciones.

### 1.4.1 No participación

La no participación se divide generalmente en manipulación y terapia. En el caso de una política de bicicletas, la manipulación podría referirse a una situación en la que el gobierno realiza un proyecto de ciclo-infraestructura y, una vez se ha formulado por completo, se invita a grupos ciudadanos a conocerlo

pero no a dar su opinión. Según este punto de vista, la ciudadanía no tiene un rol de retroalimentación para mejorar la formulación, considerándose que su simple asistencia a una reunión de presentación ya supone que ha habido participación. En muchos casos, esta forma de manipulación se refiere a casos donde los funcionarios activamente “persuaden” a los participantes de las bondades del proyecto en lugar de solicitar su retroalimentación. Este segundo tipo de no participación es la denominada “terapia”.

### 1.4.2 Participación simbólica

La participación simbólica se refiere a la información, consulta o apaciguamiento. En este tipo de participación ya se comienza a prestar más atención a la ciudadanía como un actor legítimo y que puede dar su opinión, pero aún no se tienen en cuenta sus opiniones para la (re)formulación de políticas.

En el caso de una política de bicicletas, esto se puede referir a reuniones informativas que se realizan con usuarios para describirles cómo se van a cambiar políticas o construir infraestructura ciclo-inclusiva en una ciudad, barrio o calle. Se presentan los detalles de los proyectos y se pide retroalimentación (sin esperar cambiar el punto de vista de los participantes como en el caso de la no-participación), pero dicha retroalimentación se registra sin integrar los cambios propuestos a los diseños finales.

### 1.4.3 Control ciudadano

Un tercer nivel al que es importante poder llegar en la formulación de políticas ciclo-inclusivas es aquel donde no solamente se presentan los proyectos (como en la no-participación) y además se recibe retroalimentación de usuarios con respecto a los proyectos (como en la participación simbólica), sino que además se integran realmente los comentarios en la formulación (o modificación) de un proyecto. Esto también implica que el proyecto se presenta antes de ser considerado definitivo y en una etapa temprana de su desarrollo.

En el control ciudadano se consideran niveles cada vez más altos de involucramiento de la ciudadanía. En ellos se negocian las alternativas del proyecto y se logran acuerdos para su formulación final, o incluso la formulación del proyecto implica un poder delegado a la ciudadanía (que toman decisiones en un comité o grupo). Esto generalmente se hace para proyectos concretos con un presupuesto específico, donde los ciudadanos se reúnen para tomar decisiones y piden ayuda al gobierno para tomarlas.

En el caso de la formulación de políticas ciclo-inclusivas, es necesario que haya un nivel importante de participación del gobierno para poder formular políticas que estén de acuerdo con los decretos y leyes pertinentes, y que pueda cumplirse con ellas sin problema. También hay que reconocer que parte del diseño de una política ciclo-inclusiva responde a criterios técnicos como los que se describen en este documento, y para esto es necesario que haya actores clave y expertos que puedan guiar las discusiones y la participación de tal forma que las soluciones propuestas (por ejemplo, diseños de infraestructura) sean adecuadas para el contexto donde se quieren aplicar y no solamente a la opinión de una comunidad relativamente informada.

También se debe anotar que la participación es un tema difícil de negociar y de lograr un buen balance entre los actores de gobierno, sociedad civil y sector privado (e incluso otros sectores como las comunidades religiosas o gremios). Es fundamental saber reconocer la participación legítima y distinguirla de la coerción de colectivos con intereses contrarios a los del bienestar general, y saber cómo manejarlos de tal forma que se logren proyectos con participación pero sin pérdida de representatividad en las decisiones por la presión de algunos grupos. En el caso de la construcción de infraestructura ciclo-inclusiva, es particularmente importante este tema pues hay muchos grupos de la población que se

oponen a la construcción de esa infraestructura por sus intereses particulares, específicamente los de estacionar sus automóviles cerca a sus destinos. Siguiendo la Constitución colombiana, el interés general prima sobre el derecho particular (Constitución Política de Colombia, 1991) y esto agrega una dimensión de complejidad al tema de la participación en esta infraestructura.

## 1.4 DOCUMENTOS Y EJEMPLOS RELEVANTES DE PARTICIPACIÓN EN COLOMBIA



Figura 12. Estrategia de socialización de Fusagasugá. Fuente: Rivera (2011).

El Departamento Nacional de Planeación plantea una estrategia de socialización para los planes de movilidad, teniendo como caso principal el del municipio de Fusagasugá. Para esto, se realizó un estudio sobre los procesos de participación ciudadana en el ordenamiento territorial y planes de movilidad nacionales e internacionales. Teniendo esto en cuenta se generó un guion para la planeación participativa teniendo como objetivo “brindar información transparente y oportuna a la ciudadanía, a los grupos y organizaciones sociales con respecto a los objetivos del Plan de Movilidad y a sus componentes durante todas sus fases” (Rivera, 2011). De igual forma, busca generar espacios de participación y socialización que permitan que la comunidad también sea tenida en cuenta en la toma de decisiones sobre la infraestructura del municipio. Así, el análisis del Plan Nacional de Movilidad del municipio de Fusagasugá y la estructuración de los proyectos fue dado con base en la comunicación y participación de la comunidad y la sociedad involucrada.

Otro ejemplo es el de la “Guía de Gestión Social para el desarrollo urbano sostenible” del IDU que hace referencia a la Política Pública de Participación Incidente que promueve la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones, formulación y evaluación de proyectos de las políticas públicas. Sin embargo, el hecho de que muchos ciudadanos no sean conscientes de esta normativa hace que no exista una amplia participación ciudadana que optimice la gestión pública. Para lograr esto existe la “veeduría ciudadana” como un “mecanismo que le permite a los ciudadanos o a las diferentes organizaciones comunitarias, ejercer vigilancia sobre la gestión pública” (Instituto de Desarrollo Urbano, 2014). De igual forma, se presentan los mecanismos de protección de los derechos fundamentales como la acción de tutela y el derecho de petición que permiten la protección de los derechos fundamentales de los ciudadanos de manera legal y constitucional.

Un ejemplo de participación en Colombia es el que realizaron los ciudadanos de Medellín ante la ciclorruta que se implementó en la Avenida Palacé. Debido a que es la conexión directa entre el sur del Valle de Aburrá y el centro de la ciudad, los ciudadanos ciclistas “plantearon un proyecto de ciclorruta liderado por el Área Metropolitana, intentando reinventar esta vía, de forma tal que se tengan andenes dignos para los seres humanos, y un espacio cómodo y seguro para los ciclistas” (Cadena, 2015). El grupo de ciudadanos decidió implementar la estrategia de sentarse en los andenes de la avenida a realizar diferentes actividades (yoga, baile, leer, entre otras) para generar conciencia al resto de la ciudad sobre la problemática. De igual forma, presentaron una Acción Popular hacia la empresa “Mayorista de materiales y otros” pues sus parqueaderos obstruían la vía. La contestación a la Acción Popular fue exitosa puesto que se aprobó la ciclorruta. Así, los habitantes de Medellín propusieron una forma de participación innovadora y pacífica en la que a partir de la convocatoria ciudadana lograron la construcción de la ciclorruta y la recuperación de los andenes para los peatones.

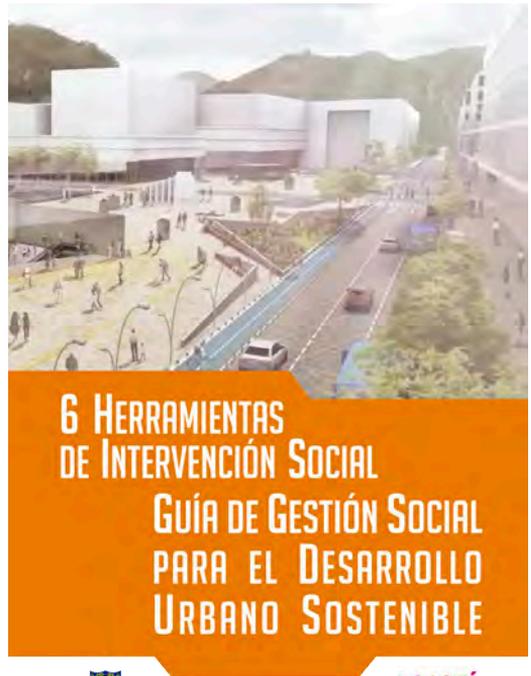


Foto 11. Sección de la guía de gestión social del IDU-Bogotá.  
Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano (2014)

Otro ejemplo de participación en Colombia es el que se llevó a cabo en la implantación de una ciclobanda según la definición de esta guía en Bogotá (barrio Batán), donde la comunidad local, encabezada por la parroquia del barrio, se opuso a la construcción del “bici carril” en la carrera 50 entre la calle 100 y 127. La entidad que lideró esta oposición fue la Personería Distrital, la cual afirmaba que había sido un acto improvisado y que la comunidad lo consideraba “una amenaza para los vecinos del sector, porque según el ente de control afectaría la movilidad en las vías internas del barrio” (Télez Oliveros, 2015). Por esta razón, el 27 de octubre del 2015 el Personero Distrital interpuso una acción popular a la Alcaldía Mayor de Bogotá para evitar “el contrato o acto administrativo que permite al Distrito la ejecución de la obra de bici carril exclusivo para bicicletas” (Juzgado 27 Administrativo Oral del Circuito de Bogotá, 2015).

Sin embargo, los argumentos del juez plantearon que la construcción de la ciclobanda hace parte del Plan de Ordenamiento Territorial y que efectivamente se realizó un estudio técnico de valoración sobre la infraestructura para bicicletas en esta zona. Del mismo modo, se realizaron reuniones con la comunidad para socializar la decisión de construcción de dicha vía ciclista. Finalmente, el Distrito realizó la infraestructura para bicicletas en pro de la seguridad de los ciclistas de la ciudad.



Foto 12. Acción ciudadana en ciclorruta de Palacé, Medellín. Fuente: Isabel Calderón, @isatcalderon



Foto 13. Protesta de vecinos por la ciclobanda del barrio El Batán, Bogotá. Fuente: Gustavo Torrijos - El Espectador

## 1.5 MONITOREO DE POLÍTICAS CICLO-INCLUSIVAS

Para que una política sea efectiva, es de gran utilidad que se puedan generar estrategias de monitoreo periódicas y sistemáticas que puedan apoyar la toma de decisiones y demostrar la efectividad de las decisiones en torno a la infraestructura ciclo-inclusiva. El monitoreo es útil para conocer el cambio de uso, derribar mitos, y conocer la actitud y conocimiento de la población frente a la bicicleta.

Generalmente el monitoreo de transporte en una ciudad se restringe a encuestas de origen y destino que indican las características demográficas de los usuarios, su distancia típica y modo de transporte (en algunas es posible calcular velocidades y otras variables). También existen datos generalmente completos sobre muertes y lesiones en siniestros, a veces georreferenciados, lo cual presenta una imagen más clara de los lugares de mayor riesgo en una ciudad para los usuarios de la bicicleta.

Pero también es importante poder medir impactos en términos de calidad de aire, emisiones, y equidad, además de la actitud y opinión de los usuarios, no usuarios y potenciales usuarios (por qué utiliza la bicicleta, por qué no la utiliza, qué haría que la utilice y por qué la dejaría de utilizar, por ejemplo).

Las herramientas de monitoreo son bastante variadas, aunque generalmente se utilizan encuestas. En otras ocasiones se generan inversiones en contadores de bicicletas como se ha hecho en ciudades europeas y en México DF y Santiago de Chile, lo cual puede ser una manera muy visible de mostrar el uso real de la bicicleta de manera consistente. También hay herramientas de georreferenciación móviles que varían desde dispositivos de GPS hasta aplicaciones móviles donde un usuario da acceso a sus rutas diarias en bicicleta.

El anexo de esta guía contiene varios formatos para realizar monitoreos en encuestas, visitas de campo, valoraciones de estacionamientos de bicicleta, estimaciones de CO<sub>2</sub> y otras. Una revisión de herramientas cualitativas está disponible en (Pardo, 2006; Wittink, 2009), y dos herramientas cuantitativas de monitoreo están disponibles en el Ranking CicloCiudades (ITDP México & I-CE, 2011) y en la guía de ciclo-inclusión del BID (Ríos et al., 2015).

También hay ejemplos relacionados con el monitoreo de políticas, donde iniciativas independientes (como la Red de ciudades Cómo Vamos, ProBogotá o las Cuentas de la Bici) realizan monitoreo de los indicadores de desempeño de la ciudad y de su política de bicicletas y lo comparte con el público. Algunas de estas, como la Encuesta de Calidad de Vida de la red de Ciudades Como Vamos (2014), son muy exitosas y son tomadas como referencia obligada en la evaluación de desempeño del gobierno de una ciudad.



Foto 14. Bicycle Account 2014. Fuente: Verma, López, & Pardo (2015)



CAPÍTULO 2

# Fundamentos de la ciclo-infraestructura



# 2 Fundamentos de la ciclo-infraestructura

*“Pasaron junto a mí las bicicletas, los únicos insectos de aquel minuto seco del verano, sigilosas, veloces, transparentes: me parecieron sólo movimientos del aire.”*

**PABLO NERUDA, ODA A LA BICICLETA (1957)**

## 2.1 TERMINOLOGÍA

Entender el contexto en el que se pretende planificar ciclo-infraestructura es esencial para no caer en incongruencias o propuestas que no se adaptan a la realidad del lugar en el que se pretenden poner en práctica. Para ello, es necesario tener en cuenta tres aspectos:

- 1 Manejar un lenguaje común
- 2 Atender a las disposiciones legales y normativas vigentes
- 3 Tener en cuenta las mecánicas y procedimientos de las instituciones.

En Colombia, y más aún en América Latina, existe una gran variedad de términos para definir los elementos que componen la ciclo-infraestructura. En algunos sitios se le llama ciclo vía a la infraestructura permanente, mientras que en Colombia generalmente ese término se refiere a la infraestructura temporalmente designada para la circulación de modos no motorizados (Ciclo vía dominical). También se hacen diferenciaciones (a veces arbitrarias) entre una ciclorruta, un ciclo-carril, un carril-bici, y muchos significados se confunden al hacer una comparación.

Aunque podría esperarse que a nivel Colombia hubiese algún tipo de homogeneidad en los términos, existen variaciones. Por ejemplo, en Sogamoso, el término ciclo vía es usado al referirse a infraestructura permanente y ciclorruta a las vías para bicicleta segregadas sobre el andén; en Bogotá se presentan diferencias entre ciclo-carril y ciclorruta; en Palmira llaman "ciclocarril" a los carriles pintados para bicicleta (sin segregación) unidireccionales y en Montería se le llama ciclorruta a la infraestructura segregada y "ciclopaseo" a la infraestructura independiente de las vías de vehículos motorizados que se encuentra en la ronda del río Sinú.

En este sentido, no hay una terminología mejor que la otra, pero sí es importante que haya acuerdos con respecto a la forma como se define uno u otro tipo, en particular cuando esta guía está formulada para todo el territorio colombiano y representa un esfuerzo de homogeneización. En el Anexo digital de la guía se encuentra una tabla describiendo las diferentes terminologías utilizadas en diferentes documentos a nivel internacional.

## 2.1.1 Categorización de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas

Es necesario aclarar conceptos y unificar el lenguaje técnico, y para esto se define la terminología correspondiente en relación con la ciclo-infraestructura. Esto hace posible que las ciudades colombianas puedan seguir un vocabulario común. La terminología utilizada en la guía se presenta de manera esquemática en la Figura 13.

En primer lugar, conviene diferenciar entre las vías ciclistas, que son vías de uso exclusivo ciclista y por lo tanto son bandas segregadas del espacio de otros usuarios de la vía pública, ya sea el tráfico motorizado o los peatones, y las vías-ciclo-adaptadas, que son aquellas calles o espacios públicos que son especialmente acondicionadas para la circulación en bicicleta pero no suponen un uso exclusivo de las vías.

El conjunto de tramos e intersecciones que disponen de vías ciclistas o de vías ciclo-adaptadas, es decir, la infraestructura vial con diseño ciclo-inclusivo, constituyen la ciclorred. La **ciclorred** y sus complementos (presentados en el capítulo 4) conforman entonces el conjunto de la ciclo-infraestructura.

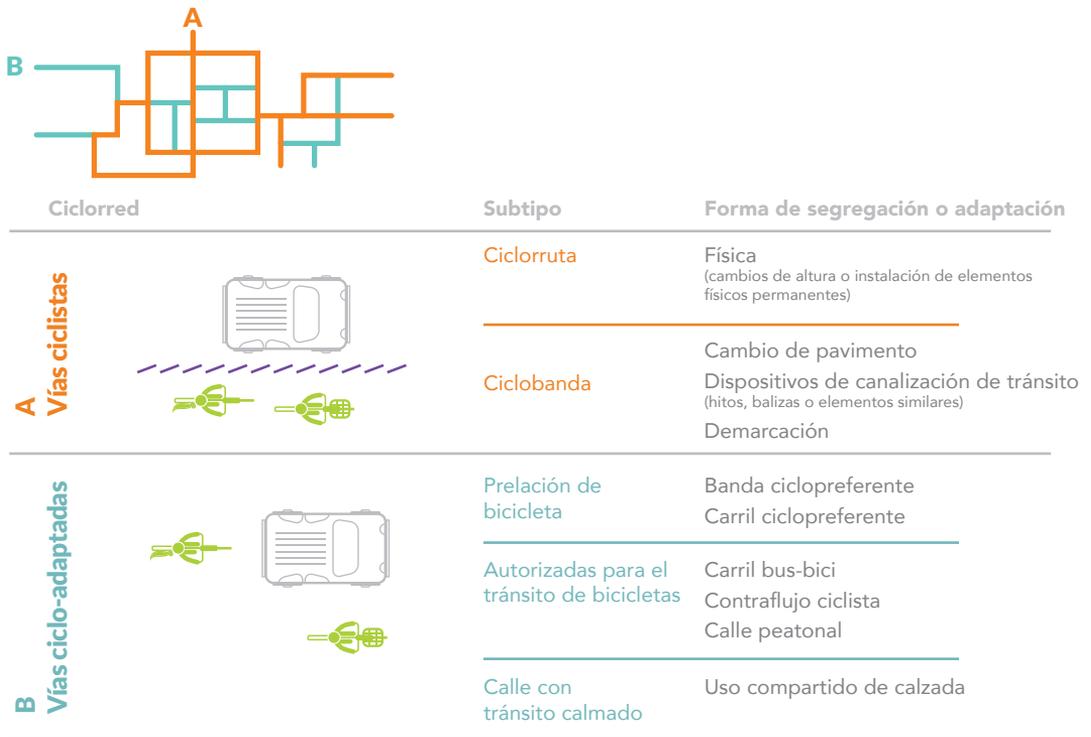


Figura 13. Esquema de tipología de ciclo-infraestructura utilizada en la guía

Tabla 3. Conceptos básicos

CATEGORÍA	DEFINICIÓN
Ciclo-infraestructura	Conjunto formado por la infraestructura pensada para la bicicleta y los complementos que la hacen funcional para este vehículo
Ciclorred	Conjunto de tramos e intersecciones viales ciclo-inclusivas
Vía ciclista	Vía exclusiva para la circulación de bicicletas
Vía ciclo-adaptada	Vía acondicionada para la circulación de bicicletas.

Respecto a las vías ciclistas, es decir las vías de uso exclusivo para la bicicleta, se suele diferenciar entre las siguientes modalidades por sus características particulares, como se presenta en la Tabla 4:

Tabla 4. Definiciones específicas de vías ciclistas

SUBTIPO	FORMA DE SEGREGACIÓN RESPECTO A LOS DEMÁS MODOS
Ciclorruta	Física (cambios de altura o instalación de elementos físicos permanentes)
Ciclobanda	Cambio de pavimento Dispositivos de canalización de tránsito (hitos, balizas, tachones, bordillos, o elementos similares) Demarcación

Al margen de las mencionadas opciones de vías ciclistas, existe una amplia gama de posibilidades de intervención en la red vial para acondicionar las calles y hacer la circulación en bicicleta más segura, confortable, rápida o atractiva, sin llegar a ofrecer bandas de uso exclusivo. Las razones son que, en determinados casos el diseño de bandas segregadas no siempre aporta ventajas, no siempre son necesarias, o no siempre hay suficiente espacio disponible. Estas opciones se llaman “vías ciclo-adaptadas”. Las principales modalidades de vías-ciclo-adaptadas son las presentadas en la Tabla 5.

Tabla 5. Definiciones específicas de vías ciclo-adaptadas

SUBTIPO	ADAPTACIÓN	DEFINICIÓN
Prelación de bicicleta	Banda ciclopreferente	Banda en la calzada reservada preferentemente a la circulación de bicicletas y delimitada mediante una línea discontinua. Vehículos motorizados y las bicicletas pueden cruzar la línea si la situación del tráfico así lo requiere, siempre y cuando no se incomode ni se ponga en peligro al ciclista.
	Carril ciclopreferente	Carril de la calzada de uso compartido con indicación de la circulación del ciclista por el centro y limitación de velocidad.

SUBTIPO	ADAPTACIÓN	DEFINICIÓN
Autorizadas para el tránsito de bicicletas	Carril bus-bici	Carril para uso preferencial del transporte público (bus), en el que se autoriza la circulación ciclista
	Contraflujo ciclista	Vía de sentido único para el tráfico general en donde se autoriza la circulación ciclista a contraflujo
	Calle peatonal	Espacio o vía peatonal donde se autoriza la circulación de bicicletas, manteniendo el peatón la prioridad. Sin ningún tipo de diferenciación de los espacios.
Calle con tránsito calmado		Uso compartido de la calzada por parte de los ciclistas donde la circulación es segura, cómoda y atractiva gracias a que la intensidad y la velocidad del tránsito motorizado son bajas

## 2.1.2 Intervenciones temporales

Además de las intervenciones que se describieron en la subsección anterior que implican proyectos de diseño, ingeniería e implementación física permanente, existen intervenciones que tienen carácter temporal pero que también buscan generar condiciones más favorables para andar en bicicleta en la ciudad. El primero de ellos es la iniciativa que se ha denominado “ciclovía” en Colombia desde la década de 1970, que no es una intervención física sino un espacio adecuado temporalmente para la circulación exclusiva de tráfico no motorizado. Esta tipología no se considera en esta guía, pero sí es importante tener en cuenta que ese término se refiere a aquél evento recreativo y deportivo que se lleva a cabo en horas específicas y según lo dispuesto en el Código de Tránsito (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002). Esto se describe en el capítulo 4.

También hay intervenciones temporales en las zonas de obra, donde se adecúa el espacio para la circulación segura de bicicletas. Estas intervenciones pueden tener recorridos similares a los que se estén construyendo para que los usuarios conozcan el nuevo diseño desde la construcción.

Existen también intervenciones con elementos móviles como macetas<sup>6</sup> y otros dispositivos que en sentido estricto, no son permanentes pero son suficientemente pesados para poder permanecer durante varios meses como elementos de segregación.

## 2.2 NORMAS RELACIONADAS CON EL DESARROLLO DE CICLORREDES

En Colombia hay diferentes regulaciones relevantes a la hora de diseñar ciclo-infraestructura. En la Tabla 6 se presenta un resumen de la normativa más relevante para el nivel nacional. Cada ciudad ha adoptado reglamentación específica con respecto a los temas que le competen.

<sup>6</sup> No obstante, debe anotarse que las macetas pesadas pueden convertirse en elementos contundentes que no son adecuadas para instalarlas en las vías vehiculares. Por esto, si se utilizan debe ser con las precauciones del caso.

Tabla 6. Normas relacionadas con desarrollo de ciclo-infraestructura en Colombia

## NORMATIVIDAD RELACIONADA CON EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE RELATIVA A LA PRESENTE GUÍA

Decreto 798 de 2010	<p>Reglamentación de los estándares urbanísticos básicos para el desarrollo de los equipamientos y los espacios públicos, necesarios para su articulación con los sistemas de movilidad, principalmente con la red peatonal y de ciclorrutas que complementen el sistema de transporte y se establecen las condiciones mínimas de los perfiles viales al interior del perímetro urbano de los municipios y distritos que hayan adoptado plan de ordenamiento territorial. Algunos artículos relevantes:</p> <p>Artículo 7. Elementos de los perfiles viales.</p> <p>Artículo 8 Estándares para andenes</p> <p>Artículo 9. Estándares para ciclorrutas</p> <p>Artículo 11. Estándares para los cruces peatonales a desnivel</p> <p>Artículo 12. Construcción del Perfil Vial.</p> <p>(Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)</p>
Ley 1083 de 2006	<p>Por medio de esta ley "se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible" pero principalmente la movilidad sostenible. En ella se define la necesidad de dar prelación a los "modos alternativos de transporte" que incluyen los peatones y bicicletas, y se asigna a los alcaldes municipales a adoptar mediante Decreto los Planes de Movilidad (Congreso de Colombia, 2006).</p>
Decreto 1504 de 1998	<p>Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los Planes de Ordenamiento territorial. Define los componentes de los perfiles viales, así como los elementos complementarios del espacio público dentro de los que incluyen elementos de señalización vial para prevención, reglamentación, información, marcas y varias. El artículo 5 habla de elementos complementarios del espacio público dentro de los que incluye elementos de señalización vial para prevención, reglamentación, información, marcas y varias.</p> <p>(Decreto 1504 de 1998: Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial., 1998)</p>
Decreto 1538 de 2005	<p>Se refiere a a) El diseño, construcción, ampliación, modificación y en general, cualquier intervención y/u ocupación de vías públicas, mobiliario urbano y demás espacios de uso público; y b) El diseño y ejecución de obras de construcción, ampliación, adecuación y modificación de edificios, establecimientos e instalaciones de propiedad pública o privada, abiertos y de uso al público. En su artículo 8 establece definiciones clave como rampa, vado, vías de circulación peatonal, paramento, símbolos de accesibilidad, accesibilidad en las vías públicas (entre otros).</p> <p>(Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)</p>
Ley 388 de 1997	<p>Ley de ordenamiento territorial: Además de las disposiciones generales en materia de aprovisionamiento de los sistemas estructurantes en el desarrollo urbano y territorial, (entendiendo la infraestructura de soporte como uno de esos sistemas estructurantes), establece la obligatoriedad que tienen todos los planes de ordenamiento municipal (POT), planes básicos de ordenamiento territorial (PBOT) o esquemas de ordenamiento municipal (EOT) de señalar y delimitar en forma detallada por lo menos la localización de la Infraestructura para vías y transporte a partir de un ejercicio de planificación.</p> <p>(Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Desarrollo Económico, &amp; Ministerio del Medio Ambiente, 1997)</p>

## MARCO NORMATIVO EN MATERIA DE TRANSPORTE EN GENERAL

Ley 86 de 1989	Obligatoriedad de prestar un servicio de transporte masivo de pasajeros que sea eficiente y que prevea el crecimiento y desarrollo urbano del territorio y buscar desestimular la utilización superflua del automóvil. (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1989)
Ley 310 de 1996	Política Nacional de Transporte Urbano: Define lineamientos de política de la Nación para su participación en los proyectos de transporte masivo de pasajeros, en donde habla de la cofinanciación nacional para beneficio de los municipios. (Ministerio de Transporte & Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1996)
Documento CONPES 3167	El CONPES específicamente como instrumento de política se refiere al mejoramiento del servicio de transporte público urbano de pasajeros. Para la utilidad de la presente guía, contiene información como: <ul style="list-style-type: none"> <li>» Medidas de gestión de tráfico y transporte: Estímulo al uso del transporte no motorizado, mediante dotación de equipamiento adecuado como señalización, parqueo de bicicletas, campañas educativas, peatonalización de vías, etc.</li> <li>» Ejemplos de causas frecuentes de reducción en la capacidad de la infraestructura de transporte en ciudades colombianas</li> <li>» Competencias legales de las autoridades locales en materia de transporte. (Anexo 5).</li> <li>» (Departamento Nacional de Planeación, 2002)</li> </ul>
Ley 769 de 2002	Código Nacional de Tránsito y Transporte de Colombia. En éste se definen los vehículos, normas de circulación para ellos y otros aspectos de tránsito y tráfico del país. El capítulo V se refiere a ciclistas y motociclistas y sus normas de circulación, el artículo 95 a normas específicas para el uso de bicicletas y triciclos. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002)
Ley 1239 de 2008	Ley por la que se modifican los artículos 106 y 107 del Código Nacional de Tránsito en lo que atañen a las velocidades de los vehículos (Congreso de la República de Colombia, 2008)

## MARCO NORMATIVO EN MATERIA DE DESARROLLO URBANO

Decreto 879 de 2008:	Artículo. 14: Todos los planes de ordenamiento municipal (POT), planes básicos de ordenamiento territorial (PBOT) o esquemas de ordenamiento municipal (EOT) están obligados a señalar y delimitar en forma detallada por lo menos la localización de la Infraestructura para vías y transporte. Nota: los POT, PBOT o EOT son un mismo instrumento que cambia de nombre y alcance según el tamaño del municipio. (Ministerio del Interior y de Justicia & Ministerio de Comercio Industria y Turismo, 2008)
----------------------	---

Dentro de la normatividad indicada más arriba, hay que resaltar la que, la que atañe a las velocidades máximas permitidas, las cuales están establecidas de la siguiente manera en la Ley 1239 de 2008 (Congreso de la República de Colombia, 2008):

*“Artículo 106. Límites de velocidad en vías urbanas y carreteras municipales. En las vías urbanas las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público o particular será determinada y debidamente señalizada por la autoridad de Tránsito competente en el distrito o municipio respectivo. En ningún caso podrá sobrepasar los 80 kilómetros por hora.*

*El límite de velocidad para los vehículos de servicio público, de carga y de transporte escolar, será de sesenta (60) kilómetros por hora. La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta (30) kilómetros por hora.*

*“Artículo 107. Límites de velocidad en carreteras nacionales y departamentales. En las carreteras nacionales y departamentales las velocidades autorizadas para vehículos públicos o privados, serán determinadas por el Ministerio de Transporte o la Gobernación según sea el caso teniendo en cuenta las especificaciones de la vía. En ningún caso podrán sobrepasar los 120 kilómetros por hora.*

*Para el servicio público, de carga y de transporte escolar el límite de velocidad en ningún caso podrá exceder los ochenta (80) kilómetros por hora.*

*Será obligación de las autoridades mencionadas, la debida señalización de estas restricciones.*

*“Parágrafo. La entidad encargada de fijar la velocidad máxima y mínima, en las zonas urbanas de que trata el artículo 106 y en las carreteras nacionales y departamentales de que trata este artículo, debe establecer los límites de velocidad de forma sectorizada, razonable, apropiada y coherente con el tráfico vehicular, las condiciones del medio ambiente, la infraestructura vial, el estado de las vías, visibilidad, las especificaciones de la vía, su velocidad de diseño, las características de operación de la vía”. (Congreso de la República de Colombia, 2008)*

Este último parágrafo de la normativa, referido a la necesidad de establecer límites de velocidad coherentes con el contexto de la vía, es fundamental para considerar diversas opciones de ciclo-inclusión apoyadas en la adaptación del sistema vial a la circulación cómoda y segura de las bicicletas.

Como consecuencia del marco normativo vigente, la planificación y construcción de ciclo-infraestructura puede depender de varias instituciones encargadas de los siguientes ámbitos de la intervención pública:

- » Planificación general de la ciudad y, en ocasiones, definición de estándares de diseño generalmente a través de Planes de Ordenamiento Territorial, Esquemas de Ordenamiento Territorial y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (Secretarías de Planeación o equivalentes).
- » Definición de políticas de movilidad, regulaciones y señalización (Secretaría de Movilidad o de Tránsito, según sea el caso).
- » Construcción de la infraestructura y, hasta cierto punto, definición de estándares de diseño (Secretaría de Infraestructura, Instituto de Desarrollo Urbano o sus equivalentes).
- » Gestión de sistemas de transporte masivo.

Debido a esta pluralidad en responsabilidades, a veces es difícil definir cuál entidad está a cargo de cada tipo de intervención. En el caso de Bogotá la ciclo-infraestructura ha sido planeada, diseñada y/o implementada por la Secretaría de Planeación Distrital (planeó), Secretaría de Movilidad (planeó, diseño, implementó – “ciclocarriles”), Instituto de Desarrollo Urbano (planeó, diseño, implementó – “ciclorrutas”) e incluso otras entidades a cargo de recreación (IDRD, a cargo de parques de la ciudad) o de acueducto (EAAB, a cargo de rondas de ríos y demás cuerpos de agua, quienes han construido ciclorrutas) y el ente gestor de TransMilenio (diseño y/o aprobó diseños para lo que el IDU construyó). En este sentido, es importante que las entidades tengan una coordinación adecuada para implementar ciclo-infraestructura que responda a una política general, una red específica y unos estándares de diseño para poder monitorear resultados.

También es importante garantizar coordinación con entidades de servicios públicos que estén a cargo de otras intervenciones de infraestructura complementaria como instalación de postes, paraderos de transporte público y demás.

Por todo esto, es importante la creación de un plan de ciclo-infraestructura que defina, entre otros componentes, una ciclorred que responda a las demandas actuales y futuras de los usuarios, así como la estructuración de planes, programas y proyectos de intervención a mediano y largo plazo. Este plan debe estar articulado con el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio o similar (POT, EOT, PBOT) y adoptarse como un plan maestro. Este proceso ya lo ha realizado el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con su Plan Maestro Metropolitano de la Bicicleta (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Elejalde López, & Martínez Ruíz, 2015), y Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá & Instituto de Desarrollo Urbano, 1998) mediante el desarrollo de un Plan Maestro de Ciclorrutas en 1999 que no fue adoptado por decreto y actualmente está en proceso de reformulación.

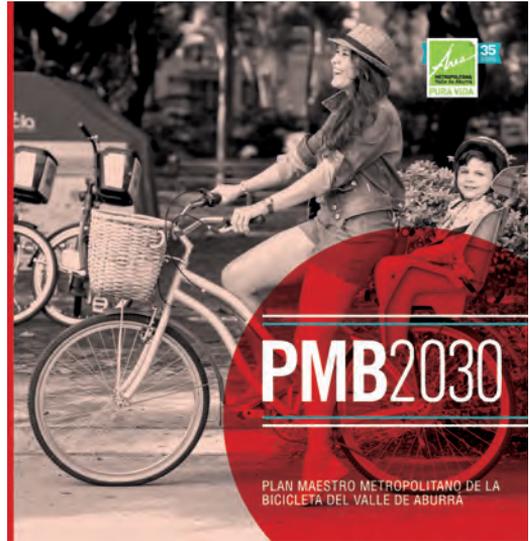


Foto 15. Plan Maestro Metropolitano de la bicicleta para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fuente AMVA (2015)

## 2.3 REFLEXIONES PREVIAS SOBRE LAS CICLORREDES

### 2.3.1 Para qué ciclorredes

Dado que la bicicleta es un vehículo (artículo 2 del Código Nacional de Tránsito, Ministerio de Transporte de Colombia, 2002), la primera cuestión que cabe plantearse es si requiere una infraestructura especial para su circulación o si, por el contrario, le basta adaptarse a las vías que emplea el conjunto de medios de transporte motorizado.

La mayoría de las personas que promocionan la bicicleta, tanto desde el campo del activismo o de la planificación y el diseño urbano, consideran que, para su uso masivo por parte de la población, incluyendo menores, mayores y personas poco habituadas inicialmente a pedalear, es requisito imprescindible mejorar las condiciones de seguridad para la circulación de este vehículo en contraposición a los motorizados. Esa exigencia se traduce en la necesidad, “aquí y ahora”, de establecer algunos espacios especialmente acondicionados o segregados para la circulación ciclista en determinadas calles de la ciudad, especialmente en las que el conflicto con el tráfico motorizado sea intenso. Sin embargo, hay una corriente del activismo ciclista que defiende que la bicicleta no requiere infraestructura especial, sino un cambio en los comportamientos de las personas que interactúan en el tráfico, nuevas condiciones de velocidad que permitan la compatibilidad entre vehículos heterogéneos y una formación específica de las personas que pedalean para encontrar su sitio entre los vehículos a motor (véase, por ejemplo, Forester, 1993).

Los dos enfoques tienen un mismo objetivo, la extensión y normalización del uso de la bicicleta en las ciudades, pero se diferencian en la ESTRATEGIA a seguir para alcanzar esa meta, es decir, difieren en la concepción del proceso de transformación urbana requerido, en las medidas a tomar en cada fase y en el énfasis que hay que poner en cada una de ellas.

En el proceso de ciclo-inclusión, la infraestructura segregada es considerada una pieza de un rompecabezas más amplio, en el que se requieren otras muchas como, por ejemplo, el acondicionamiento pro-bici y el calmado del tráfico en las vías que no dispongan de ciclo-infraestructura, la transformación de los comportamientos en el espacio público y la formación en las habilidades ciclistas para circular entre vehículos heterogéneos.

Esta estrategia necesariamente ha de ser evolutiva y enraizada localmente. Evolutiva en la medida en que las necesidades de la ciclo-inclusión van modificándose conforme lo hace la cultura de la movilidad y de la bicicleta. Y enraizada localmente por cuanto cada ciudad y cada barrio, como se ha podido comprobar en la investigación realizada, presentan características y necesidades diferentes para avanzar en el proceso de normalización en ciudades colombianas.

En definitiva, la infraestructura ciclo-inclusiva como objeto principal de esta guía, es una pieza importante de una ESTRATEGIA más completa y compleja de incorporación de la bicicleta que cada ciudad debe concebir en función de sus condiciones de partida.

La Figura 14 presenta las distintas dimensiones a considerar según los lugares donde se vaya a intervenir. Esto es útil para poder desarrollar una estrategia que sea coherente con la vocación de cada vía y su función en la ciudad. Las siguientes subsecciones analizan algunas dimensiones adicionales a considerar.

### 2.3.2 Segregación, flujo y función de tráfico vs integración y función social



Figura 14. Dimensiones de planificación de ciclo-infraestructura

Los modelos de ciclo-infraestructura describen un amplio marco de opciones que van desde la segregación completa de la bicicleta en vías e incluso intersecciones (resueltas mediante pasos a desnivel), como es el caso de algunas ciudades europeas desarrolladas en la mitad del siglo veinte (como Stevenage en el Reino Unido) hasta la integración completa de la circulación ciclista en la malla vial general, aplicando exclusivamente medidas de calmado del tráfico, como ocurre en los centros de varias poblaciones italianas como Ferrara, que reiteran la función social del entorno.

Sin embargo, en la mayoría de las ciudades se ha optado históricamente por opciones mixtas, es decir, opciones que segregan a las bicicletas en determinadas vías y que las integran en el resto, allí donde es posible la convivencia con los vehículos motorizados debido a la moderación de su número y velocidad. En las ciudades colombianas también se está optando por opciones mixtas, aunque las medidas de calmado del tráfico son todavía incipientes.



Foto 16. Ejemplos de segregación en distintas ciudades del mundo.

Aunque existe una amplia gama de opciones de segregación y de integración, se puede realizar una primera aproximación a las ventajas e inconvenientes de estas dos opciones con el fin de establecer, de nuevo, una ESTRATEGIA adecuada en cada municipio, tal y como se hace en la Tabla 7.

Tabla 7. Ventajas e inconvenientes de vías segregadas e integradas

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Vías ciclistas segregadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Percepción de seguridad elevada</li> <li>» Comodidad elevada de circulación ciclista</li> <li>» Evitan la congestión vehicular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Diseño complicado de las intersecciones, sobre todo para los cruces peatonales</li> <li>» Encaje difícil de las paradas del transporte colectivo</li> <li>» Costo elevado</li> <li>» No pueden cubrir todas las calles de una ciudad</li> </ul>
Integración de la bicicleta en la red vial con medidas de calmado del tráfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Flexibilidad en el uso ciclista de las vías</li> <li>» Facilidad elevada para el diseño y la ejecución, sobre todo en las intersecciones</li> <li>» Costo reducido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Ofrecen una imagen menos segura, sobre todo para las personas vulnerables y las no acostumbradas a circular entre vehículos motorizados</li> <li>» Afectada por la congestión del tránsito vehicular</li> </ul>

En ese marco de reflexión, un factor clave para la elección del modelo de ciclorred es la velocidad y la intensidad del tránsito motorizado. Esta situación ha sido demostrada por varios manuales internacionales (Celis Consult, 2014; CROW, 2007; Haase, 2012) y se confirmó su relevancia en las consultas de actores clave realizadas durante la preparación de esta guía. Véase la figura 15 para una descripción gráfica. La sección 3.2.3.1 describe esto en mayor detalle.



Figura 15. La relación entre el tráfico motorizado y la segregación de la ciclo-infraestructura

### 2.3.3 Unidireccional vs. bidireccional

Otro rasgo fundamental del modelo de ciclorred es su carácter unidireccional o bidireccional, es decir, su diseño para uno o dos sentidos de circulación. En muchas ciudades se han construido las primeras vías ciclistas bajo el modelo bidireccional, sumando los dos sentidos de circulación en uno de los dos costados de la vía, bajo criterios de costo y menor ocupación de espacio.

Sin embargo, la elección de ese modelo y su extensión en toda una ciclorred tiene consecuencias, ya que su aplicación no es neutral frente a aspectos como la seguridad o comodidad ciclista y los conflictos con los peatones.

Como regla general, se puede afirmar que la variante bidireccional no es la más recomendable para vías ciclistas en entornos urbanos, dada su mayor inseguridad en los cruces en los que es más difícil alertar a los conductores de los vehículos que deben tener en cuenta un doble flujo ciclista. En cualquier caso, la opción bidireccional puede ser aceptable en determinados casos que se especifican en la sección 3.2.2.

### 2.3.4 Riesgo vs. comodidad

La seguridad vial es sólo un factor en el diseño de ciclorredes. Pero hay otros factores, como por ejemplo la rapidez, la comodidad o el atractivo del desplazamiento en bici. Es decir, aunque la circulación en bicicleta por la calzada sea segura, puede haber otros argumentos más que se recomiendan intervenir y acondicionar la red vial para el ciclista.

Así, por ejemplo, la masificación de los automóviles puede obstaculizar la circulación en bicicleta y reducir la rapidez del desplazamiento. Al mismo tiempo, la contaminación acústica y atmosférica empeora el atractivo de la circulación en bicicleta.

En otras palabras, una ciclorred pretende mejorar las condiciones de seguridad, rapidez, comodidad y atractivo para moverse en bicicleta y constituye por lo tanto una condición necesaria para fomentar o consolidar el uso de la bicicleta como modo de transporte. Pero, obviamente, no es una condición suficiente.

En los desplazamientos, las personas buscan un equilibrio entre el riesgo asumido y los beneficios a obtener con el movimiento. En el caso de la bicicleta, si se identifica el riesgo con el atropello o choque contra otro vehículo, el modelo de ciclo-infraestructura preferido para evitar los siniestros sería de completa segregación de los vehículos motorizados respecto a las bicicletas. Sin embargo, al intentar trasladar ese modelo de segregación extrema a la realidad se encuentran dos problemas fundamentales:

- » División y fragmentación del espacio público,
- » Imposibilidad de extensión a todas las calles y vías de la ciudad.

Además, el confinamiento extremo de las bicicletas en un espacio determinado resta versatilidad a sus desplazamientos y rapidez.

### 2.3.5 Bajo costo vs. efectividad

La contraposición entre el costo y la efectividad es falsa. Una ciclo-infraestructura de costo reducido no tiene por qué ser poco efectiva y, a la inversa, una ciclo-infraestructura costosa no tiene por qué ser eficaz para alcanzar los objetivos perseguidos.

El concepto de bajo costo es evidentemente relativo pues depende de la perspectiva de gasto general y de la propia importancia que se le da al motivo para realizar dicho gasto en las políticas públicas. Puede haber intervenciones costosas pero que tengan un costo relativamente reducido con respecto a la opción de no hacer nada o de hacer otras intervenciones alternativas. Y puede haber intervenciones de bajo costo pero mal hechas que, a la larga, resulten costosas.

Pero, además, cuando el costo se relaciona con la efectividad, el vínculo es aún más relativo, pues el concepto de eficacia o efectividad tiene una gran carga subjetiva y requiere también situar la intervención en el tiempo. La efectividad depende de los objetivos establecidos y se construye a lo largo del tiempo: una ciclo-infraestructura puede ser poco efectiva en términos del número de personas que la utilizan en el periodo inmediatamente posterior a su ejecución, pero puede contribuir al éxito en el medio y largo plazo de una política de promoción de la bicicleta.

En conclusión, se pueden establecer algunas ideas para reflexionar sobre el costo de la ciclo-infraestructura y su efectividad:

- » **COSTO.** El empleo del mínimo de recursos debe formar parte del marco de reflexión del diseño de cualquier infraestructura, incluyendo las pensadas para la bicicleta, pero lo que es realmente esencial es contrastar si con los presupuestos disponibles se puede mejorar las condiciones reales y percibidas para utilizar la bicicleta. Se trata, por tanto, de comprender las intervenciones en ciclo-infraestructura como parte de un proceso, para el que se requiere una ESTRATEGIA, en la que el empleo óptimo de los recursos es una pieza fundamental para alcanzar las metas propuestas.

- » **EFFECTIVIDAD.** Los resultados deben ser analizados y medidos de manera multidimensional, evaluando la intervención no sólo desde perspectivas cuantitativas, como por ejemplo el número de bicicletas que utilizan la ciclo-infraestructura, o el crecimiento de dicho número, sino también los cambios cualitativos en la percepción de este medio de transporte por parte de la ciudadanía. Además, como se ha señalado, entendiendo la política de la bicicleta como un proceso, su efectividad debe ser considerada a lo largo del tiempo.

## 2.4 LA PLANIFICACIÓN DE CICLORREDES

### 2.4.1 Criterios para la planificación y el trazado

#### 2.4.1.1 TIPOS DE USUARIOS

Los ciclistas no constituyen un colectivo homogéneo en cuanto a sus necesidades, motivos y planteamientos en el uso de la bicicleta. Simplificando, se pueden distinguir cinco grandes grupos de usuarios de la bicicleta según sus motivaciones:

- » **Usuario cotidiano:** que se desplaza por motivo trabajo, escuela u otros motivos y que puede emplear bicicletas convencionales o de carga.
- » **Usuario recreativo o de paseo:** emplea la bicicleta básicamente como forma de ocio, recorriendo parques o caminos o aprovechando las ciclovías recreativas.
- » **Cicloturista:** emplea la bicicleta como medio de transporte recreativo y turístico, generalmente en recorridos largos y de varios días de duración.
- » **Ciclista deportivo de carretera /ruta:** este es un usuario que usa la bicicleta con un fin deportivo y generalmente en carreteras interurbanas.
- » **Ciclista deportivo de montaña:** utiliza la bicicleta con un fin deportivo pero en rutas fuera de las vías pavimentadas (en trochas y caminos).

Evidentemente no son idénticos los requerimientos de seguridad y comodidad del ciclista de paseo que se incorpora a la circulación y empieza a usar este medio de transporte, que los que corresponden a un ciclista experimentado que se desplaza habitualmente en bicicleta.

Ni siquiera los trayectos o la longitud de los desplazamientos son los mismos, así por ejemplo un ciclista cotidiano puede dar preferencia a un trazado más directo por una calle mientras que un ciclista de paseo suele dar preferencia a un recorrido por zonas verdes, más tranquilas y percibidas como más seguras, aunque la distancia recorrida sea mayor.

La Tabla 8 presenta un resumen de los perfiles de grupos de usuarios y algunas indicaciones sobre sus desplazamientos típicos.

Tabla 8. Perfiles de los grupos de usuarios y modalidades de desplazamientos

TIPO DE CICLISTA	MOTIVO PRINCIPAL DE VIAJE	LONGITUD DEL RECORRIDO TÍPICO	MODALIDAD DEL VIAJE	VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE
Urbano cotidiano	Trabajo, escuela, compras, relaciones personales, etc.	3-8 km en cada viaje de ida o de vuelta	Viajes en solitario	15-20 km/h
Urbano cotidiano de carga	Bicicleta de carga como vehículo de trabajo	3-8 km	Viaje con carga como propósito principal de viaje	10 km/h
Recreativo de paseo	Ejercicio saludable	5-12 km	Viajes en parejas o pequeños grupos	10-15 km/h
Recreativo de días festivos	Acceso y disfrute de la naturaleza y al medio rural	20-40 km	Viajes familiares o en pequeños grupos	10-15 km/h
Cicloturista	Turismo de "mochilero", disfrute de la naturaleza y el patrimonio cultural.	40-80 km	Viajes en solitario, parejas o pequeños grupos	15 - 25 km/h
Deportivo de carretera /ruta	Ejercicio intenso al aire libre	50-120 km	Viajes en solitario, pequeños grupos o pelotones	30 - 35 km/h
Deportivo de montaña	Ejercicio intenso en la naturaleza	30-50 km	Viajes sobre todo en pequeños grupos	Muy variable en función de las pendientes

Por ese motivo, la primera reflexión que debe realizarse en un ejercicio de planificación de la bicicleta es el del tipo de usuario al que principalmente va dirigida la infraestructura.

A estos principales grupos de usuarios y demandas hay que añadir que la infraestructura vial para este medio de transporte puede, y en ocasiones debe, ser utilizada por otras personas como peatones, patinadores, triciclos de carga, personas con silla de ruedas, o incluso vehículos motorizados destinados a la actividad agraria o al acceso a ciertas edificaciones. Incluso existe una variada gama de bicicletas (bicis eléctricas, con tráiler o remolque, etc.) que se traducen en distintos requerimientos de ancho, radios de giro, etc. Por otro lado, en muchos casos no es necesario crear una infraestructura nueva, sino aprovechar la red vial existente, siempre y cuando existan o se creen las condiciones adecuadas para el uso compartido con el tráfico motorizado.

Asimismo, dentro de un mismo grupo de usuarios pueden existir diferencias importantes respecto a la capacidad de actuar ante situaciones complejas del tráfico (que suele variar mucho en función de la edad y la experiencia del usuario) o diferentes exigencias en cuanto a la seguridad del espacio público.

Todo ello genera, en principio, una complejidad superior a la que se suele asignar a este medio de transporte, pues exige establecer ciertas prioridades, ciertas condiciones de compatibilidad para la combinación de los diferentes intereses y objetivos en juego, y ciertas regulaciones del uso de las vías.

Pero frente a esa teórica desventaja a la hora de definir los trazados y las características técnicas, se cuenta con la ventaja que supone el crecimiento de la demanda potencial. En efecto, orientando la ciclorred a diversos tipos de bicicleta y maneras de entender su uso, el resultado será la acumulación de usuarios potenciales y, con ello, mayores expectativas de éxito de las rutas. Ése es quizás el primer reto de la red a proponer: conseguir atraer un número suficiente de diferentes tipos de usuarios, que empleen tramos diversos, en momentos y días distintos y con propósitos variados.

#### 2.4.1.2 EXIGENCIAS DE LOS DISTINTOS GRUPOS DE USUARIOS

Cada grupo de usuarios plantea diferentes exigencias a la infraestructura cuyo cumplimiento es necesario, deseable o requerido solamente en ocasiones o situaciones determinadas tal y como se puede observar en la Tabla 9 de manera ilustrativa.

Tabla 9. Aproximación a las exigencias de la infraestructura según tipo de ciclista

	URBANO COTIDIANO		RECREATIVO	CICLO TURISMO	DEPORTIVO CARRETERA	DEPORTIVO MONTAÑA
	NIÑOS / PERSONAS MAYORES	ADULTO				
Segregación del tráfico motorizado	●●	●	●●	●	○	●●●
Segregación del espacio peatonal	●	●●●	○	●	●●●	●
Seguridad ciudadana	●●●	●●	●●●	●●	●	●
Trayecto directo	●●	●●●	○	●	○	○
Gradiente	●●●	●●	●●	●	○	○
Superficie/ Rodadura	●●	●●	●	●●	●●●	○
Señalización informativa	○	○	○	●●	○	●
Entorno	●	●	●●●	●●●	○	●●

○ Poca relevancia, ● Ocasionalmente, ●● Deseable, ●●● Importante

Mientras que los ciclistas cotidianos y recreativos tienen muchos requerimientos comunes, las exigencias de los de carretera y montaña presentan un escenario especial, muy diferente también entre ambos.

Evidentemente, dentro de cada grupo hay variaciones. El de los ciclistas cotidianos, por ejemplo, es un grupo heterogéneo, en el que las exigencias pueden variar según la persona o su motivo de desplazamiento. Un niño que se desplaza solo en bicicleta en la ciudad puede requerir una mayor segregación del tráfico motorizado que una persona adulta.

Las exigencias más importantes para el grupo de los ciclistas cotidianos es la minimización de los desvíos/longitudes (rapidez) y de las pendientes para reducir los esfuerzos y llegar lo más rápido posible al destino. También la capa de rodadura tiene cierta importancia al incidir en el confort de los desplazamientos. Todo tipo de ciclo-infraestructura es adecuado para este grupo de usuarios, y también las calles y carreteras de tráfico motorizado suficientemente calmado. Por motivos de rapidez y seguridad, es preferible que las vías ciclistas sean unidireccionales, con el ancho adecuada en cada caso<sup>7</sup>.

Los ciclistas recreativos o de paseo suelen utilizar la bicicleta para realizar recorridos en la proximidad de su vivienda durante la semana o excursiones de mayor longitud los fines de semanas o días festivos. Este grupo está más predispuesto a posibles rodeos o mayores pendientes, mientras que el recorrido sea atractivo (paisaje, poca contaminación, etc.). Dado que los ciclistas de paseo no son necesariamente experimentados en la circulación por la ciudad, suelen dar preferencia a vías ciclistas segregadas de la calzada, con trazado independiente de la red vial. Los ciclistas recreativos suelen viajar en pequeños grupos (pareja, familia, amigos). Por tanto, es preferible que la infraestructura sea bidireccional. La sección debe ser generosa para permitir el cruce de bicicletas con remolque. Finalmente conviene recordar que los ciclistas de paseo son en principio el grupo más compatible con el uso compartido de la infraestructura con el peatón debido a la forma calmada y tranquila de sus desplazamientos. La infraestructura preferente son caminos o vías ciclistas independientes de la red vial.

Los cicloturistas se diferencian del grupo de los ciclistas recreativos en que suelen recorrer distancias mayores y realizar rutas de varios días por lo que se suelen desplazar a una mayor velocidad. Muchos cicloturistas llevan equipajes de hasta 20 kilogramos o más por lo que requieren más espacio en la sección y son más sensibles a las irregularidades de la superficie del pavimento. La infraestructura preferente son caminos anchos con buena superficie y carreteras locales con poco tráfico motorizado y de poco desnivel.

Los ciclistas deportivos de carretera/ruta tienen unas exigencias muy diferentes, casi opuestas, al resto de los grupos, ya que suelen recorrer largas distancias a velocidades elevadas. El entorno juega un papel secundario y se buscan incluso trayectos con mucho desnivel. En principio todas las carreteras convencionales son aptas para este grupo de usuarios, mientras que el volumen de vehículos motorizados (Tránsito promedio diario - TPD) no sea muy elevado. Salvo casos o tramos excepcionales, siempre debe existir una segregación estricta entre los ciclistas deportivos y los peatones.

Los ciclistas deportivos de montaña buscan trayectos por caminos estrechos con mucho desnivel a través de espacios naturales. Debido a que la conducción deportiva de estos usuarios puede resultar agresiva, la coincidencia con senderistas, ciclistas de paseo u otros usuarios puede derivar en conflictos entre sí.

---

<sup>7</sup> Existen ciudades como Copenhague que buscan generar ciclo-infraestructura donde sea posible el "ciclismo conversacional" donde se pueda conversar al circular, y donde se busca tener dos carriles por sentido en la mayoría de la infraestructura como meta de largo plazo (The Technical and Environmental Administration, 2011).

## 2.4.1.3 REQUISITOS BÁSICOS DE LAS CICLORREDES

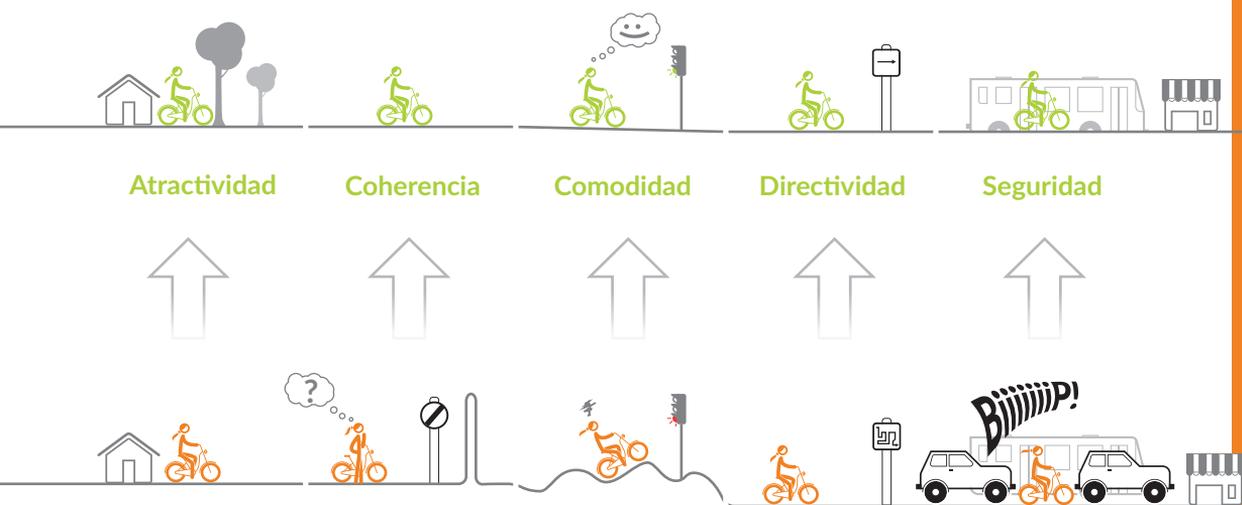


Figura 16. Requisitos básicos de las ciclorredes

Los principales requisitos que deben cumplir las ciclorredes se ilustran en la Figura 16 y se describen a continuación:

### Seguridad

La seguridad, que se refiere tanto a la vial, como a la ciudadana, es decir, que tiene en cuenta no solo a los conflictos con otros vehículos o con peatones, sino también a los derivados de la criminalidad. En ambos casos, es importante atender tanto a la seguridad objetiva, medida por ejemplo a través de las cifras de siniestros o de delitos, como de la seguridad percibida, evaluable mediante técnicas de investigación social. En lo que atañe a la seguridad vial, es fundamental considerar no solo la calidad de la ciclo-infraestructura en los tramos de la ciclorred, sino también el tratamiento de las intersecciones sin las cuales ésta no existe. Tanto el trazado como el diseño deben minimizar las situaciones de riesgo real y percibido con relación a otros vehículos y peatones (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015; CROW, 2007; ITDP & I-CE, 2011; Transport for London, 2014) y, también, ante posibles delitos, lo que supone contemplar la ciclorred desde la perspectiva de género y generación; desde la mirada de las mujeres y desde las miradas de la infancia y las personas mayores.

### Directividad

La directividad, que se entiende como la búsqueda de los caminos más cortos y directos entre los diferentes orígenes y destinos de desplazamiento que debe facilitar la ciclorred. La red debe propiciar rutas lo más directas posibles, en donde se reduzcan al mínimo los desvíos, es decir, la diferencia entre el recorrido a "vuelo de pájaro" y el realizado por la bicicleta. (CROW, 2007; ITDP & I-CE, 2011b; Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015; Pettinga et al., 2009; Transport for London, 2014). La directividad se relaciona así con el tiempo empleado por las personas para sus recorridos en bicicleta y, por tanto, con la velocidad de los mismos, con la frecuencia de detenciones y el número de intersecciones.

### Coherencia

La coherencia, que presenta tres facetas complementarias. La primera es la necesidad de que la ciclorred sea apropiada a los perfiles de personas que la van a utilizar, es decir, que atienda a la mayor o menor

vulnerabilidad o a la mayor o menor habilidad de las personas en el uso de la bicicleta. La segunda faceta es la que tiene que ver con la extensión de la red para atender los objetivos previstos y satisfacer una gama suficiente de orígenes y destinos de desplazamiento, incluyendo los que facilitan la combinación de la bicicleta con el transporte público (para una descripción más detallada de la intermodalidad véase el capítulo 4 de esta guía). Y, por último, la red debe ser coherente en cuanto a ofrecer continuidad de las rutas, aclarando la conexión o relación lógica de unos tramos de vías con otros, sin interrupciones ni cambios de diseño incomprensibles para las personas que pedalean.

### **Comodidad**

La comodidad, que se define como la reducción del esfuerzo físico y mental derivado de utilizar la bicicleta, pretende evitar la tensión permanente en la convivencia con los demás actores de la vía, las paradas, arranques y aceleraciones repetidas, las pendientes acusadas, las vibraciones o molestias causadas por el pavimento y los obstáculos que pueden surgir en el camino. Ese tipo de esfuerzos puede ser minimizado a través del trazado y el diseño de las ciclorredes, en la selección de las rutas, la elección de las tipologías y el tratamiento de los detalles como las intersecciones, la relación con otros vehículos y peatones o la pavimentación.

### **Atractividad**

La atractividad se define como el conjunto de percepciones del ciclista que hacen que le resulte amable y estimulante el uso de la ciclorred. Para ello, se deben aprovechar los recursos paisajísticos y ambientales que ofrece el entorno y proponer recorridos que ofrezcan bajos niveles de contaminación acústica y atmosférica. Es el requisito más difuso en términos de medición y consenso (Pettinga et al., 2009).

La distribución en el territorio de una red se completa con el recurso a la intermodalidad, es decir, con el trazado de los itinerarios apoyados en las estaciones y paradas del transporte colectivo, de manera que se multipliquen las oportunidades de recorrido y se fortalezca el sistema de modos de desplazamiento sostenibles (para una descripción más detallada de la intermodalidad a través de integración, véase el capítulo 4 de esta guía).

#### **2.4.1.4 TIPOS DE CICLORREDES**

Se puede diferenciar ciclorredes en función del territorio que cubren (redes municipales, redes departamentales o regionales, nacionales o incluso continentales) o en función de los grupos de usuarios previstos (redes de movilidad cotidiana, redes recreativas, redes de uso deportivo, etc.).

Aunque son redes para grupos de usuarios diferentes o tienen un ámbito de implantación distinto, es importante garantizar una integración transversal de las distintas redes, para que haya conexiones entre las redes municipales y las redes supramunicipales o las redes recreativas y de la movilidad cotidiana. Al mismo tiempo, la integración de las redes garantiza una racionalización de los recursos, ya que muchas veces un tramo puede y debe formar parte de redes de diferentes jerarquías o fines. La necesidad de integrar transversalmente las redes de distinta función requiere una estrecha coordinación y cooperación entre las distintas administraciones e instituciones públicas.

#### **2.4.1.5 LA JERARQUÍA DE LA RED**

Dos de las principales ventajas de la bicicleta en la ciudad son la flexibilidad y la rapidez. Estas ventajas solo pueden aprovecharse si la máxima cantidad de calles, caminos y otras vías son apropiadas para andar en bicicleta. En teoría, esto significa que la red debe ser tan extensa y la malla tan fina como sea posible, es decir, el objetivo debería ser que todas las calles y vías sean seguras para la circulación en bicicleta.

No obstante, dentro de esta red idónea extensa y de malla fina puede haber algunos recorridos donde hay más demanda de ciclistas o donde existe un alto potencial. La existencia de ejes de mayor demanda o potencial aconseja distinguir entre distintos niveles de la ciclo-infraestructura para poder ofrecer una mayor calidad en los itinerarios principales (de mayor demanda).

Por lo tanto, las ciclorredes se suelen estructurar por recorridos principales, que constituyen su columna vertebral y que suelen canalizar los mayores flujos de la movilidad ciclista. Debido a esta vocación, los requisitos para el diseño y dimensionamiento de la ciclo-infraestructura suelen ser más exigentes que en los ejes secundarios o complementarios.

En una primera fase, en las ciudades donde todavía no existe una cultura consolidada de la bicicleta, se suele empezar con la implantación de una red básica constituida por los recorridos principales, que sirven de soporte para la creación posterior de una malla complementaria más densa de vías ciclo-inclusivas.

## 2.4.2 Metodología para el trazado

### 2.4.2.1 PUNTOS DE PARTIDA: DESTINOS, ORÍGENES, USUARIOS

El trazado de la ciclo-infraestructura debe buscar el equilibrio entre facilitar el acceso a los principales destinos de un territorio, y garantizar la conexión más directa entre los principales focos de generación y atracción de desplazamientos.

#### **Redes urbanas**

Normalmente, las áreas de origen son las residenciales. La escala para la cual se diseña la ciclorred indica si se debe incluir un origen o destino en particular. Para la escala de un municipio o ciudad, los destinos habituales más importantes para la movilidad ciclista (y para los demás modos de transporte) son:

- » Centros urbanos o zonas de actividad terciaria,
- » Centros comerciales y de ocio,
- » Concentraciones de empleo, tales como empresas grandes o parques empresariales,
- » Edificios gubernamentales y otros con una función pública importante,
- » Centros de estudio, colegios, institutos y universidades,
- » Equipamientos deportivos: piscinas, campos de deporte, áreas recreativas,
- » Otros grandes equipamientos como hospitales y centros culturales,
- » Nodos principales de transporte público (ferrocarril, bus, tranvía etc.),
- » Enlaces con ciclorredes en el entorno regional o de los municipios colindantes,
- » Parques y monumentos.

A la escala de una región o área metropolitana, los destinos y orígenes son:

- » Principales ciudades y áreas urbanas del territorio,
- » Polígonos industriales o parques empresariales,
- » Principales terminales de transporte público (ferrocarril, bus, etc.),
- » Lugares turísticos, monumentos, etc.,
- » Espacios naturales y de interés paisajístico, lugares de importancia comunitaria,
- » Sitios atractivos por la prestación de servicios como centros comerciales, supermercados, etc.,
- » Enlaces con ciclorredes en el entorno regional o nacional.

### 2.4.2.2 LÍNEAS DE DESEO Y ADAPTACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Una vez identificados los orígenes y destinos en una escala apropiada, se trazan las conexiones entre ellos, las denominadas “líneas de deseo o de preferencia”. Las líneas de deseo se utilizan para marcar las conexiones más directas entre las áreas de origen y destino independientemente del trazado de la red vial. Se trata por lo tanto de una presentación abstracta del patrón de viajes en bicicleta esperados. Su densidad en una determinada zona es el factor que indica la conveniencia de trazar de manera prioritaria una ruta ciclista en dicho ámbito.

En el siguiente paso se traducen las líneas de deseo en rutas, creando una red teórica para el conjunto de destinos elegidos. Las rutas que la configuran son adaptaciones de las líneas de deseo a la estructura urbana existente, procurando la simplificación o agrupación en segmentos del mayor número posible de líneas de deseo.

Los criterios principales para el trazado de estas rutas teóricas son la continuidad y la rapidez, evitando dar rodeos innecesarios o trazados con mayor desnivel acumulado. Pero hay otros criterios que se detallan en el capítulo siguiente.

Para comprobar si esta red teórica obtenida es coherente con el uso actual de la bicicleta, conviene hacer comprobaciones mediante conteos en los ejes donde se detecte una mayor demanda o, por ejemplo, mediante la consulta de “heat maps” (mapas de calor), donde queda registrado, a través de las nuevas tecnologías de la telecomunicación, por dónde circulan los ciclistas en la actualidad

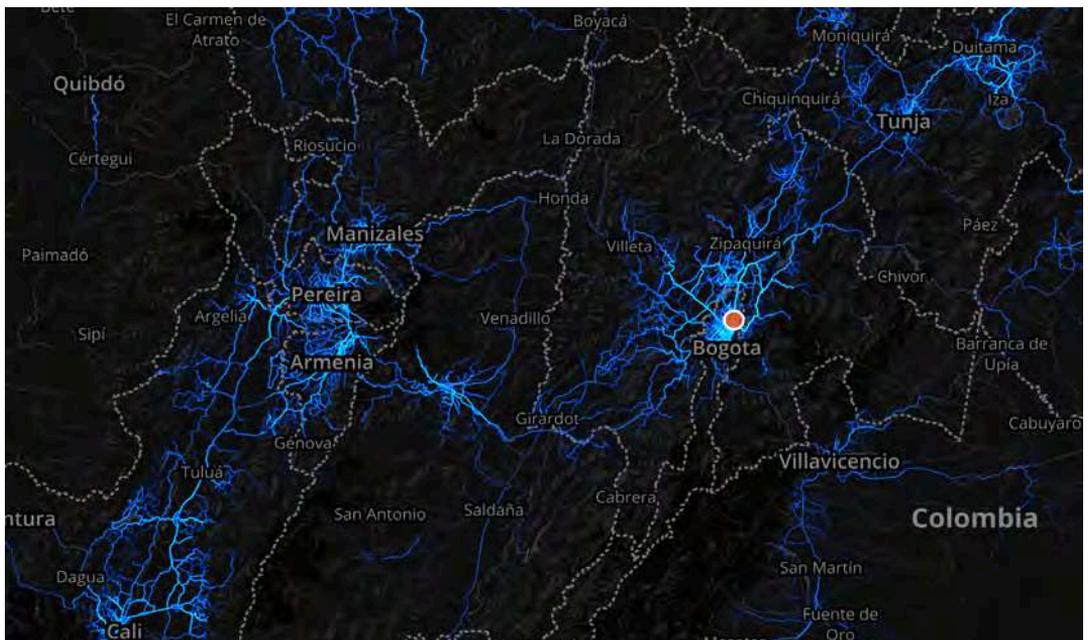


Figura 17. Mapa de calor de la demanda ciclista (recreativa) en Colombia (zona central). Fuente: Strava Metro

### 2.4.2.3 REQUERIMIENTOS PARA EL TRAZADO

Tal como se comentaba antes, la adaptación de las líneas de deseo a la trama urbana existente se hace bajo la premisa de encontrar aquella ruta que en mayor grado cumpla los requisitos básicos: la seguridad, coherencia, comodidad, rapidez (directividad) y atractivo de los desplazamientos en bicicleta. De estos requisitos básicos se pueden deducir una serie de criterios de aplicación que se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10. Requisitos para el trazado de la ciclorred

REQUISITOS		APLICACIÓN
Seguridad vial	Seguridad objetiva	Evitar trazados por calles con altas velocidades e intensidades del tráfico motorizado o cruce de las mismas
	Seguridad subjetiva	Evitar situaciones en las que los usuarios se sientan inseguros o estresados
Directividad	Facilitar las velocidades deseadas	Facilitar maniobras de adelantamiento Ofrecer infraestructura o trazados diferentes para usuarios con velocidades diferentes y/o incompatibles
	Minimizar la pérdida de tiempo	Reducción de los rodeos/longitudes Optimizar las intersecciones y cruces para ciclistas Reducción del número de cruces con pérdida de prioridad
Coherencia	Facilitar el recorrido con claridad sobre la ruta	Evitar los cambios en tipologías en un corredor específico Utilizar señalización horizontal y vertical, particularmente en lugares de cambio de rutas o tipologías Seguir un diseño estándar para cada tipología en toda la red
Comodidad	Minimizar los esfuerzos	Reducción de pendientes Reducción de puntos de paradas Radios adecuados en curvas
Atractividad	Entorno visual	Trazado por zonas de alto valor arquitectónico o paisajístico
	Calidad de aire	Trazado por zonas / calles con poco tráfico
		Trazado por zonas / calles animadas
		Trazado por zonas / calles con sombras / arbolado para mitigar la radiación solar

En algunas ocasiones no es posible proyectar una línea de deseo entre un origen y un destino sobre la red vial existente que cumpla de forma satisfactoria todos los requisitos. En este caso, conviene valorar la opción de trazar un recorrido nuevo o ponderar los requisitos para definir la importancia de los mismos según el contexto local o el tipo de demanda previsto.

## 2.5 CICLORREDES Y TRANSPORTE PÚBLICO

Las ciclorredes pueden tejer una amplia alianza con el transporte público, mejorando las oportunidades y el alcance de ambos modos de transporte. Hay que tener en cuenta que los viajes pueden estar compuestos por una cadena de desplazamientos más cortos que incluyen tramos (o “eslabones del viaje”) a pie o en otros vehículos, entre los cuales puede estar la bicicleta. Véase Figura 18.

La flexibilidad de uso de la bicicleta, su radio de acción y su escasa ocupación de espacio son cualidades que, como se puede apreciar en el apartado siguiente, combinan de modo excelente con el transporte colectivo.

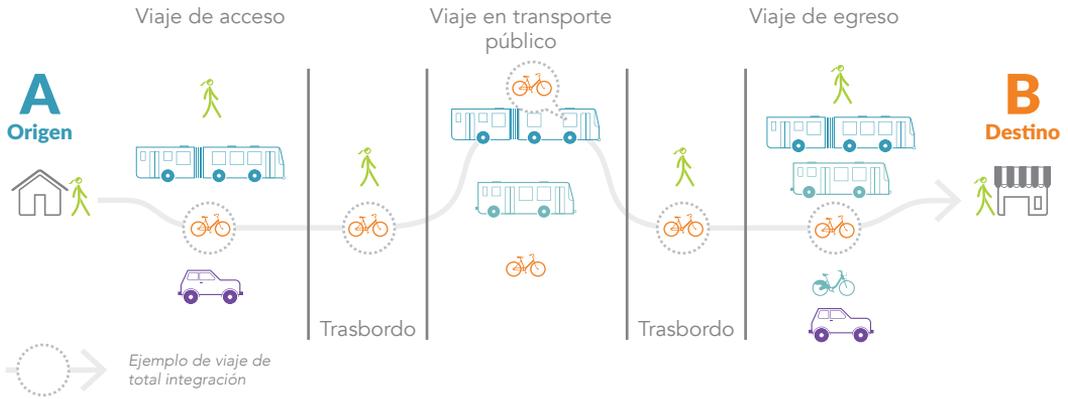


Figura 18. Etapas de viaje e integración de bicicletas

### 2.5.1 Ventajas de la integración bicicleta-transporte público

La principal ventaja de la integración de la bicicleta y el transporte público es la multiplicación de las posibilidades de uso de ambos modos de transporte. La inmensa mayoría de las personas que acuden andando a los paraderos o estaciones del transporte colectivo viven a menos de 1 km de los mismos<sup>8</sup>, lo que representa recorridos de menos de 15 minutos a velocidades de 4 km/h. En esos mismos márgenes temporales, la bicicleta puede recorrer 3 km, lo que significa que la superficie de captación de usuarios entorno a las estaciones se multiplica por 9. De esa manera, las posibilidades de que el transporte público disponga de una demanda suficiente para cubrir sus costos también se amplían.

Esa misma capacidad de multiplicación de la oferta y la demanda del transporte colectivo se realiza potencialmente en destino, en el caso de que se pudiera disponer de bicicletas en las estaciones y paraderos a las que llegan las personas.



Foto 17. Estacionamiento automático de bicicletas cerca de la Terminal de Transporte de Chía

Por su parte, el transporte público aporta a la bicicleta la posibilidad de viajar más lejos, multiplicando el radio de acción del pedaleo sustancialmente. Varias investigaciones sitúan la distancia que las personas aceptan recorrer en bicicleta en el entorno de los 7 km<sup>9</sup>, es decir, en tiempos de desplazamiento de aproximadamente media hora como máximo en cada trayecto. Por tanto, para distancias origen-destino superiores a esos 7 km, la combinación con el transporte colectivo ofrece oportunidades muy atractivas a la bicicleta. Por ejemplo, en una red como la del Transmilenio de Bogotá, las velocidades de los buses

<sup>8</sup> En Bogotá, el 45% de las personas que utilizan el Transmilenio acceden a sus estaciones andando, de ellos casi la mitad tardan entre 6 y 15 minutos (CCB, 2015)

<sup>9</sup> Según el Observatorio de la Movilidad de Bogotá, el tiempo promedio de viaje en bicicleta en la ciudad se sitúa entorno a los 25 minutos. Reporte Anual de Movilidad 2013. N° 7. Diciembre de 2014. Cámara de Comercio de Bogotá y Universidad de Los Andes.

en las troncales duplican las de la bicicleta, lo que supone poner a su alcance un enorme territorio, Un recorrido en bicicleta de 40 minutos cubre entonces un territorio del orden de 200 km<sup>2</sup> de superficie, mientras que la combinación bicicleta-SITM, en la que la mitad del tiempo se utiliza la bicicleta y la otra mitad el SITM, permite abarcar el doble de superficie, sin multiplicar el esfuerzo físico.

Hay que recordar, por último, las ventajas que ofrece la bicicleta en el entorno de las estaciones frente al acceso en medios motorizados privados y, en particular, en automóvil, dado que se necesita mucho menos espacio para suplir la demanda de estacionamiento de las personas que acceden a las mismas.



Foto 18. Estacionamiento de diez bicicletas en el espacio de un automóvil

## 2.5.2 Bicicletas públicas

Las bicicletas públicas hacen parte de un sistema que incluye un registro de usuarios y donde hay una estructura tarifaria propia por tomar una bicicleta durante un tiempo determinado, la cual se devuelve en la misma u otra estación donde se tomó. En algunos casos los sistemas de bicicleta pública se desarrollan explícitamente para complementar el transporte público, pero en otras ocasiones son sistemas independientes que pueden o no tener relación de integración con esos sistemas. La propiedad, mantenimiento y seguridad de las bicicletas depende de un operador que presta el servicio de préstamo o alquiler a usuarios registrados. Esta guía no describe en detalle sus características de operación o de negocio. Para esto se remite al lector a otros documentos (véase capítulo de referencias y la introducción de esta guía).



Foto 19. Sistema de Bicicletas públicas de Barranquilla "SiBAQ". Fuente: Italo Antonio Osio

## 2.5.3 Triciclos

Los vehículos no motorizados con tres (3) ruedas, denominados en el Código Nacional de Tránsito como triciclos (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002) y en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 como tricimóviles (DNP, 2015), son vehículos que pueden cumplir varios propósitos de transporte de bienes o personas.

Con el fin de atender dichas necesidades de movilidad de las diferentes ciudades, el Ministerio de Transporte está desarrollando los estudios de viabilidad técnica, tecnológica y financiera para definir la viabilidad de un servicio de transporte público de pasajeros con este tipo vehículos bajo una estructura organizada, segura y sostenible. Este capítulo contempla estos vehículos y su integración como una opción solo si con posterioridad se establece su viabilidad.



Foto 20. Triciclo típico en Colombia



CAPÍTULO 3

# Diseño de la ciclo-infraestructura



# 3 Diseño de la ciclo- infraestructura

*"Utopía estará llena de vías para bicicleta"*

**H.G. WELLS, "UNA UTOPIA MODERNA" (1905)**

## 3.1 LAS TIPOLOGÍAS DE VÍAS CICLISTAS Y VÍAS CICLO-ADAPTADAS

Tal como se ha expuesto en el capítulo 2, se diferencia entre dos tipos de espacios de circulación de bicicletas, en función de su relación con los otros usuarios de la vía pública: las vías ciclistas propiamente dichas y las vías ciclo-adaptadas. A continuación se describen las principales características y los criterios de aplicación de ambas modalidades.

### 3.1.1 Vías ciclistas

Las vías ciclistas son espacios reservados exclusivamente a la circulación de bicicletas, que no se traslapan con el espacio de otros usuarios y cuya variedad viene determinada por los siguientes criterios:

- » su relación con otros modos en la movilidad (integración / segregación)
- » su trazado (parques o vías)
- » sus elementos de segregación (marca vial, bolardos, bordillos continuos)

De esos criterios, el que requiere una mayor precisión es el relativo a las tipologías de segregación posibles:

**Segregación física ("dura"):** elementos físicos que impiden o dificultan salir o entrar de una vía segregada.

**Segregación visual ("blanda"<sup>10</sup>):** elementos visuales (marcas viales, delineadores de tránsito, color o textura del pavimento) que delimitan las vías segregadas.

#### 3.1.1.1 CICLORRUTA

Las ciclorrutas son vías reservadas exclusivamente para la circulación en bicicleta, segregadas físicamente del resto del tránsito (motorizado) y también de los peatones. Las ciclorrutas pueden transcurrir al nivel de la calzada, al nivel del andén o a un nivel intermedio, pero siempre llevan algún tipo de segregación física. Pueden ser unidireccionales o servir para los dos sentidos circulatorios (bidireccionales).

<sup>10</sup> El término "blando" se refiere al nivel de la segregación (y la facilidad de sobrepasarla) mas no al material con que se segrega, que suele ser de materiales rígidos.



Figura 19. Ciclorruta en calzada



Foto 21. Ciclorruta en la calzada (Paris / Francia)



Figura 20. Ciclorruta bidireccional.



Foto 22. Ciclorruta en Bogotá. Fuente: Claudio Olivares Medina.

### 3.1.1.2 CICLOBANDA

Las ciclobandas son vías reservadas exclusivamente para la circulación en bicicleta segregadas visualmente es decir, a través de marcas viales, color y otros dispositivos indicativos de su especialización. Pueden transcurrir a nivel de la calzada o formar parte del andén, aunque en ese caso debe justificarse rigurosamente, pues genera conflictos con los peatones que deben ser evitados desde la propia concepción de la ciclo-infraestructura. La experiencia internacional al respecto indica que las ciclobandas por andén llegan a ser contraproducentes para la propia imagen y propósito de la bicicleta, cuyo espacio de circulación más apropiado en la ciudad es en proximidad o junto a los demás vehículos.



Figura 21. Ciclobanda unidireccional en la calzada

En los casos excepcionales en que se opte por una ciclobanda por el andén, se debe cumplir, como requisito fundamental, que la franja peatonal tenga un ancho suficientemente amplio para acoger las funciones que le son propias como la estancia, el paseo o el cruce cómodo de peatones, evitando además la invasión de la ciclobanda por parte de quienes caminan. Asimismo, es preciso delimitar la vía ciclista con un pavimento táctil y de color diferente que el andén para que sea detectable para las personas con algún tipo de discapacidad.

Por consiguiente, la implantación de una ciclobanda por el andén debe contar con un análisis de los flujos peatonales existentes y del espacio peatonal disponible, contemplando las fluctuaciones horarias y semanales, así como el modo en que la utilizan los distintos grupos sociales y, en particular, los grupos más vulnerables como niños y ancianos.

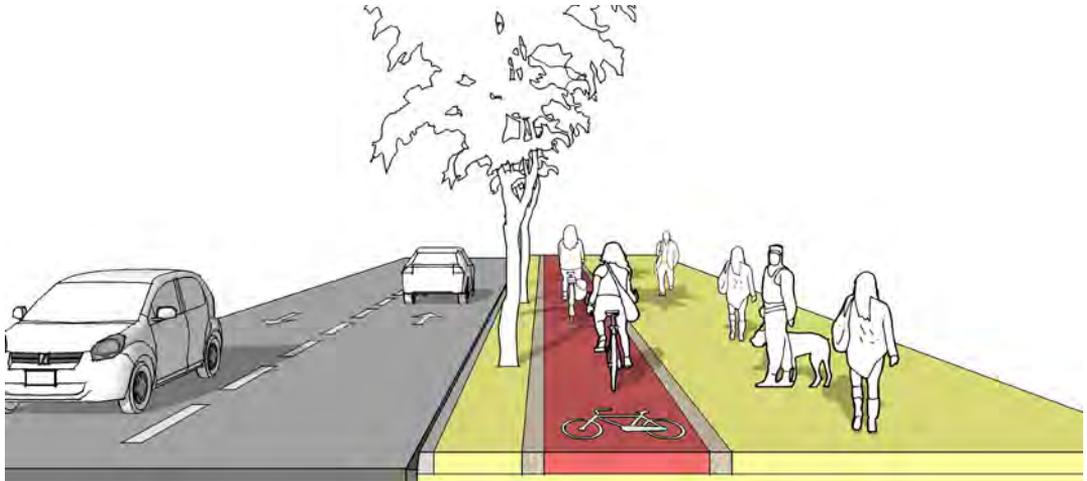


Figura 22. Ciclobanda unidireccional sobre andén

### 3.1.2 Vías ciclo-adaptadas

Se han identificado cinco fórmulas principales para acondicionar desde el punto de vista de la ciclo-inclusión los perfiles viales, es decir, para mejorar la seguridad, comodidad, directividad, coherencia y atractivo del desplazamiento en bicicleta aunque no se le ofrezcan bandas de uso exclusivo. Todas esas fórmulas tienen en común el uso compartido de la calzada con el tránsito motorizado, o la autorización del uso de la infraestructura peatonal.

#### 3.1.2.1 BANDA CICLOPREFERENTE

Se trata de una banda de la calzada dedicada a la bicicleta, pero que excepcionalmente puede ser utilizada por parte del resto de los vehículos. Son unidireccionales y se señalizan mediante una línea discontinua. Dado que excepcionalmente son transitables por parte de los vehículos motorizados, el carril de éstos se puede reducir a lo estrictamente necesario para circular de forma segura, consiguiendo de esta manera una calzada mucho más ajustada en comparación con secciones de ciclobandas.



Foto 23. Bandas ciclopreferentes (Colonia / Alemania)

Las bandas ciclopreferentes se suelen utilizar también en intersecciones, para habilitar carriles específicos de giro para ciclistas y canalizar y ordenar mejor los distintos flujos de vehículos o, simplemente, para permitir el avance de los ciclistas en caso de retenciones en proximidad de intersecciones.

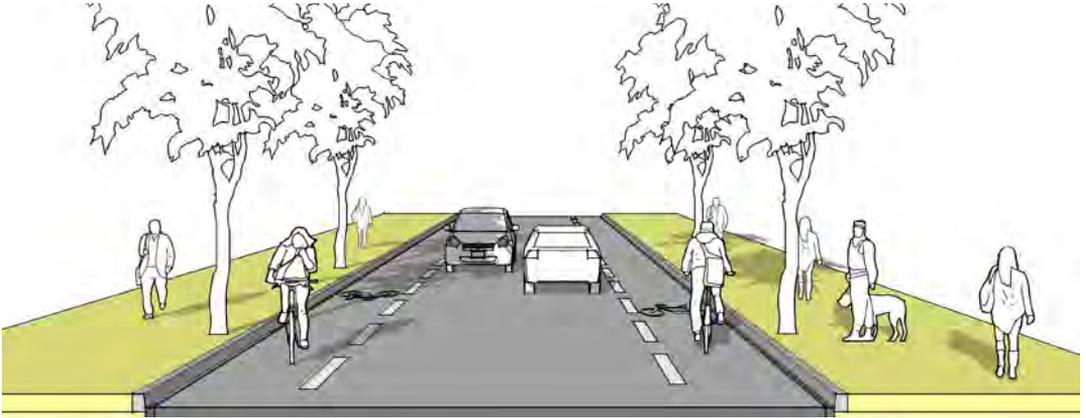


Figura 23. Bandas ciclopreferentes

### 3.1.2.2 CARRIL CICLOPREFERENTE

En este caso, el concepto del uso compartido se aplica a un carril de la calzada, habitualmente en calles de múltiples carriles. En el carril ciclopreferente el ciclista tiene el derecho de circular en paralelo o en el centro del carril y los vehículos motorizados tienen que adaptar su velocidad a la de la bicicleta. En todo caso la velocidad máxima permitida en los carriles ciclopreferentes es de 30 km/h. El carril-ciclopreferente llevará marcas viales horizontales (pictograma de bicicleta) para su identificación.



Foto 24. Carril ciclopreferente aplicado en Bogotá.

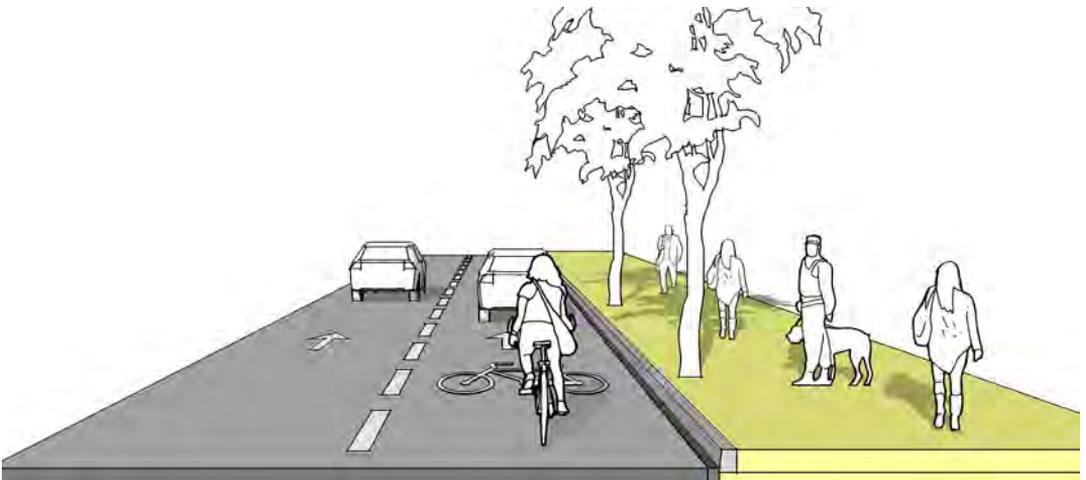


Figura 24. Carril ciclopreferente

### 3.1.2.3 CALLE CON TRÁNSITO CALMADO

En calles con poco volumen de tránsito y velocidades moderadas, la circulación en bicicleta por la calzada puede ser segura y cómoda y, por lo tanto, una opción idónea de ciclo-inclusión.

Este es el caso de las vías incluidas en las denominadas en muchos países como Zonas o áreas 30 o en las llamadas calles o áreas de “coexistencia de tránsito”, de “encuentro” o “cívicas”. Las “Zonas 30” deben su nombre a la limitación de 30 km/h que tienen como norma general de funcionamiento, mientras que las calles cívicas son aquellas diseñadas para adaptar la velocidad de los vehículos motorizados a los usuarios más vulnerables, como son los peatones y los ciclistas.

Pero no es sólo una cuestión de la velocidad, estas calles también deben tener un bajo volumen de tránsito motorizado para que la circulación por la calzada sea segura y cómoda. La mejor forma de garantizar un tránsito reducido es evitar los vehículos de paso, es decir, los que no tienen como origen o destino la zona. Por lo tanto, como medida preliminar es necesario establecer una jerarquía de la malla vial con el objetivo de canalizar los flujos de los vehículos motorizados por algunos ejes y liberar del tránsito las zonas con usos más sensibles de la ciudad (zonas residenciales, zonas de concentración de centros educativos, etc.).



Foto 25. Calle con tránsito calmado (Berlín / Alemania)



Figura 25. Calle con tránsito calmado

Además, dado que la malla vial local es mucho más extensa que las arterias principales, también desde la perspectiva económica es mejor estrategia intentar calmar el tránsito en este tipo de calles, para que el uso compartido sea viable, en vez de optar por la creación de vías ciclistas segregadas en la mayor parte de la red vial.

La mejor forma de garantizar velocidades bajas es aplicar secciones reducidas de los carriles o de la calzada, recurriendo solo excepcionalmente a elementos constructivos de moderación de la velocidad como son los resaltos. En estas calles, la prioridad es de los modos no motorizados y por lo tanto está permitido circular en paralelo o por el centro del carril.

#### 3.1.2.4 CARRIL BUS-BICI

La experiencia internacional muestra que es posible y conveniente en determinadas circunstancias que los ciclistas compartan el espacio reservado a los vehículos de transporte colectivo y, en particular, los carriles bus. Para ello es necesario que se garantice la comodidad y seguridad de ambos modos y que se aclare el modo en que circulan, adelantan y realizan las paradas.

Esta opción puede resultar extraña en lugares en los que la bicicleta no es todavía un modo de transporte normalizado y se conciben las vías ciclistas para atraer a nuevos usuarios, diseñándose sobre todo como espacios de segregación completa frente a los vehículos motorizados. Incluso en estos casos no debe desecharse este tipo de solución en la medida en que puede servir para un tramo corto o con tránsito bajo de autobuses.



Foto 26. Carril-bus-bici (Paris / Francia)

El otro factor crucial de esta opción es la velocidad de los autobuses, que no debe superar los 40 km/h para facilitar la convivencia. Por esta misma razón, esta opción no es recomendable para corredores de alta velocidad de SITM.



Figura 26. Carril bus-bici

### 3.1.2.5 CIRCULACIÓN A CONTRAFLUJO

Las calles de sentido único del tránsito suponen para el ciclista una menor permeabilidad de la malla vial y un aumento de las distancias a recorrer. Por este motivo se ha aplicado en muchas ciudades del mundo el concepto de contraflujo ciclista, que permite que la bicicleta pueda circular en los dos sentidos de la calle (sin requerir una ciclobanda para el contraflujo). Los contraflujos sin segregación son aplicables en calles con poco tránsito y velocidades bajas, por lo cual estas soluciones suelen ser limitadas a las calles con tránsito calmado.

Dado que se trata de una medida novedosa en las ciudades colombianas, puede ser conveniente realizar en las primeras intervenciones algún tipo de fortalecimiento visual de la opción a contraflujo, por ejemplo mediante marcas con pictogramas ciclistas y señalización vertical.



Figura 27. Calle con contraflujo

### 3.1.2.6 USO AUTORIZADO DE VÍAS Y ZONAS PEATONALES

En principio, los espacios concebidos para la estancia y la movilidad peatonal no se deben mezclar con el tránsito de bicicleta por la inseguridad y la incomodidad que suelen generar estas situaciones tanto a peatones como ciclistas. No obstante, excepcionalmente puede haber tejidos urbanos muy impermeables al tránsito ciclista en los que se podría autorizar el uso de algunos espacios peatonales por parte de los ciclistas con determinadas condiciones que luego se expondrán. Los casos más habituales de esta opción son:

- 1 vías peatonales en espacios libres o zonas verdes en áreas urbanas
- 2 vías y caminos en zonas rurales
- 3 calles o áreas peatonales de los centros urbanos

La idoneidad de esta autorización en vías peatonales por espacios libres o caminos rurales está en función de la demanda, el tipo de uso y el espacio disponible. Como regla general, se puede afirmar que es mejor segregar a peatones y ciclistas si se trata de una conexión o un eje importante de la ciclorred o si se prevé un tránsito importante de ciclistas y peatones. Igualmente ocurre si predominan los usuarios cotidianos o deportivos en bicicleta, debido a las velocidades más elevadas que suelen emplear en sus desplazamientos.

En esas situaciones es preferible diseñar ciclobandas (segregación suave) o ciclorrutas (segregación dura) anexas a las vías peatonales. No obstante, la segregación de los espacios puede conllevar velocidades más elevadas por parte de los ciclistas, aumentando en consecuencia el riesgo y peligro de siniestros con los peatones, por lo que la decisión debe estar fundamentada rigurosamente.



Figura 28. Vía peatonal compartida en zona verde

En relación con las zonas o calles peatonales, es preciso valorar si existen alternativas razonables para la movilidad en bicicleta (sin suponer aumentar el rodeo o el desnivel) y analizar en su caso la viabilidad de autorizar el paso de las bicicletas en función de criterios como los usos urbanos, la función del espacio público, el tránsito peatonal y la demanda de ciclistas. La idoneidad de esa autorización de paso debe ser el resultado de una reflexión profunda sobre el carácter del lugar y las perturbaciones que pueda causar la bicicleta en los diferentes periodos horarios y circunstancias.

La Tabla 11 ofrece algunos umbrales de referencia para evaluar si la convivencia es posible, aunque debe ser tomada con cautela debido a que las cifras no reflejan otras características fundamentales a tener en cuenta, como las actividades presentes en el espacio público y los rasgos de las personas que lo utilizan.

Tabla 11. Umbrales de referencia para evaluar la combinación ciclistas-peatones. Fuente: CROW (2007)

NÚMERO DE PEATONES POR HORA Y POR METRO DE ANCHO DEL PERFIL	SOLUCIÓN RECOMENDADA
< 100	totalmente integrado
100 - 160	segregación suave (ciclobanda)
160 - 200	segregación dura (ciclorruta)
> 200	no es posible la combinación

Obviamente las posibles soluciones vienen condicionadas por el ancho total disponible, de manera que en secciones reducidas no es posible habilitar una banda segregada. En este caso no hay más remedio que prohibir el paso en las horas de mayor tránsito peatonal a los ciclistas, medida frecuente en los centros históricos de muchas ciudades europeas. En ese caso se podrían encontrar vías alternas cercanas para circulación segura de bicicletas.



Foto 27. Calle peatonal con ciclobanda. Bogotá

## 3.2 CUÁL ES LA MEJOR CICLO-INFRAESTRUCTURA

### 3.2.1 Ventajas e inconvenientes de las distintas tipologías de vía ciclista

Ante la variedad de vías ciclistas y vías-ciclo-adaptadas surge la pregunta ¿cuál es la mejor infraestructura para los ciclistas? Para responder a esa cuestión hay que decir, en primer lugar, que cada tipología tiene unas virtudes e inconvenientes a considerar (véase la Tabla 12).

Tabla 12. Principales ventajas e inconvenientes de las vías ciclistas.

TIPOLOGÍA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Ciclorruta	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Máxima comodidad y relajación para ciclistas entre intersecciones</li> <li>» Máxima seguridad entre intersecciones y máxima capacidad de atracción de nuevos usuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Menor visibilidad entre ciclistas y otros vehículos en intersecciones en caso de no contar con diseño adecuado</li> <li>» Máxima ocupación del espacio</li> <li>» Relativamente cara</li> <li>» Nueva barrera para el peatón si transcurre al nivel del andén.</li> </ul>
Ciclobanda-calzada	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Facilidad de implantación</li> <li>» Costo mínimo de implantación y reposición</li> <li>» Flexibilidad de uso por parte de ciclistas</li> <li>» Buenas condiciones de visibilidad en intersecciones</li> <li>» Permite circular de modo seguro a altas velocidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Propensión al uso indebido por vehículos circulando o estacionados</li> <li>» Fricción con las paradas de autobús</li> <li>» Baja percepción de seguridad, especialmente para ciclistas con poca experiencia</li> <li>» Mayor exposición de ciclistas a emisiones contaminantes y acústicas</li> <li>» Aumento del ancho de la calzada, puede conducir a secciones urbanísticamente desequilibradas</li> </ul>
Ciclobanda-andén	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Relativamente sencilla y barata para implantar</li> <li>» Aprovecha y refuerza los cruces peatonales</li> <li>» Atractiva para nuevos usuarios con escasa experiencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Conflictividad con peatones</li> <li>» Incomodidad para ciertos usos estanciales y recreativos del espacio peatonal</li> <li>» No contribuye al calmado del tráfico y, por lo tanto, no es tan útil a efectos de un cambio en el modelo de movilidad</li> <li>» Puede generar una errada cultura de la movilidad, en la que se asocia bicicleta y peatón excluyendo a las personas que utilizan la bicicleta del resto de la malla vial</li> </ul>

Tabla 13. Principales ventajas e inconvenientes de las vías ciclo-adaptadas

TIPOLOGÍA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Banda ciclopreferente	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Costo muy bajo</li> <li>» Gran flexibilidad de uso por parte de las bicicletas</li> <li>» Facilita la moderación del tránsito al reducir los anchos del espacio de circulación motorizada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Percibida como insegura por parte de ciclistas con poca experiencia</li> <li>» Puede requerir el complemento de otras medidas de moderación del tránsito (velocidad, volumen)</li> <li>» Menos atractiva que las vías segregadas (exposición a la contaminación), a no ser que el volumen del tránsito sea reducida</li> </ul>
Carril ciclopreferente	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Costo mínimo</li> <li>» Máxima flexibilidad para ciclistas</li> <li>» Buena visibilidad del ciclista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Percibido como inseguro por parte de los usuarios menos experimentados</li> <li>» Menos atractivo que las vías segregadas (exposición a la contaminación), a no ser que el volumen del tránsito sea bajo.</li> </ul>
Calle de tránsito calmado	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Costo mínimo</li> <li>» Máxima flexibilidad para ciclistas</li> <li>» Atractiva también para peatones</li> <li>» Buena visibilidad del ciclista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Sólo es percibida como segura si las medidas del tránsito calmado que la acompañan son efectivas</li> </ul>
Carril bus bici	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Costo mínimo</li> <li>» Fácil implementación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Percibido como inseguro por parte de usuarios menos experimentados</li> <li>» Reducción de la velocidad comercial de los autobuses</li> <li>» Conflictos en las paradas</li> </ul>
Contraflujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Costo mínimo</li> <li>» Máxima flexibilidad para ciclistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Puede ser percibido como inseguro</li> <li>» Es necesario explicar la medida (sobre todo a los conductores de vehículos motorizados mediante campañas de información).</li> </ul>
Vía, calle o zona peatonal con circulación ciclista autorizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Costo mínimo</li> <li>» Puede mejorar la permeabilidad de la malla vial y la accesibilidad en bicicleta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Conflictividad potencial con los peatones</li> <li>» Posible aumento de la inseguridad percibida por parte de algunos grupos de peatones.</li> <li>» Reducción de la velocidad en los desplazamientos en bicicleta</li> <li>» Puede generar una errónea cultura de la movilidad, en la que se asocia bicicleta y peatón excluyendo a las personas que utilizan la bicicleta del resto de la malla vial</li> </ul>

### 3.2.2 Sentidos de circulación

Otra premisa clave para la concepción de las vías ciclistas es su carácter unidireccional o bidireccional, es decir, su diseño para uno o para la combinación de los dos sentidos de circulación. Mientras que la tipología de “ciclobanda” es unidireccional, para la modalidad “ciclorruta” existen ambas opciones. La decisión sobre la implantación de bandas de uno o dos sentidos de circulación debe estudiarse con rigor, ya que su aplicación no es neutral frente a aspectos como la seguridad o comodidad ciclista y los conflictos con los peatones. Los principales argumentos son los presentados en la Tabla 14.

Tabla 14. Ventajas e inconvenientes a considerar de vías uni- o bidireccionales

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>UNIDIRECCIONAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Las bicicletas circulan en el mismo sentido que el tránsito motorizado, lo que simplifica el diseño de las intersecciones</li> <li>» mayor facilidad para el cruce de peatones</li> <li>» mayor seguridad en intersecciones, pues las personas que conducen los vehículos motorizados tienden a concentrarse en el sentido de la calzada.</li> <li>» más flexibilidad para combinar diferentes tipos de vías ciclistas, si las condiciones lo requieren</li> <li>» mayor capacidad que las vías con dos sentidos de circulación</li> </ul>
<p>BIDIRECCIONAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» menor costo de ejecución y mantenimiento</li> <li>» si hay pocos ciclistas, mayor espacio disponible para circular en paralelo</li> <li>» se requiere menos espacio vial para su implantación</li> </ul>

Como regla general, se puede afirmar que la variante bidireccional no es la más recomendable para vías ciclistas en entornos urbanos, dada su mayor inseguridad en los cruces en los que es más difícil alertar a los conductores del resto de los vehículos de que deben tener en cuenta un flujo de bicicletas en los dos sentidos. En cualquier caso, la opción bidireccional puede ser aceptable cuando se den los siguientes factores o una combinación de los mismos:

- » existan tramos de gran longitud sin intersecciones intermedias,
- » la calidad ambiental o el atractivo para las personas que utilizan la bicicleta estén claramente volcados en uno de los laterales de la vía,
- » la conexión con los tramos precedentes o posteriores se pueda realizar de modo más seguro y adecuado en un solo cruce bidireccional.

### 3.2.3 Otros criterios para la elección

Además de las ventajas e inconvenientes señalados más arriba, hay otros criterios a tener en cuenta a la hora de tomar la decisión sobre la tipología adecuada en cada tramo de la ciclorred. Por un lado, es fundamental considerar las características de la calle para establecer un nivel deseable de segregación de la bicicleta y la posibilidad de aplicarlo. Desde la perspectiva de la seguridad vial, los criterios básicos son el tránsito promedio diario (TPD) y la velocidad.

Por otro lado, lógicamente hay que considerar el ancho disponible de la sección y el uso actual de la vía, pues condicionan las posibilidades de redistribuir el espacio e introducir vías ciclistas segregadas. Finalmente, hay una serie de condicionantes secundarios derivados de las características de la malla vial, como por ejemplo el número de carriles, la existencia de estacionamientos, las pendientes, las intersecciones, el tránsito peatonal, etc., que juegan también un papel decisivo a la hora de valorar las posibilidades de intervenir (véase la Figura 29).

#### CARACTERÍSTICAS DE LA CALLE

TPD
Ancho
Número de carriles
Estacionamiento
Tránsito peatonal
Intersecciones
Etc.

#### DISEÑO DE LA SECCIÓN

1. ¿Integración o segregación?
2. Si es segregado, ¿cómo?
  - Uni o bidireccional
  - Grado de segregación.

#### USUARIO

Edad
Sexo
Motivo de desplazamiento
Etc.

#### FUNCIÓN DEL TRAYECTO

¿Eje principal o conexión secundaria?

Etc.

Figura 29. Criterios para la elección de la tipología de la vía ciclista

Todo ello se ha de contrastar con las necesidades del usuario, que varían en función de la edad, el sexo, las habilidades en el manejo de la bicicleta y otros factores. Por lo tanto, si una ruta está diseñada para un grupo de usuario específico o predominante, como por ejemplo una ruta a la universidad, hay que tener en cuenta las exigencias y necesidades de los estudiantes.

Finalmente, la función y jerarquía de las vías que componen la ciclorred juegan también un papel importante a la hora de encontrar la tipología adecuada de cada tramo. Para los ejes concebidos para acoger los principales flujos de la movilidad en bicicleta, que vertebran la ciclorred, se requieren parámetros de diseño diferentes que para los ejes secundarios o redes locales.

A continuación se describen los aspectos principales de los criterios mencionados.

### 3.2.3.1 INTENSIDAD Y VELOCIDAD DEL TRÁNSITO MOTORIZADO

Estos parámetros son decisivos para decidir si es mejor optar por una infraestructura segregada o adaptaciones de la calzada. Un modo habitual de aproximarse a esa decisión es establecer umbrales del tránsito promedio diario (TPD) y velocidades reales (V85)<sup>11</sup> para cada modo de segregación/integración, tal y como se indica en la Figura 30.



Figura 30. Criterios de integración/segregación en función del volumen y la velocidad del tránsito motorizado. (Tránsito Promedio Diario - TPD)

Otros condicionantes importantes son la composición del tránsito, la frecuencia de intersecciones o cruces y la topografía. A mayor proporción de vehículos pesados es preferible ofrecer una banda segregada para la circulación en bicicleta, incluso en situaciones de velocidades o volúmenes más bajos que los citados anteriormente. El número de puntos potenciales de interrupción de la vía ciclista también es un factor a tener en cuenta, pues modifica el concepto de segregación. Por su parte, las pendientes, al hacer menos homogénea la velocidad de las bicicletas y los vehículos motorizados, también inducen a una mayor necesidad de segregación en subida (véase Tabla 15).

11 V85 o velocidad del percentil 85 es el término empleado en ingeniería de tráfico para denominar la velocidad máxima a la que circula el 85% de los vehículos en un determinado punto de la vía.

Tabla 15. Tipologías de ciclo-infraestructura en función de la segregación requerida

SEGREGACIÓN DE LA CALZADA	TIPOLOGÍA	OBSERVACIONES
Integración completa	» Uso compartido de la calzada en calles de tránsito calmado (zona 30 y calles cívicas)	En caso de pendientes fuertes se pueden ofrecer bandas ciclopreferentes en subida
Integración parcial	» Bandas ciclopreferentes » Ciclobanda-calzada	En caso de pendientes, alto porcentaje de tránsito pesado o un trazado con poca visibilidad se pueden ofrecer ciclobandas
Segregación visual	» Ciclobanda-calzada	En caso de estacionamiento con mucha fluctuación puede ser mejor la ciclorruta.
Segregación física	» Ciclobanda-andén » Ciclorruta	En caso de calles con frecuentes cruces y vados también sería válida la opción ciclobanda-calzada.

### 3.2.3.2 ANCHO DE LA CALLE

El dilema habitual al trazar una vía ciclista es el modo en que se puede redistribuir el ancho total disponible en una determinada calle o ruta, así como las consecuencias para los usuarios previos.

Partiendo de unas dimensiones básicas para los otros modos de transporte como andenes accesibles y una calzada básica, parece obvio que en calles estrechas la solución estándar es el uso compartido de la calzada, aplicando medidas de tránsito calmado para que pedalear resulte seguro y atractivo. Pero incluso en calles amplias puede resultar difícil imaginarse a primera vista soluciones “fáciles”, debido a la congestión frecuente de muchos ejes principales de la red vial.

Sin embargo, la saturación de la capacidad de la red vial es una oportunidad ambiental y social para redistribuir el espacio vial y que se otorgue a los peatones y los ciclistas un ancho más acorde con la nueva prelación propuesta en los modelos de movilidad sostenible. Además, hay que tener en cuenta que los automóviles requieren mucho más espacio vial por kilómetro/pasajero que cualquier otro modo de transporte.

Asimismo, conviene recordar el fenómeno conocido como la “Paradoja de Braess”, que explica que, al disminuir la capacidad de una vía, se puede incidir positivamente en la capacidad del conjunto de la red (Gorham, 2009).

### 3.2.3.3 GRUPOS DE USUARIOS

Tal como se comentaba en el apartado anterior (ver también capítulo 2), hay algunos grupos de usuarios que dan mayor relevancia a la seguridad percibida sobre la rapidez o la comodidad del desplazamiento, como suelen ser por ejemplo los menores en su desplazamiento al colegio. En este caso, aunque el volumen del tránsito no sea muy alto, puede ser aconsejable optar por una infraestructura que ofrezca la máxima seguridad objetiva y percibida, aunque eso suponga que el ciclista no pueda circular tan rápidamente como por la calzada.

Si se mezclan varios grupos de usuarios en un mismo tramo se pueden trabajar también soluciones complementarias, es decir combinar la implantación de una vía ciclista segregada para los usuarios vulnerables con el diseño de un carril-ciclopreferente para los usuarios experimentados. Para no perjudicar a este último grupo, el uso obligatorio de una vía ciclista debería ser opcional.

Tabla 16. Idoneidad de las distintas tipologías de ciclo-infraestructura según grupo de usuarios.

	GRUPO DE USUARIOS/MOTIVO			
	MENORES/ ACCESO ESCOLAR	ADULTOS/ TRABAJO	CARGA / TRICICLO	RECREATIVO
Ciclorruta	●●●	●●●	●●	●●●
Ciclobanda-andén	●●●	●	○	●●
Ciclobanda-calzada	●●	●●●	●	●●
Banda ciclopreferente	●	●●●	●●	●●
Carril-bus-bici	○	●●	○	○
Carril ciclopreferente	●	●●	●	●
Calle de tránsito calmado	●●	●●●	●●●	●●●
Vía peatonal / Zona peatonal autorizada	●●●	●●	○	●●

●●● Óptimo, ●● Bueno, ● Aceptable, ○ Menos recomendable

Como se puede ver en la Tabla 16 las distintas tipologías de vías ciclo-inclusivas cubren las exigencias de los distintos grupos de usuarios en diferentes grados. La ciclorruta es la tipología más recomendable para prácticamente todos los usuarios, pero es también la infraestructura que más espacio requiere. Este problema será aún más acentuado si se pretende diseñar ciclorrutas con un ancho adecuado para triciclos o bicicletas de carga.

En segundo lugar, figura la ciclobanda al nivel de la calzada, que además requiere menos espacio que la ciclorruta y tiene un costo de ejecución bajo. Todas las demás tipologías no cubren al 100% los requisitos de al menos un grupo de usuarios, cumpliendo las de integración con el tráfico motorizado en mayor grado los requisitos de usuarios más experimentados y las de segregación del tráfico motorizado en mayor grado las exigencias de los usuarios más vulnerables.

Por otro lado, queda evidente que las necesidades de las bicicletas anchas son más difíciles de encajar con las exigencias de los otros grupos, ya que requieren más espacio y son más lentas, de modo que tanto la integración con el tránsito motorizado como el uso de bandas segregadas son más difíciles. Así, las tipologías más recomendables para este grupo son las ciclobandas en la calzada, el carril ciclo-preferencial (si las velocidades bajas son compatibles con el volumen de los automóviles) o las calles cívicas.

### 3.2.4 Metodología para encontrar la tipología adecuada

Como se ha comentado en los apartados anteriores los principales condicionantes a tener en cuenta a la hora de elegir el tipo de vía ciclista son la función de la vía, el usuario proyectado, el tránsito motorizado y el espacio disponible. Por tanto, el primer paso es tomar una decisión provisional sobre la conveniencia de segregar o integrar el ciclista en la calzada teniendo en cuenta estos factores principales (véase Figura 31).

El segundo paso consiste en estudiar los condicionantes secundarios (estacionamientos, pendientes, cruces, usos urbanos, etc.) para definir los detalles del diseño final, como por ejemplo apostar por una segregación “suave” (ciclobanda en calzada) o “dura” (ciclorruta, ciclobanda en andén), las cuestiones de la direccionalidad o la relación con el espacio peatonal.

En el caso de que ninguna de las posibilidades de intervención permita encontrar una solución “óptima”, se estudia la posibilidad de modificar los condicionantes (por ejemplo, reducir el volumen del tránsito motorizado para que el uso compartido sea compatible o eliminar una banda de estacionamiento para implantar una vía ciclista) con el fin de encontrar una solución aceptable y coherente con los requisitos básicos de la infraestructura ciclo-inclusiva.

Si resulta que no se pueden cambiar los condicionantes para encontrar una solución “aceptable” en un horizonte próximo, no hay más remedio que buscar un trazado alternativo para la movilidad ciclista.



Figura 31. Metodología para diseñar una sección ciclo-inclusiva

### 3.2.5 CÓMO OBTENER ESPACIO PARA IMPLANTAR UNA VÍA CICLISTA

El conjunto de criterios que condicionan la elección de una determinada tipología de vía ciclista debe ser además contrastado con las oportunidades que ofrece el contexto y la vía sobre la que se pretende implantar. La escasez de espacio es una constante que se repite en el trazado de vías ciclistas por zonas urbanas, pudiéndose aprovechar las soluciones presentadas en la Tabla 17.

Tabla 17. Idoneidad de las fórmulas para obtener el espacio necesario para introducir vías para bicicleta

FÓRMULA	VALORACIÓN
Ampliación de la sección	●●
Transformación de la sección existente mediante	
Reducción del número de carriles motorizados	●●●
Eliminación de un sentido de circulación	●●
Reducción del ancho de los carriles de tráfico motorizado	●●●
Supresión de la franja de estacionamiento	●●●
Reducción del ancho de las franjas de estacionamiento	●●●
Transformación del estacionamiento en transversal a estacionamiento en paralelo	●●●
Transformación de espacios libres o zonas verdes	●
Reducción del ancho del andén	○
Uso compartido del andén	○
Facilitar el uso compartido	
Habilitar dos sentidos de circulación	●●●
Transformación de carriles bus en carriles bus-bici	●●
Tránsito calmado	●●●

●●● Buena, ●● Válida, ● Poco recomendable, ○ No recomendable

Como se puede observar, la gama de fórmulas de intervención en zonas urbanas es muy variada por la existencia de diferentes espacios segregados (calzada, estacionamiento, andén, etc.), así como la posibilidad de compartir los espacios (calzada / zona peatonal).

Además, muchas de las intervenciones para obtener ese espacio son compatibles y coherentes con las políticas de una movilidad sostenible y una mayor calidad para la estancia en las ciudades, como por ejemplo la reducción del ancho o del número de los carriles para tráfico motorizado, la reducción de la oferta de estacionamiento o las medidas de tránsito calmado.

En el contexto de las ciudades colombianas, la reconversión de calles de sentido único con dos o más carriles a calles de doble sentido, puede ser una estrategia exitosa para hacer la red vial más permeable para el ciclista y favorecer el uso compartido de la calzada. Esta medida beneficiaría igualmente la calidad estancial, la accesibilidad y la seguridad vial de los modos no motorizados. Además, se trata de una medida de bajo costo, en muchos casos bastaría cambiar la señalización y marcas viales correspondientes.

En cambio, la implantación de vías segregadas a contraflujo en este tipo de calles requiere un análisis pormenorizado y un diseño adecuado, ya que los cruces y vados suelen ser puntos conflictivos, dado que los conductores no esperan la circulación de vehículos en el sentido contrario. La autorización de la circulación en bicicleta en contraflujo o el diseño de ciclobandas en contraflujo suele ser más recomendable en las calles de tránsito calmado.

En entornos interurbanos las posibles intervenciones son más reducidas y se limitan prácticamente a ampliar la sección, lo que puede suponer la expropiación de terrenos colindantes, la reducción del ancho de los carriles, así como el trazado por recorridos independientes de la red vial. Finalmente, existe también la opción del uso compartido de la calzada en las carreteras de carácter local.

### 3.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

#### 3.3.1 Dimensiones de referencia

Las vías ciclistas deben tener unas dimensiones que permitan tanto el tránsito seguro y cómodo de bicicletas como las maniobras de adelantamiento, encuentro, parada, etc. La Figura 32 presenta las dimensiones básicas del ciclista.

Como primera referencia básica se consideran las siguientes dimensiones habituales para el conjunto bicicleta-ciclista: la altura y la longitud igual o inferior a 1,90 metros, mientras que el ancho es de aproximadamente 0,70 metros.

Esta dimensión se amplía al considerar el espacio de circulación, que incluye los requerimientos necesarios de los ciclistas para guardar el equilibrio. El espacio de circulación básico para bicicletas convencionales se establece en 1,00 metros de ancho y 2,25 metros de altura. Pero hay que tener en cuenta también la posible ampliación de esos espacios de circulación en función de las características del usuario (edad, condición física), del entorno (pendientes) o del contexto (viento).

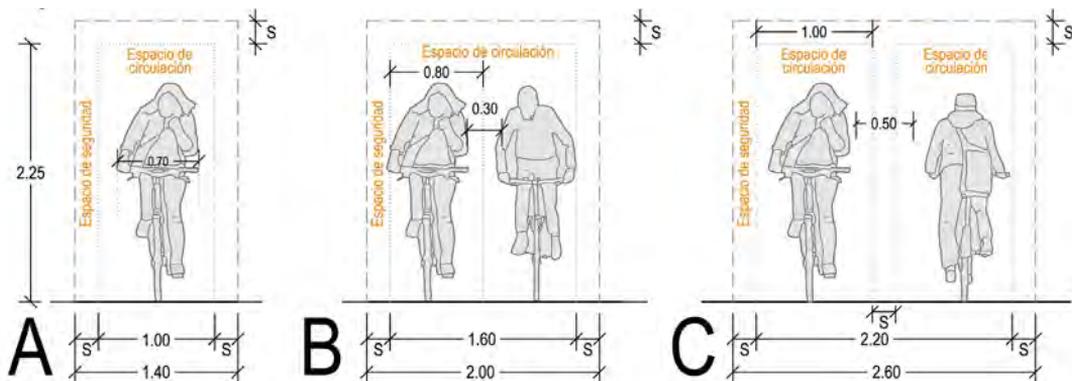


Figura 32. Dimensiones básicas del ciclista

A los espacios de circulación hay que añadir un espacio de seguridad o de maniobra de unos 0,20 metros en cada lado (0,10 metros en espacios limitados).

Con estos criterios, se recomienda que las vías de un solo sentido de circulación para bicicletas tengan 1,40 metros de ancho libre, lo que permite la circulación cómoda de una persona, aunque no sin posibilidad de adelantamientos (ver gráfico A en la Figura 32).

Para poder circular en paralelo o facilitar los adelantamientos, el ancho debe tener como mínimo 1,60 m y para realizar estas maniobras con comodidad se debería prever una banda con 2,00 metros, que se denomina aquí como ancho óptimo (gráfico B).

La sección de una vía para bicicletas que combina los dos sentidos de circulación debe tener como mínimo 2,20 m de ancho pavimentado, pero para aumentar la comodidad y la velocidad en el cruce de dos ciclistas la sección debe ser igual o mayor a 2,60 m (gráfico C).

Estas medidas son aplicables para las bicicletas estándar de dos ruedas. No obstante, existen otro tipo de bicicletas cada vez más frecuentes como, por ejemplo, los triciclos o remolques, que tienen unas dimensiones diferentes. Por lo tanto, a la hora de proyectar una vía ciclista, hay que tener en cuenta que, más allá de la demanda convencional, puede haber otros tipos de vehículos o artilugios no motorizados como sillas de ruedas, patinetas, triciclos, etc. que se utilizan para moverse de un lugar a otro, para transportar mercancías, para hacer deporte o por simple placer y diversión.

Especialmente por sus áreas y poblaciones rurales, Colombia es un buen ejemplo de diversidad de tipos de vehículo y de usos, siendo fácil encontrar bicicletas de carga, triciclos adaptados para el transporte de viajeros y triciclos cargados con todo tipo de productos, los cuales muchas veces sobresalen por los laterales, además de carretas haladas por personas a pie que, principalmente, practican la venta ambulante.

Las bicicletas de carga (y en menor medida los triciclos) son vehículos no motorizados muy característicos del transporte de tracción humana en Colombia y, por tanto, se debe tener muy en cuenta que necesitan más espacio para circular que una bicicleta puesto que sus dimensiones son mayores. En la Tabla 18 se resumen las dimensiones básicas de las bicicletas más frecuentes.



Foto 28. Bicicletas de carga típicas de ciudades colombianas (dos y tres ruedas)

Tabla 18. Dimensiones básicas de vehículos encontrados en Colombia

VEHÍCULOS	ALTURA	LONGITUD	ANCHO
Bicicleta urbana	1,80 m	1,90 m	0,70 m
Bicicleta de carga	1,80 m	2,10 m	1,00 m
Triciclo	1,80 m	2,10 m	1,20 m
Triciclo de transporte de viajeros	1,95m	2,70 m	1,30 m

Como se puede ver en la tabla, los triciclos casi doblan en ancho a la bicicleta estándar. Al respecto, hay tres fórmulas para incluir estos vehículos en el diseño de la ciclo-infraestructura:

- » Diseñar una infraestructura con un ancho suficiente para los vehículos de dimensiones mayores.
- » Donde las vías ciclistas no son de uso obligatorio, sino una oferta adicional a la calzada, posibilitar que los triciclos utilicen preferiblemente la calzada.
- » Optar por ciclobandas sin elementos de segregación, de modo que los triciclos puedan utilizar parcialmente el carril colindante a la vía ciclista.

Por lo tanto, hay que evaluar adecuadamente la necesidad de dimensionar la vía ciclista para la circulación de triciclos, ya que una mayor dimensión de la vía limita las posibilidades de integración en la vía pública cuando el espacio disponible es escaso para dar cabida a todos los usuarios, cosa que ocurre con frecuencia.

De todo lo expuesto anteriormente se deducen las dimensiones de la banda de circulación ciclista en función del usuario previsto y de la disponibilidad de espacio para el adelantamiento y el cruce, según se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19. Síntesis de dimensiones de la banda de circulación

		1 SENTIDO DE CIRCULACIÓN (m)	1 SENTIDO MÁS ADELANTAMIENTO (m)	2 SENTIDOS DE CIRCULACIÓN (m)
Sin circulación de triciclos	Mínima	1,40	1,60	2,20
	Recomendable	1,60	2,00	2,60
Con circulación de triciclos	Mínima	1,50	2,10	2,70
	Recomendable	1,70	2,30	3,20

### 3.3.2 Resguardos

El dimensionamiento de las vías ciclistas debe ofrecer además una holgura en relación con los elementos continuos que delimitan el espacio, como los bordillos, bolardos, setos, vallas y muros o elementos puntuales (señales, árboles, farolas, etc.), así como los vehículos circulando por la calzada o estacionados en las bandas de estacionamiento.

Ese espacio de holgura es necesario para anticipar las variaciones en la trayectoria ciclista, por ejemplo, por la pérdida del equilibrio, el viento o el efecto de succión de los vehículos próximos. Estos espacios no son parte de la vía ciclista y no deben ser formalizados como tales.

#### 3.3.2.1 OBSTÁCULOS Y ELEMENTOS DE DELIMITACIÓN DE LAS VÍAS

En caso de que la vía ciclista disponga de bordillos superiores a 5cm de altura en los bordes, es preciso incrementar la sección unos 0,15 metros para cada lado afectado.

Para obstáculos discontinuos (mobiliario urbano, postes de luz, arborización, etc.) la distancia mínima respecto a la superficie pavimentada debe ser de 0,30 metros, mientras que el espacio de resguardo en caso de elementos continuos (setos, muros, vallas, etc.) debe ser algo mayor (0,40 m).

Por su parte, el Decreto 798 de 2010 (Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) establece que las ciclorrutas proyectadas a nivel del andén deben tener una distancia mínima de 0,60 metros libre de obstáculos respecto a la franja de mobiliario y respecto a la calzada.

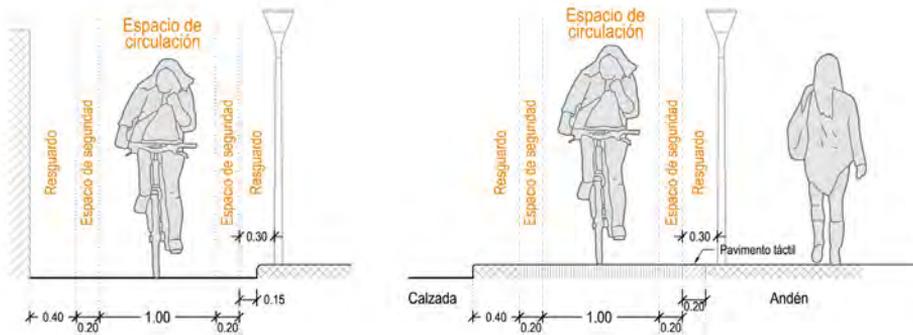


Figura 33. Espacios de resguardo en relación con elementos de la vía pública

Cuando existen bandas de estacionamiento en paralelo a vías ciclistas hay que reservar un espacio de resguardo para la apertura de puertas (estacionamiento en fila) o la parte del vehículo que sobresale del bordillo (en caso de estacionamiento en transversal). La distancia de resguardo debe ser de al menos 0,70 m (franja de estacionamiento en fila) y de 1 metro en caso del estacionamiento en transversal.

En relación con la calzada hay que guardar una distancia mínima que varía en función de la velocidad y composición del tránsito motorizado y de la tipología de la vía ciclista (uni- o bidireccional). El Decreto 798 de 2010 establece para estos casos una distancia mínima de 0,60 metros. En caso de vías bidireccionales, donde el ciclista circula en contraflujo anexo al carril de los automóviles, el resguardo debería ser de al menos 0,80 metros en la ciudad. Para las vías interurbanas la distancia de resguardo debe ser de al menos 1,25 metros por la problemática del efecto de succión que conllevan las velocidades más elevadas. La Tabla 20 resume las principales distancias de resguardo a tener en cuenta.

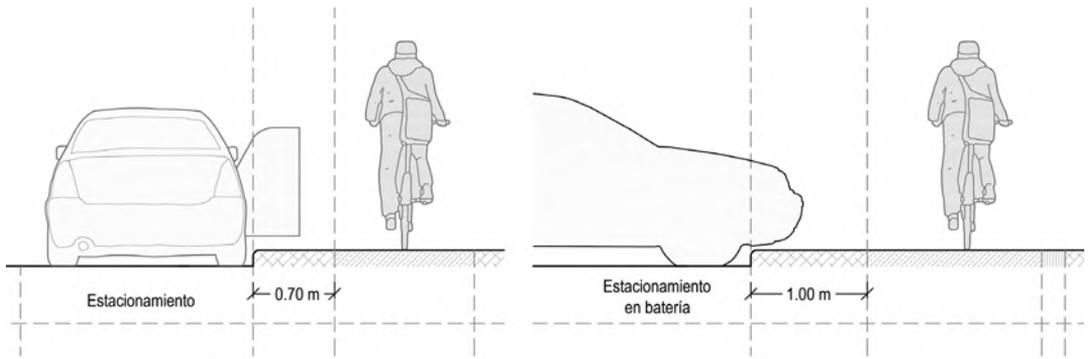


Figura 34. Espacios de resguardo en relación con elementos de la vía pública

Tabla 20. Espacios de resguardo de vías ciclistas

ELEMENTOS		ESPACIO DE RESGUARDO	
Bordillo		≥ 0,15 m	
Espacio peatonal		≥ 0,20 m	
Elementos laterales discontinuos		≥ 0,30 m	
Elementos laterales continuos		≥ 0,40 m	
Calzada	Mismo sentido	V ≤ 50 km/h	≥ 0,40 m
		V ≤ 50 km/h	≥ 0,60 m*
	Sentido contrario	V ≤ 50 km/h	≥ 0,80 m
		V ≤ 50 km/h	≥ 1,50 m
Estacionamiento en paralelo (ancho de 1,80 – 2,00 m)		≥ 0,70 m (vía entre calzada y andén o por el andén)	
Estacionamiento en transversal (con el bordillo de tope)		≥ 1,00 m (vía entre calzada y andén o por el andén)	

\* Definido en el Decreto 798 de 2010

### 3.3.2.2 RESGUARDOS PARA LA CIRCULACIÓN POR LA CALZADA

La circulación en calzada requiere tener en cuenta los siguientes espacios mínimos entre la bicicleta y el vehículo motorizado, en función de la velocidad de éstos.

En caso de velocidades hasta 30 km/h, el espacio de resguardo debe ser de 0,45 m, lo que supone una distancia de adelantamiento entre vehículos de 0,85 m; por lo tanto, el ancho mínimo del carril es de 3,80 m. Para calles con velocidades entre 30 km/h y 50 km/h el resguardo se incrementa hasta 0,65 m, de manera que la distancia de adelantamiento aumenta hasta 1,05 m. A velocidades superiores (en vías interurbanas o carreteras), la distancia de adelantamiento debe ser de 1,50 m.

Respecto a las bandas de estacionamiento, hay que dejar un resguardo de seguridad de 0,50 m tanto para banda de estacionamiento en fila como en transversal. Este valor es menor al valor de referencia de las vías segregadas al nivel del andén, ya que el conductor debe comprobar que no haya vehículos en la calzada cuando procede a abrir la puerta. Estos valores se aplican al ancho mínimo de las bandas de estacionamiento, que son 2,00 metros (en paralelo) y 4,50 metros (en transversal).

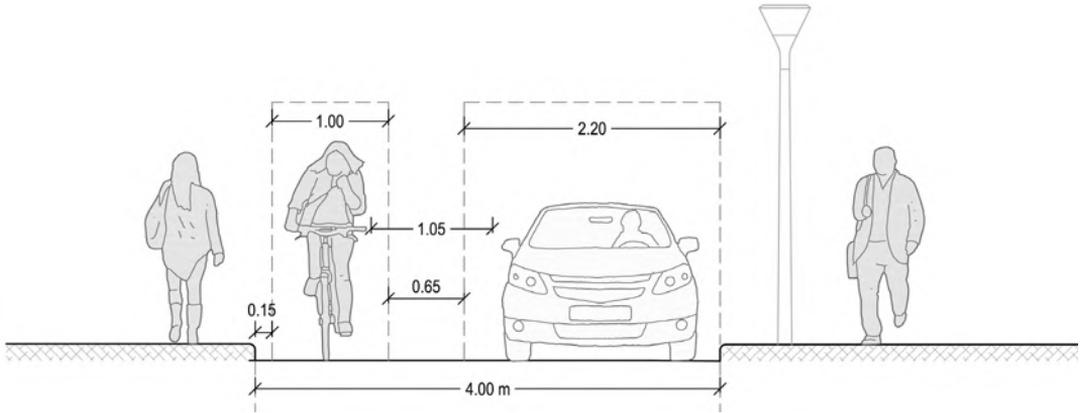


Figura 35. Espacio de resguardo entre bicicleta y automóvil (circulando) a 50 km/h

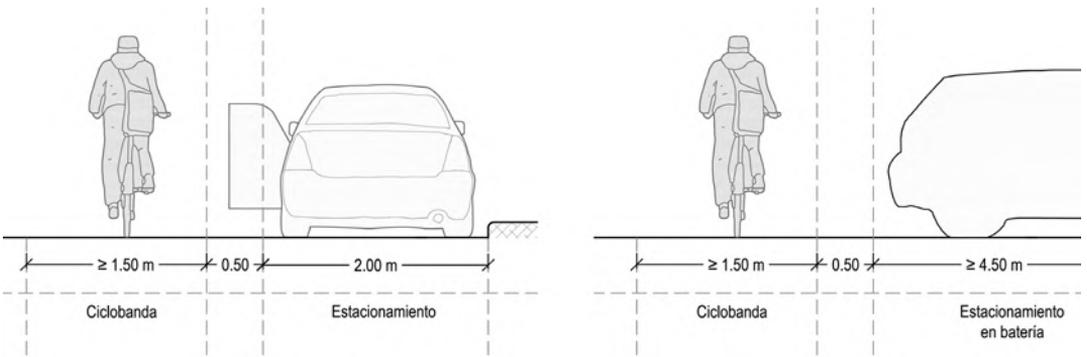


Figura 36. Distancias de resguardo hacia el estacionamiento para la circulación en calzada

A continuación se resumen los valores de referencia de resguardo para la circulación en calzada:

Tabla 21. Resguardos para la circulación por la calzada

		ESPACIO DE RESGUARDO	DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO	ANCHO CARRIL
Automóvil circulando	30 km/h	0,45 m	0,85 m	3,80 m
	50 km/h	0,65 m	1,05 m	4,00 m
	> 50 km/h	1,10 m	1,50 m	4,50 m
Automóvil estacionado en fila		≥ 0,50 m	0,70 m	
Automóvil estacionado en transversal		≥ 0,50 m	0,70 m	

En el caso de **circular a contraflujo**, sin delimitación de una banda específica en calles de tránsito calmado, el espacio de resguardo aplicable es el mismo que en el caso de la circulación paralela o adelantamientos para la velocidad máxima de 30 km/h, es decir de 0,45 m (equivalente a una distancia de cruce de 0,85 m).

Eso supone que el ancho mínimo para una calzada de dirección única con contraflujo para bicicletas es de 3,80 m para calles de 30 km/h. En determinadas zonas, con un calmado del tránsito más acusado, es posible aplicar anchos incluso menores, tal y como ocurre en algunos países europeos en donde se implanta el contraflujo en calles todavía más estrechas.

### 3.3.3 Velocidad de referencia

La velocidad para la cual se diseña la ciclo-infraestructura es de gran importancia, ya que determina el radio y el peralte de las curvas y las distancias mínimas de visibilidad. Asimismo, afecta el espacio requerido al circular en bicicleta y, por lo tanto, condiciona el ancho necesario de las vías ciclistas.

En relación con la velocidad, hay que tener en cuenta que mientras en zonas planas la velocidad media de la mayoría de los usuarios suele oscilar entre 15 y 20 km/h, en tramos de pendientes continuas se puede alcanzar fácilmente velocidades de hasta 40 km/h, dependiendo también de la longitud del tramo en descenso. Por lo tanto, se suelen recomendar las velocidades de diseño descritas en la Tabla 22, algo superiores a la velocidad de referencia con el fin de proporcionar un margen suficiente de seguridad.

Tabla 22. Velocidad de diseño en función de la pendiente de la calle

PENDIENTE	LONGITUD DE TRAMO		
	25 - 75 m	75 - 150 m	> 150 m
3 - 5 %	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 - 8 %	40 km/h	45 km/h	50 km/h
9 %	45 km/h	50 km/h	55 km/h

Fuente: Elaboración propia a partir de "Ciclociudades" Tomo V. (ITDP & I-CE, 2011a)

### 3.3.4 Trazado en planta

Para el trazado en planta se diferencia entre la curvatura en tramos y el radio de giro en intersecciones. En ambos casos se utiliza como referencia la velocidad de circulación, pero es mayor para el trazado de curvas en tramos (para no reducir sensiblemente la velocidad del ciclista), mientras que en las intersecciones la reducción de la velocidad es deseable (mayor seguridad) y el espacio suele ser más limitado.

Como se puede comprobar en la tabla siguiente, para garantizar por ejemplo una velocidad mínima de 10 km/h en los tramos, el radio mínimo en las curvas debe ser de 10 m (superficie pavimentada) o 15 m en superficie destapada. Si la velocidad de referencia es de 40 km/h el radio mínimo de la curvatura se aumenta hasta 30 m (asfalto) y 70 m (superficies destapadas).

Tabla 23. Radio mínimo para el trazado de curvas en tramos de vías ciclistas

VELOCIDAD (km/h)	RADIO MÍNIMO DE CURVAS EN TRAMOS (m)	
	SUPERFICIE PAVIMENTADA (ASFALTO / CONCRETO)	SUPERFICIE DESTAPADA (GRAVILLA COMPACTADA)
20	10	15
30	20	35
40	30	70

Fuente: FGSV, ERA 2010

Asimismo, a la hora de diseñar una vía ciclista, hay que tener en cuenta que el ciclista se suele inclinar al entrar en las curvas, por lo cual la vía debe ser más ancha en el interior de la curva en función del radio de la misma. En caso de curvas de 10 metros de radio conviene ampliar la sección 1 metro, mientras que para las de 20 metros de radio este sobreechancho se puede reducir a la mitad.

En relación con el trazado de vías ciclistas en intersecciones, los radios mínimos de giros son menores (véase Tabla 24). Aún así hay que respetar un radio mínimo de 3 metros, pues por debajo de esa cifra se obligaría al ciclista a bajar de su vehículo o a maniobras de equilibrio difíciles. En caso de diseñar vías aptas o concebidas especialmente para los triciclos, el radio mínimo debe ser de 5 metros.

Tabla 24. Radios de giro en intersecciones de vías ciclistas.

VELOCIDAD (km/h)	RADIO (m)
12	3,2
15	6,5
20	10

Fuente: Sanz, Pérez Senderos, Fernández, 1999

### 3.3.5 Trazado en alzado

#### 3.3.5.1 PENDIENTES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

En relación con las pendientes longitudinales de las vías, hay que tener en cuenta que afectan no sólo al esfuerzo para ascender sino también la seguridad en los descensos.

Salvo para los ciclistas de tipo deportivo, no son recomendables los trazados que superen un 6% de gradiente ascendente, ya que son poco cómodos y atractivos para los ciclistas urbanos cotidianos.

No obstante, dada la orografía en amplia parte del territorio colombiano, en algunas rutas es necesario superar ese valor, en cuyo caso conviene garantizar que la vía ciclista tenga el ancho suficiente para facilitar una buena maniobrabilidad en ascenso y descenso, así como una pavimentación adecuada, sin materiales granulares, que reduzca el rozamiento rueda-calzada en subida y las posibilidades de deslizamiento en bajada.

Para dichos tramos con pendientes pronunciadas se deben considerar trazados que no superen las longitudes presentadas en la Tabla 25.

Tabla 25. Pendientes según longitud máxima permitida del tramo.

PENDIENTE	LONGITUD MÁXIMA PERMITIDA DEL TRAMO
3 - 6%	500 m
6 - 8%	250 m
8 - 10%	90 m
más del 10%	30 m

Fuente: FGSV, ERA 2010

Los desniveles inferiores al 3% no causan mayor problema en la circulación de bicicletas, por lo que pueden existir tramos largos con esta inclinación. En cambio, se deben evitar en la medida de lo posible las pendientes mayores al 6%, ya que pueden causar fatiga. El efecto negativo de los ascensos sobre la comodidad de la circulación en bicicleta se puede mitigar parcialmente, si cada cambio de inclinación está precedido por un tramo llano que permita al ciclista acelerar antes de empezar a ascender.

En cuanto a las pequeñas rampas para salvar obstáculos o remontar bordillos, se recomiendan inclinaciones del 6% y máximas del 10-15%. Para remontar un bordillo de 12 cm, la rampa necesaria sería de 2 m al 6% y de 1,2 m al 10%. Hay que tener en cuenta que inclinaciones superiores resultan incómodas para el tránsito ciclista.

Para facilitar el drenaje, conviene que la vía ciclista tenga como mínimo una pendiente transversal del 0,5%, pero en zonas lluviosas debería ampliarse hasta 1-2%.

### 3.3.5.2 DISTANCIA DE VISIBILIDAD Y DE FRENADO

Un factor muy importante a considerar al diseñar la ciclo-infraestructura es la distancia para frenar con seguridad, la cual depende de las pendientes, la superficie del pavimento y su estado (mojado o seco), así como la velocidad del ciclista. Por su parte, la distancia de visibilidad es la suma de la distancia de frenado más la distancia recorrida durante el tiempo de reacción que, como referencia, se supone de 2 segundos en los cálculos para la elaboración de la Tabla 26.

Tabla 26. Distancia de frenado y de visibilidad en función de la velocidad y pendiente

VELOCIDAD DE DISEÑO	PENDIENTE DESCENDENTE					
	0%		3%		6%	
	FRENADA	VISIBILIDAD	FRENADA	VISIBILIDAD	FRENADA	VISIBILIDAD
20 km/h	20 m	31 m	25 m	36 m	30 m	41 m
30 km/h	35 m	52 m	40 m	57 m	45 m	62 m
40 km/h	50 m	72 m	55 m	77 m	60 m	82 m

Fuente: elaboración propia a partir de "Ciclociudades", Tomo IV (ITDP & I-CE, 2011a)

Como se puede comprobar en la tabla, en tramos llanos y una velocidad de diseño de 20 km/h, se requiere una distancia de parada de 20 metros más la longitud recorrida durante el tiempo de reacción del ciclista (2 segundos), lo que supone una distancia adicional de unos 11 metros circulando a dicha velocidad. En síntesis, la distancia de visibilidad debe estar en torno de los 31 metros para este caso específico.

### 3.3.6 Secciones tipo en vías urbanas

#### 3.3.6.1 VÍAS CICLISTAS

Según se establece en los capítulos iniciales de esta guía, las vías ciclistas exclusivas pueden ser de dos tipos, ciclorrutas y ciclobandas.

Se presentan en este apartado dos fichas técnicas que desarrollan en detalle las especificaciones de estos dos tipos de vías ciclistas. Estas fichas están pensadas para ayudar al proyectista en su tarea de diseño de la ciclo-infraestructura exclusiva en el ámbito urbano. Para ello, contienen, en una sola página, la información esencial a tener en cuenta en su diseño, en función de las distintas configuraciones posibles de la vía.



Foto 29. Ciclobanda (Palmira)



Foto 30. Ciclorruta (Montería). Fuente: Amalia García-Peña @margara1103

**Ciclorruta (CR)**

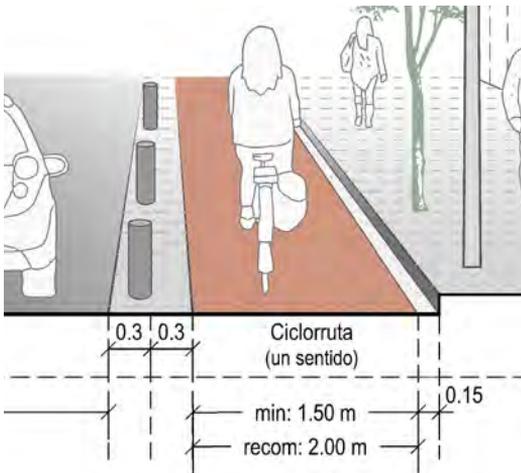
Definición: vía ciclista con segregación física de la calzada y del espacio peatonal.

Nivel:	Sentidos:	Contexto
C: Nivel de calzada	1: Un sentido	P: Estacionamiento en paralelo
A: Nivel de andén	2: Dos sentidos	T: Estacionamiento transversal
		S: Sin estacionamiento

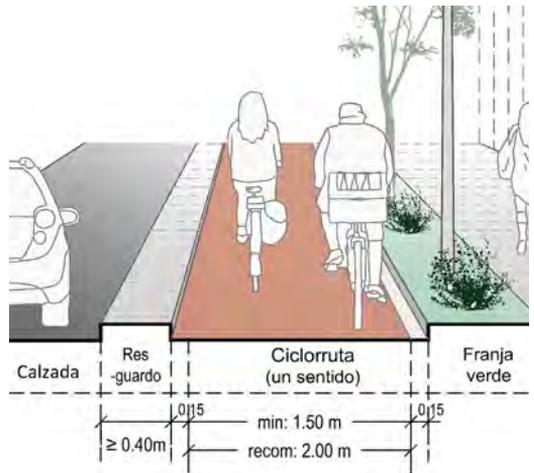
**Tipologías**

**A tener en cuenta:**

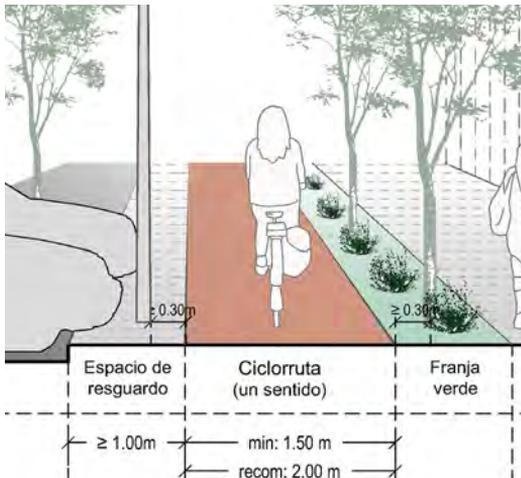
- Para todas
  - » Altura libre de obstáculos (2,10 m)
  - » Espacio de resguardo hacia elementos del mobiliario ( $\geq 0,30$  m)
- CR-C-1 y 2-P
  - » Resguardo hacia los bordillos (0,15 m)
  - » Accesibilidad de las personas que estacionan
- CR-C-1 y 2-T
  - » Ancho suficiente del espacio de resguardo ( $\geq 1,00$  m)
- CR-A-1 y 2-P/T/S
  - » Espacio de resguardo hacia la banda de estacionamiento ( $\geq 0,70$  m)



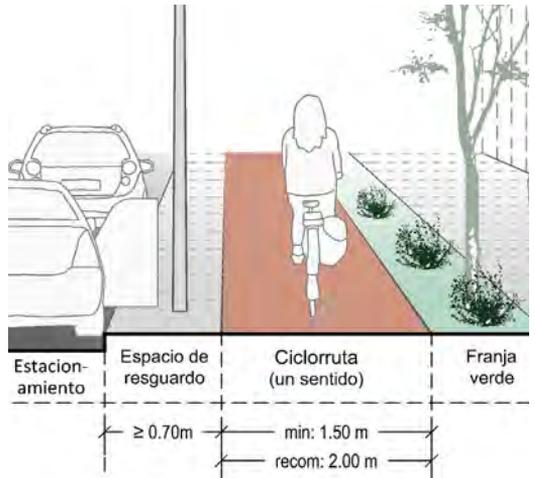
**CR-C - 1 - S (con bolardos)**



**CR-C - 1 - S (con bordillo)**



**CR-A - 1 - T**



**CR-A - 1 - P**

**Ciclobanda (CB)**

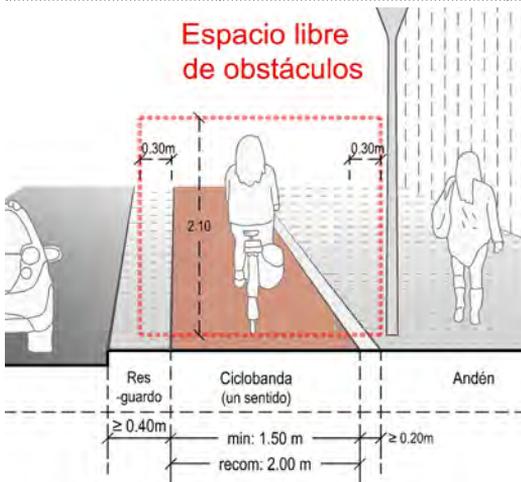
Definición: vía ciclista con segregación física de la calzada y del espacio peatonal.

Nivel:	Sentidos:	Contexto
C: Nivel de calzada	1: Un sentido	P: Estacionamiento en paralelo
A: Nivel de andén	2: Dos sentidos	T: Estacionamiento transversal
		S: Sin estacionamiento

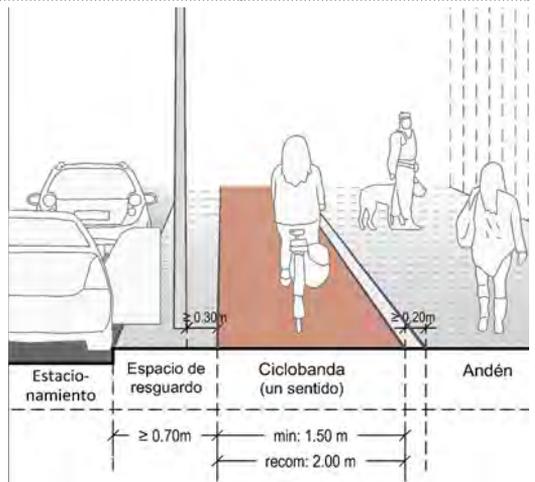
**Tipologías**

**A tener en cuenta:**

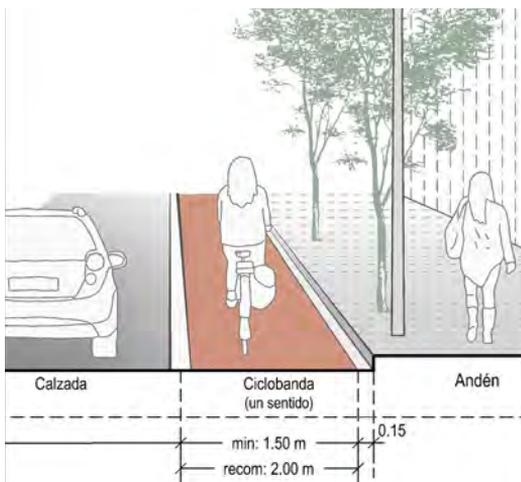
- Al nivel de la calzada
  - » Resguardos hacia los bordillos (0,15 m)
- Al nivel del andén
  - » Coherente segregación del espacio peatonal (franja de pavimento táctil).
  - » Altura libre de obstáculos (2,10 m)
  - » Espacio de resguardo hacia elementos del mobiliario ( $\geq 0,30$  m)
- CBC 1-P
  - » Ancho suficiente del espacio de resguardo hacia el estacionamiento ( $\geq 0,50$  m)
- CBA 1 y 2-P
  - » Ancho suficiente del espacio de resguardo hacia el estacionamiento ( $\geq 0,70$  m)
- CBA 1 y 2-T
  - » Ancho suficiente del espacio de resguardo hacia el estacionamiento ( $\geq 1,00$  m)



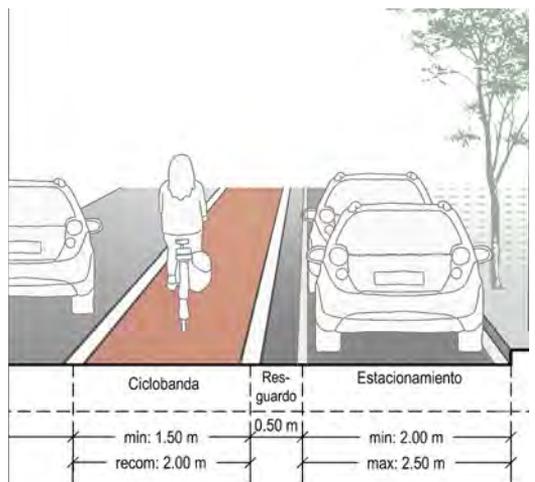
**CBA - 1 - S**



**CBA - 1 - P**



**CBC - 1 - S**



**CBC - 1 - P**

### 3.3.6.2 VÍAS CICLO-ADAPTADAS

#### Calles de tránsito calmado

La mejor forma de garantizar velocidades bajas es aplicar secciones angostas de los carriles o de la calzada para no recurrir a elementos constructivos de reducción de la velocidad tales como resaltos. En estas calles, la prioridad es de los modos no motorizados y por lo tanto está permitido circular en paralelo o por el centro del carril. El ancho máximo para calles de doble sentido es de 5,50 metros, pudiendo reducir el ancho aún más si se trata de una calle sin circulación de vehículos pesados.

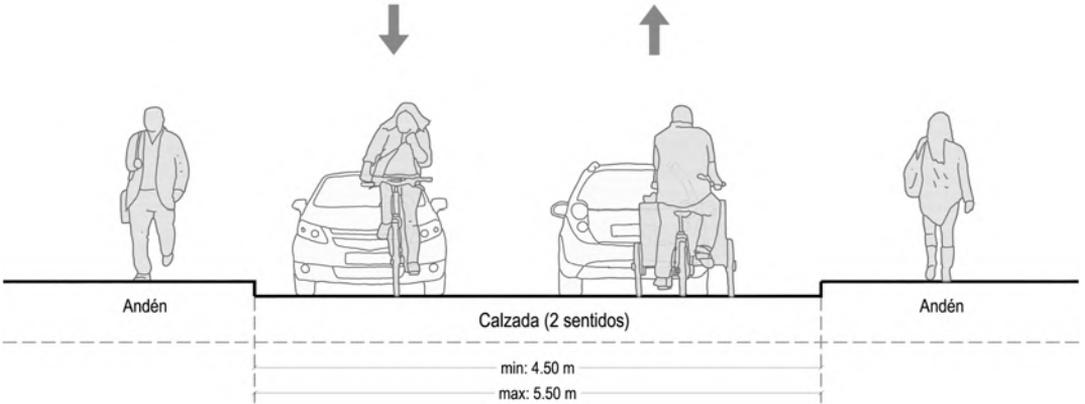


Figura 37. Calle de tránsito calmado

#### Contraflujo

El contraflujo compartiendo la calzada es viable si tanto el volumen como las velocidades son bajas y el ancho de la calzada suficiente. Se suele manejar un umbral de hasta 3.000 veh/día, siendo un volumen de 300 vehículos por hora el tope recomendable para aplicar este tipo de soluciones.

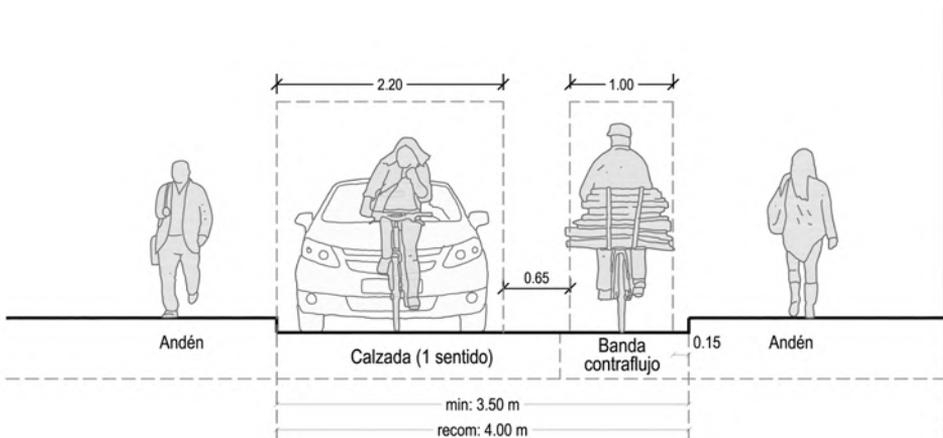


Figura 38. Dimensiones de referencia para una sección con circulación ciclista en contraflujo

En general, un ancho de 3,50 metros es suficiente para facilitar el cruce de una bicicleta y un automóvil, no obstante, un ancho de 4,00 metros es la dimensión recomendable para rutas con un volumen regular de ciclistas.

En curvas o tramos con poca visibilidad puede ser conveniente optar puntualmente por elementos que segregan físicamente la banda ciclista a contraflujo.

Para reforzar la seguridad de los ciclistas en este tipo de calles, es posible señalar estas vías como “calle cívica”, donde las bicicletas gozan de prioridad y los vehículos no pueden sobrepasar los 30 km/h.

### Bandas ciclopreferentes

Indican un espacio en el que la bicicleta tiene preferencia, aunque puede utilizar la totalidad de la calzada. Este concepto permite aplicar mejoras para la bicicleta en calles con un ancho menor que el que requeriría la implantación de vías ciclistas (ciclorrutas y ciclobandas). El ancho mínimo es de 1,25 m, siendo un valor de 1,50 m recomendable.

Dado que excepcionalmente son transitables por parte de los vehículos motorizados, el carril de los automóviles se puede reducir a lo estrictamente necesario (2,25 - 2,50 m), reduciendo por tanto notablemente el ancho de la calzada.

Una condición básica de la implantación de las bandas de protección en la sección mínima (7,50 metros) es que no haya baches ni rejillas u otros elementos que supongan peligro en los bordes de la calzada. Asimismo, en caso de existencia de bandas de estacionamiento hay que incluir el ancho del resguardo. La introducción de bandas ciclopreferentes en secciones mínimas (carriles de 3,75 m) sólo es recomendable si la velocidad se limita a 30 km/h, es decir, en situaciones donde es aceptable que el automóvil adelante al ciclista a una distancia de 0,90 m.

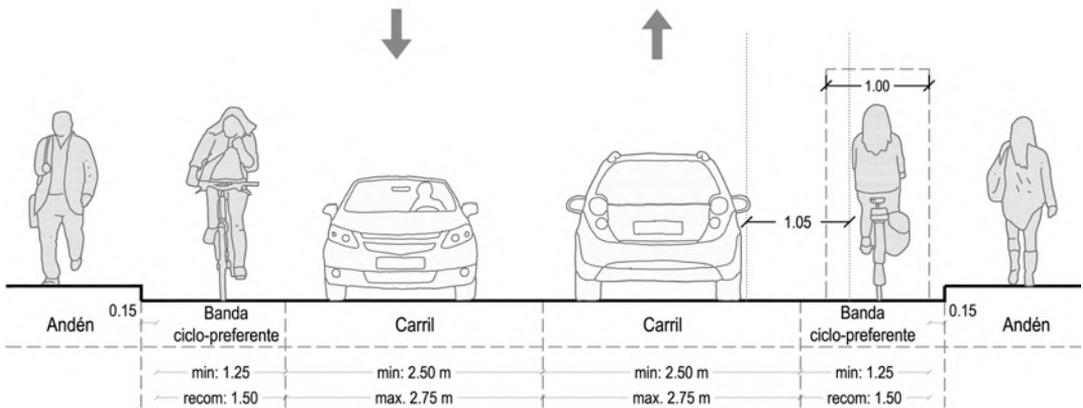


Figura 39. Dimensiones de referencia para una sección con bandas ciclopreferentes.

### Carril ciclopreferente

La opción de los carriles ciclopreferentes se suele ofrecer en circunstancias donde se pretende mejorar las condiciones de la seguridad subjetiva de los ciclistas, así como su visibilidad cuando comparten la calzada con el tránsito motorizado, cuando no hay solución técnica coherente o voluntad política / demanda social para implantar vías ciclistas segregadas, ni tampoco se dan las condiciones para calmar el tráfico de forma sustancial.

Habitualmente se aplica en calles con más de un carril por sentido, de modo que la señalización de los carriles ciclopreferentes no condicione a los flujos motorizados en su totalidad. El carril ciclopreferente puede ser también una buena opción en calles con mucha presencia de bicicletas de carga o triciclos, que muchas veces no encajan bien en las bandas ciclistas segregadas de la calzada. No obstante, en calles con frecuente congestión vehicular y aglomeraciones intensas de automóviles, es mejor optar por bandas segregadas.

Es recomendable que el carril compartido tenga una sección angosta para evitar los adelantamientos de automóviles en el mismo carril. Por este motivo es recomendable que el carril no supere los 3,00 metros de ancho.

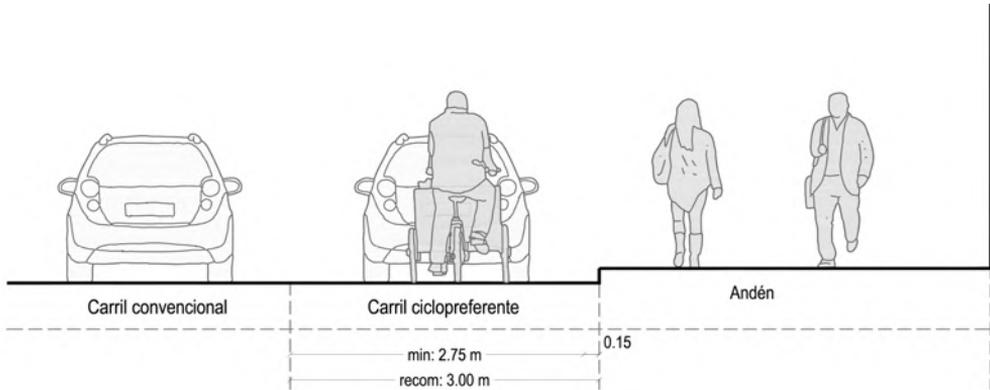


Figura 40. Dimensiones de referencia para secciones con carril ciclopreferente.

### Carril bus-bici

La modalidad del carril bus-bici es una solución de gran utilidad en los centros urbanos de las ciudades, donde por falta de espacio no es posible implantar vías ciclistas segregadas en todos los grandes ejes. Asimismo, es una buena opción para hacer la red vial más permeable para los ciclistas sin recurrir a realizar grandes obras constructivas. En todo caso hay que valorar una serie de condicionantes para decidir si la opción es válida:

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

Existen dos formas de diseñar el carril bus-bici: de ancho estricto, que obliga a salir del carril para realizar adelantamientos, o de ancho amplio (4,50 m), que permite el adelantamiento en el mismo carril. Facilitar los adelantamientos es especialmente importante si el carril bus-bici dispone de elementos físicos de segregación del resto de la calzada. Para que el adelantamiento del autobús a la bicicleta se produzca con garantías de seguridad, es recomendable que los autobuses no superen una velocidad de 40 km/h en esa operación. Por esta razón, no se deben implementar carriles bus-bici en corredores SITM con altas velocidades.

Si no hay suficiente espacio vial disponible también se pueden implantar carriles bus-bici de sección estrecha o ancho estricto (de 3,25 m), donde no se pueden efectuar maniobras de adelantamiento en el mismo carril. Para que esta solución sea viable la velocidad del ciclista y de los autobuses deberían ser relativamente homogéneas. Esta condición se cumple en general en tramos llanos o de pendiente descendente. Para no penalizar los flujos ciclistas en las paradas de autobús conviene ampliar puntualmente la sección o garantizar que el ciclista pueda utilizar el carril colindante. La utilización de un carril bus-bici de sección estrecha por parte de taxis y motos es menos recomendable, ya que tienden a adelantar al ciclista dentro del mismo carril.

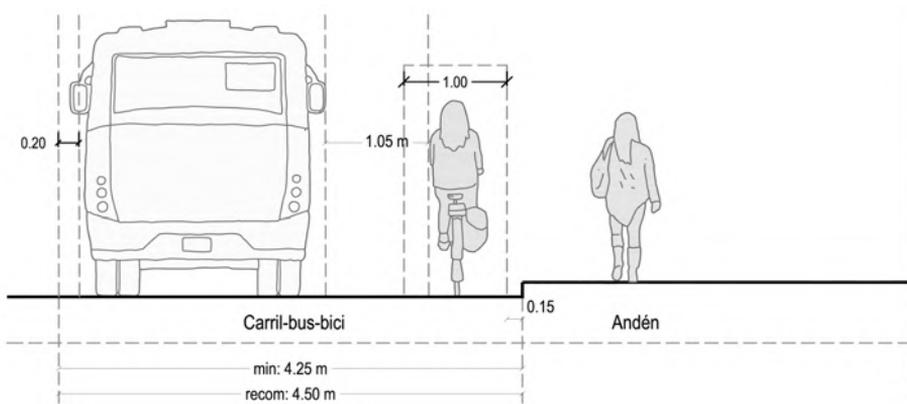


Figura 41. Carril bus-bici - sección ancha

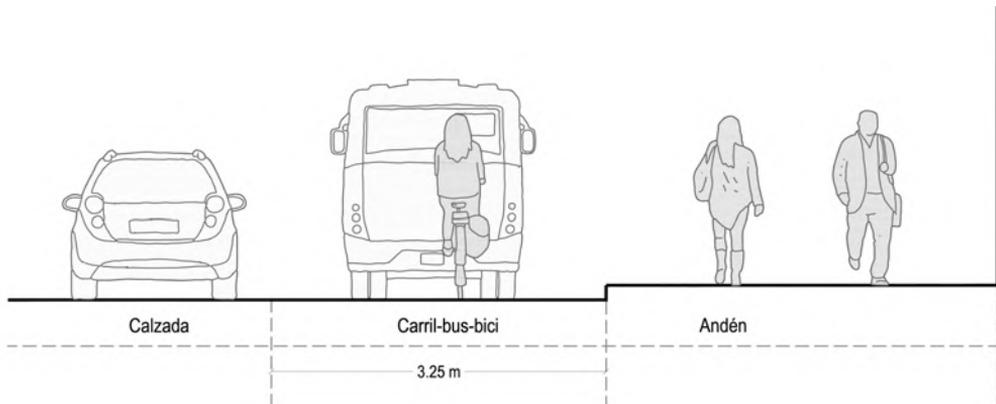


Figura 42. Carril bus-bici - sección estrecha

### 3.3.7 Resumen de anchos para las vías ciclistas

En la Tabla 27 se presenta un resumen de los anchos para las diferentes tipologías de diseño presentadas en este capítulo.

Tabla 27. Anchos mínimos y recomendados según tipologías.

		ANCHO RECOMENDADO (m)	ANCHO MÍNIMO (m)
Unidireccional	Ciclorruta	1,60 – 2,00	1,50
	Ciclobanda	1,60 – 1,80	1,50
	Banda ciclo-preferente	1,50	1,25*
	Carril bus-bici		
	» con adelantamiento	4,50	4,25
	» sin adelantamiento	3,25	3,00
	Ciclo-carril		
	» con adelantamiento	4,25	4,00
	» sin adelantamiento	2,75	2,50
	Bidireccional	Ciclorruta	
Ciclobanda-andén			2,30
Vía peatonal con uso ciclista autorizado			3,00
Calles de sentido único con contraflujo			3,50

\* Ancho mínimo de la calzada restante: 2,50 m

Fuente: Elaboración propia a partir de FGSV, ERA 2010 y CROW 2006

## 3.4 LA INFRAESTRUCTURA INTERURBANA

### 3.4.1 Introducción

Las vías interurbanas constituyen el soporte básico de una ciclorred a escala nacional o regional. Además, en el contexto colombiano, es de particular importancia prestarle atención a los viajes en vías interurbanas, en especial en los municipios donde existe una relación funcional con municipios aledaños por razones económicas y en las ciudades con una alta presencia de personas que usan la bicicleta por recreación fuera de la ciudad. Para implantar una red de vías interurbanas que dé cobertura a un territorio extenso, la red existente de carreteras constituye un recurso muy valioso que hay que aprovechar al máximo, en la medida de lo posible, por los siguientes motivos:

- » Se trata de un soporte existente que no requiere mayor inversión
- » Dispone de un mantenimiento y una permanencia que la hacen fiable
- » Funcionalmente, conecta con los principales núcleos urbanos de forma directa
- » Suele tener un trazado adaptado a la topografía, buscando el mínimo desnivel acumulado

Sin embargo, su uso por parte de ciclistas implica compatibilizar este modo con una infraestructura casi exclusivamente diseñada para los vehículos motorizados, y donde suelen alcanzar velocidades mucho mayores que en el entorno urbano. En consecuencia, los requisitos de seguridad vial son mucho más estrictos que en el caso de las vías para bicicleta urbanas. No obstante, también depende en alto grado del perfil del usuario pues, por ejemplo, las exigencias a la infraestructura de los ciclistas deportivos de carretera son muy diferentes a los ciclistas de uso cotidiano o recreativo (Tabla 16).

En este contexto conviene recordar lo establecido en el Código de Tránsito de Colombia (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002) en donde se indica que el ciclista ha de circular por el borde derecho de la calzada y a menos de un metro del andén. Sin embargo, esta normativa no establece una distancia mínima a guardar para realizar la maniobra de adelantamiento, cuando este espacio es fundamental para la seguridad vial del ciclista. Se propone, por tanto, establecer una distancia mínima de adelantamiento de 1,50 m en carreteras para velocidades mayores a 50 km/h, tal como ocurre en la gran mayoría de los países que han desarrollado una normativa a esos efectos.

### 3.4.2 Criterios para la tipología de vía ciclista interurbana

En analogía con los criterios de la elección de la tipología de ciclo-infraestructura en entornos urbanos, el volumen del tránsito y la velocidad del mismo son los condicionantes fundamentales, tal y como se puede observar en la Tabla 28.

Tabla 28. Intervención tipo en carreteras según sus características básicas

TRÁNSITO DE VEHÍCULOS POR DÍAS	VELOCIDAD MÁXIMA AUTORIZADA	TIPOLOGÍA VÍA CICLISTA
> 10.000	> 100 km/h	Ciclorruta de trazado independiente
<1 0.000 >7.000	70 - 90 km/h	Ciclorruta (bidireccional)
< 7.000 >5.000	50 - 90 km/h	Ciclobanda uni- o bidireccional
< 5.000 >2.500	50 - 70 km/h	Banda ciclopreferente
< 2.500	<70 km/h	Uso compartido / Banda ciclopreferente

Aparte de estos condicionantes fundamentales, hay que tener en cuenta otros factores particulares como la presencia de tramos con curvas, visibilidad, pendientes, etc. para evaluar si la fórmula elegida supone una solución segura para los ciclistas.

En el caso de los ciclistas deportivos de carretera no suele ser necesario ofrecer una infraestructura específica, salvo en autopistas. Es más bien en la normativa, la formación y la señalización en donde se pueden conseguir mejoras en la seguridad vial para esta modalidad de usuarios.

### 3.4.3 Secciones tipo en carreteras

#### 3.4.3.1 USO COMPARTIDO DE LA CALZADA

Si el tránsito de vehículos motorizados es moderado y las velocidades son bajas, es compatible que los ciclistas circulen por la calzada con el resto de los vehículos. Para adelantar a los ciclistas, los vehículos motorizados tienen que salir de su carril para dejar una distancia recomendada de 1,50 m como resguardo de seguridad. Los ciclistas circulan en el borde exterior de la calzada. En tramos con mucha demanda recreativa o deportiva sería deseable autorizar la circulación en paralelo de los ciclistas, lo que suele mejorar la visibilidad de los mismos y en consecuencia su seguridad.

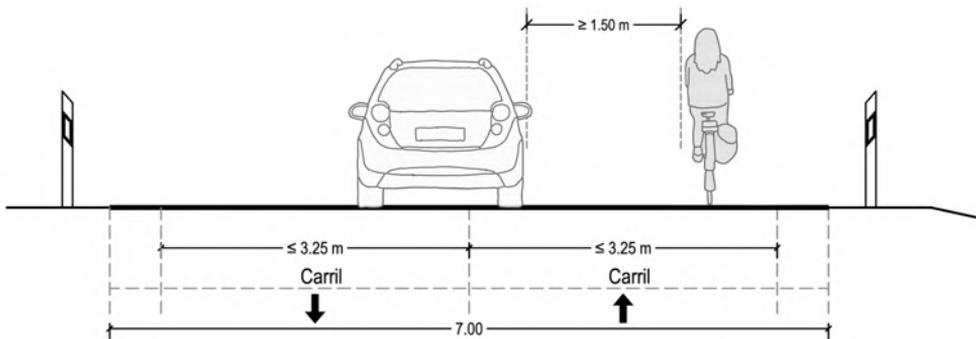


Figura 4.3. Uso compartido del carril

En una primera fase de promoción de la bicicleta se propone establecer el límite de 2.500 vehículos al día en tramos interurbanos con una velocidad máxima permitida de 70 km/h para el uso compartido de la calzada. No es recomendable promover el uso compartido de la calzada a velocidades mayores. En caso de tener una sección más amplia se pueden aplicar soluciones que faciliten una mayor segregación.

#### 3.4.3.2 BANDAS CICLOPREFERENTES

En carreteras en las que no se requieren vías segregadas se pueden disponer bandas de preferencia para la circulación ciclista que, en ausencia de bicicletas, pueden ser invadidas por los vehículos motorizados cuando se cruzan o adelantan. Su ancho mínimo es de 1,25 m, siendo el recomendable de a 1,50 m. La solución es aplicable en secciones de al menos 7,50 m y velocidades hasta 70 km/h. Dado que las bandas ciclopreferentes ofrecen mayor seguridad que el uso compartido de la calzada, el umbral de referencia del tránsito de vehículos motorizados puede doblar el umbral de las secciones mixtas.

Si la sección total disponible es inferior a 7,50 m y el TPD de la vía es bajo (< 2.500 vehículos/día), se debería eliminar la línea central de calzada de manera que los vehículos motorizados circulen por el centro de la misma invadiendo la banda de protección solo en caso de cruce con otro vehículo.

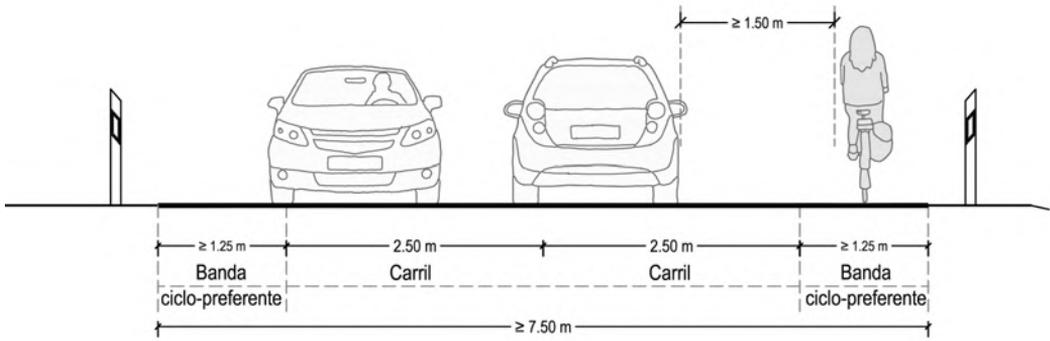


Figura 44. Circulación por bandas ciclopreferentes

En todo caso es imprescindible que se mantengan limpios los espacios laterales de las carreteras para que sean adecuados para la circulación de bicicletas.

También se pueden aplicar este tipo de soluciones en carreteras más estrechas (5,50 - 7,50 m), donde el TPD es muy bajo (< 1.500 vehículos/día). En este caso, el ancho de calzada libre, sin las bandas ciclopreferentes, no permite el cruce de dos vehículos sin invadir las bandas ciclopreferentes.



Foto 31. Carretera con bandas ciclopreferentes (Alemania)

### 3.4.3.3 CIRCULACIÓN POR CICLOBANDAS

El diseño de ciclobandas es recomendable en el caso de carreteras existentes que tengan una sección amplia, una velocidad media igual o inferior a 90 km/h y donde la implantación de vías segregadas bidireccionales no sea posible o deseable. La solución supone añadir un carril más a la calzada que sería de uso exclusivo para la circulación en bicicleta.

En general es deseable proteger las ciclobandas con postes de guía o hitos de arista para evitar la circulación de vehículos lentos por este espacio. El ancho mínimo es de 1,50 m (unidireccional) con una banda de resguardo de 0,60 m. El umbral máximo del TPD para la implantación de ciclobandas es de 7.000 vehículos/día.

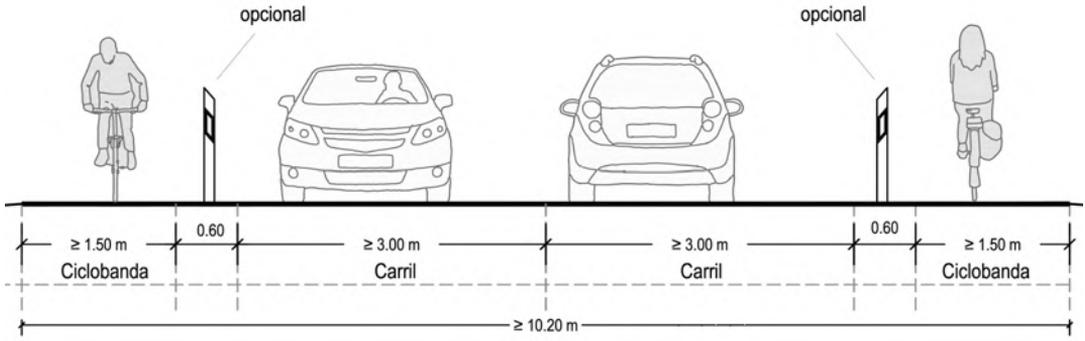


Figura 45. Ciclobanda unidireccional

Las ciclobandas son una fórmula sencilla de mejorar la seguridad de la bicicleta allí donde resulta difícil construir vías ciclistas segregadas debido a la falta de espacio.

En el caso de dar preferencia a una tipología bidireccional, el ancho de resguardo debe ser de al menos 1,25 m (1,50 m recomendable) y, para mitigar el efecto de succión del aire cuando pasan los vehículos, la vía ciclista debe tener un ancho mínimo de 2,20 m (2,50 m recomendable). En cualquier caso, no hay que olvidar que la tipología bidireccional resulta menos segura que la unidireccional en las intersecciones y menos conveniente en tramos con pendientes fuertes y frecuentes.

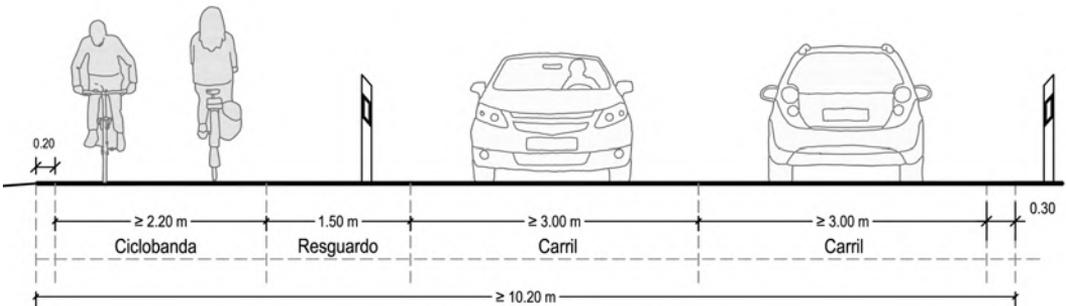


Figura 46. Ciclobanda bidireccional

A modo de resumen aclaratorio, en la Figura 47 se incluye una vista en planta de las distintas soluciones basadas en el acondicionamiento de la sección existente de carreteras, indicando las necesidades dimensionales y las marcas viales correspondientes. También se puede apreciar como en el caso de las bandas ciclopreferentes, los automóviles excepcionalmente pueden ocupar parcialmente el espacio del ciclista en el caso de cruce de dos vehículos con adelantamiento de un ciclista.

Como puede observarse, en las soluciones de uso compartido y bandas ciclopreferentes se prescinde de las marcas viales de segregación de los carriles debido al bajo TPD y a la baja velocidad media de la vía.

En el caso de la solución con ciclobanda, la distancia entre cada dos marcas de la línea discontinua es variable en función de la velocidad proyectada de la carretera. Es decir, a menor velocidad del tránsito motorizado, menor distancia y viceversa.

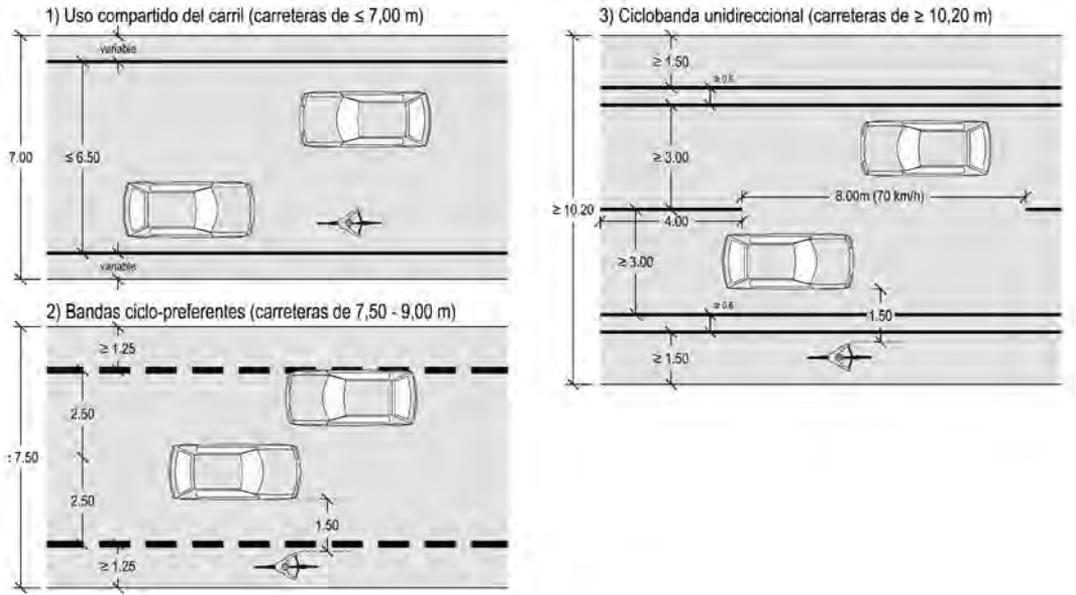


Figura 47. Vista en planta de las distintas soluciones ciclo-inclusivas en carreteras

### 3.4.3.4 VÍAS SEGREGADAS DE LA CALZADA

Las vías ciclistas segregadas, situadas fuera de la calzada de las carreteras de velocidad y/o tránsito elevado, son la infraestructura más adecuada para la mayoría de los perfiles de usuarios cotidianos o recreativos.

Esta segregación es necesaria, aparte de las razones obvias de seguridad vial, también por motivos del ruido, la contaminación atmosférica y el fenómeno de succión que provoca el paso veloz de los vehículos motorizados en su entorno.

Si existe una demanda peatonal en el tramo en consideración, hay que valorar si es más conveniente autorizar el uso peatonal por la vía para bicicletas o, por el contrario, diseñar una vía peatonal con el tránsito autorizado de bicicletas. En caso de que el tránsito de peatones o ciclistas sea muy elevado conviene habilitar bandas específicas para cada grupo de usuarios. El ancho recomendable es de  $2,50$  a  $3,00$  m, siendo el ancho de  $2,25$  m el mínimo estricto.

Este tipo de infraestructura se puede ver, por ejemplo, a las afueras de Montería y Cali conectando estas capitales con municipios aledaños (con Cereté en el caso de Montería y con Palmira en el caso de Cali).

La construcción de vías ciclistas en ambos laterales de la carretera puede ser conveniente en tramos de zonas periurbanas o con frecuentes e importantes destinos de desplazamiento en ambos lados.

La ubicación de la ciclorruta puede ser entre la calzada y la cuneta o en el exterior de esta última. En caso de transcurrir al borde de la calzada hay que dejar una franja de resguardo de al menos  $1,75$  m.

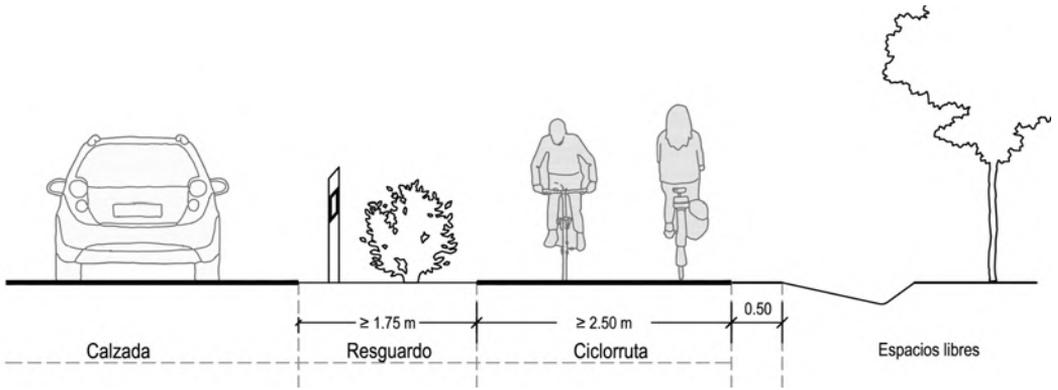


Figura 48. Ciclorruta entre calzada y cuneta

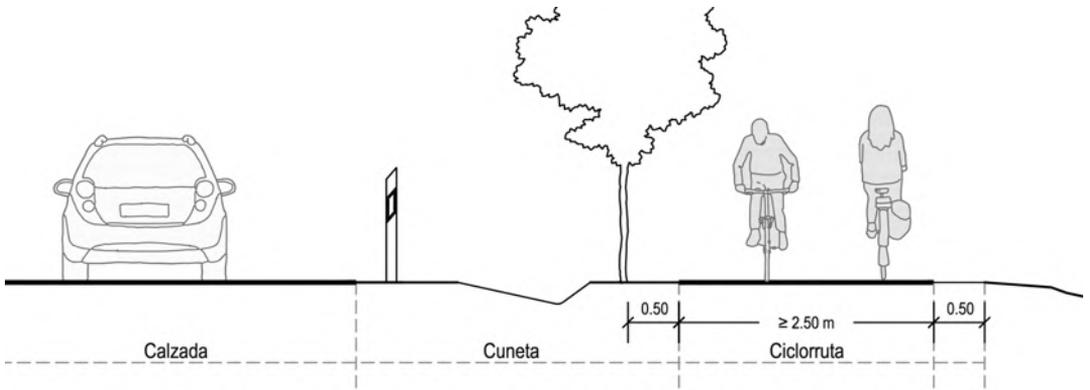


Figura 49. Ciclorruta exterior de la cuneta



Foto 32. Ciclorruta exterior de la cuneta (Montería). Fuente: Amalia García Peña, @margara1103

## 3.5 SOLUCIONES SINGULARES

### 3.5.1 Paradas del transporte colectivo

Las paradas del transporte colectivo son lugares de fricción entre los ciclistas, los propios vehículos colectivos y los peatones, dado que cada uno de esos modos tiene momentáneamente trayectorias o comportamientos que se cruzan e interfieren en los de los demás. Por ese motivo, la funcionalidad de una vía ciclista debe contrastarse con las necesidades de espera y acceso tanto de los peatones (pasajeros) como de los vehículos.

En situaciones de conflicto complejas como esta, en las que interactúan varios tipos de usuarios y modos, hay que tener muy presentes los criterios de seguridad y de vulnerabilidad de manera que las soluciones propuestas no penalicen a los peatones, los usuarios más débiles y vulnerables.

Hay cuatro aspectos fundamentales a tener en cuenta y que el diseño debe resolver:

- » Evitar que los peatones invadan la vía ciclista e interfieran con los ciclistas que por ella circulan.
- » Evitar que los usuarios del transporte colectivo se vean sorprendidos por bicicletas circulando
- » Garantizar que los ciclistas sigan de forma cómoda y segura su trayecto a pesar de que haya autobuses detenidos en la parada.
- » Garantizar el acceso fácil y completo de los autobuses a las paradas para facilitar el acceso de las personas al autobús, especialmente de las personas con discapacidad.

Las fórmulas de diseño para lograr estos objetivos dependen en gran medida del tipo de vía ciclista en el tramo así como los sentidos de circulación (uni- o bidireccional).

En el caso de las vías ciclistas a nivel del andén, el conflicto principal surge entre peatones y ciclistas. La solución más habitual es trazar la vía ciclista detrás de la parada de autobús (Figura 50). Esta solución exige andenes suficientemente anchos y una atención especial al diseño de los paraderos, de manera que haya una buena visibilidad de los peatones que abandonen o accedan al espacio de espera.

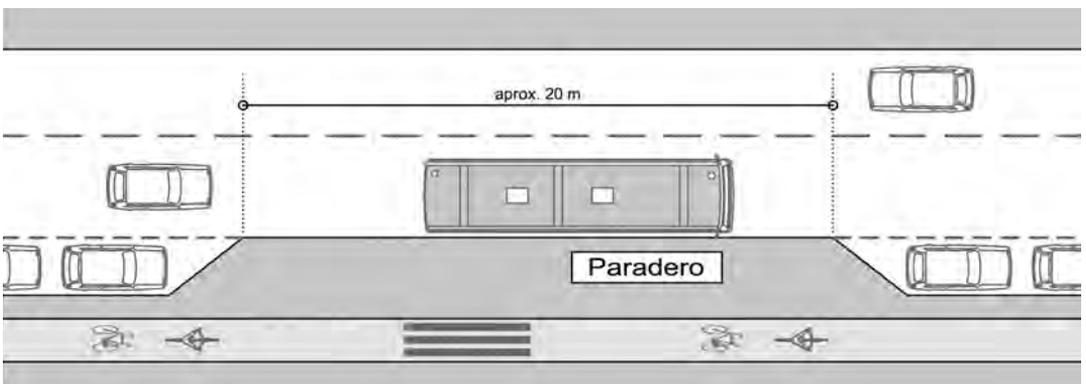


Figura 50. Relación de ciclorruta / ciclobanda-andén con los paraderos de transporte colectivo.

Otra solución consiste en desplazar el paradero y pasar la vía ciclista por delante del mismo (Figura 51). La funcionalidad de las soluciones depende de los detalles constructivos. Es conveniente utilizar una textura o color de pavimento diferente para el tramo delante del paradero, para que este espacio sea distinto y llamativo y aumente la precaución tanto de los peatones como de los ciclistas. En el momento de la bajada de viajeros, los ciclistas tendrán que ceder el paso. Esta solución se puede encontrar en Chía, Cundinamarca, como se puede observar en la Foto 33.



Foto 33. Solución aplicada en Chía, Cundinamarca similar a la Figura 51

En ambos casos, la solución para las vías ciclistas bidireccionales es mucho más complicada, dado que se duplica el tránsito de los ciclistas y se añade otro sentido de circulación más. Al mismo tiempo, el efecto barrera de la vía ciclista es mayor.

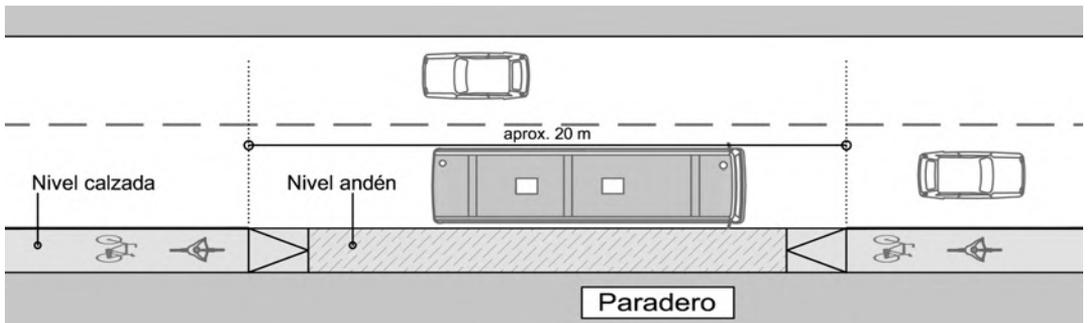


Figura 51. Relación de vía ciclista con los paraderos de transporte colectivo.

En el caso de las ciclobandas a nivel de la calzada el conflicto se centra entre las bicicletas y los autobuses. El autobús tiene que atravesar la vía ciclistas dos veces para dar servicio a la parada (Figura 52). Por este motivo esta solución es menos recomendable si la frecuencia de autobuses es elevada.

En caso de no existir un ensanchamiento de la calzada en el paradero, el autobús traslapa su parada con la vía ciclista de modo que obliga al ciclista a esperar o a realizar maniobras de adelantamiento en los carriles de circulación general (Figura 53). En este caso puede ser útil implantar una mediana, de modo que los automóviles no puedan adelantar al autobús parado, mientras que para los ciclistas queda una franja suficientemente ancha para hacer esta maniobra.

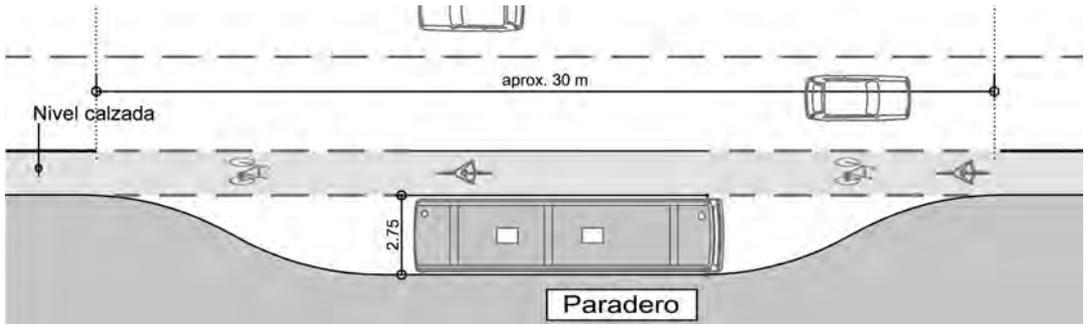


Figura 52. Relación de ciclobandas con las paradas de transporte colectivo.

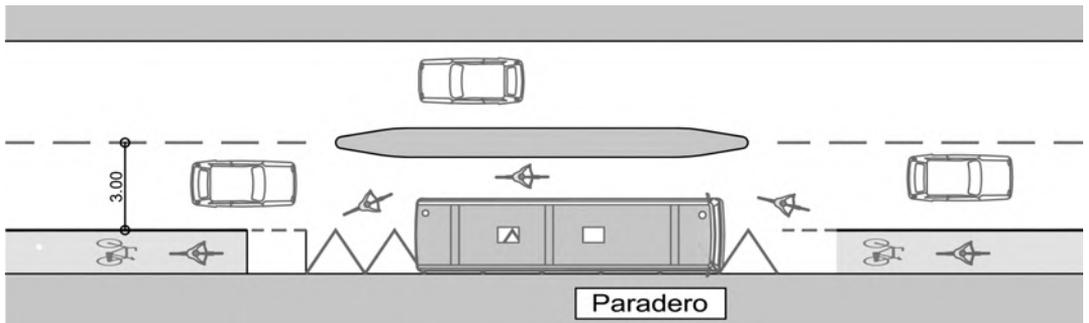


Figura 53. Relación de carriles-bici con las paradas de transporte colectivo.

### 3.5.2 Transición de vías ciclistas

Frecuentemente, sobre todo en zonas urbanas, no se puede mantener la sección deseada en todo un tramo. Por este motivo hay que buscar fórmulas de transición entre las distintas tipologías de vías ciclistas o entre éstas y el uso compartido de la calzada.

El diseño del punto inicial y final de una ciclorruta o ciclobanda al nivel del andén debe garantizar el enlace cómodo y directo con la calzada, de modo que los ciclistas no se vean obligados ni a desmontar ni a perder la prioridad.

En el inicio de una ciclorruta / ciclobanda-andén hay que prever un enlace con la calzada para incorporarse cómodamente a la vía ciclista (Figura 54).

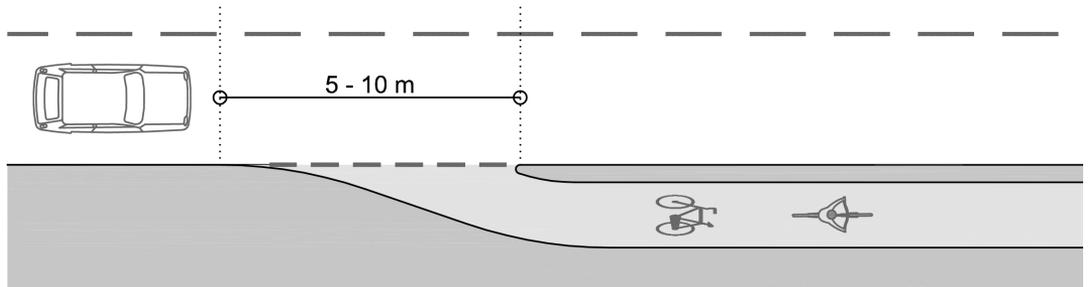


Figura 54. Transición de calzada a ciclorruta.

El diseño de la transición desde una ciclorruta al uso compartido de la calzada es más complejo, ya que hay que proteger a los ciclistas en el punto de entrada a la calzada. Es recomendable diseñar una banda ciclopreferente en los primeros 10 metros como zona de transición. De esta forma se indica claramente tanto a los conductores de los vehículos motorizados como a los ciclistas que las bicicletas circulan por la calzada a partir de este punto (Figura 55).

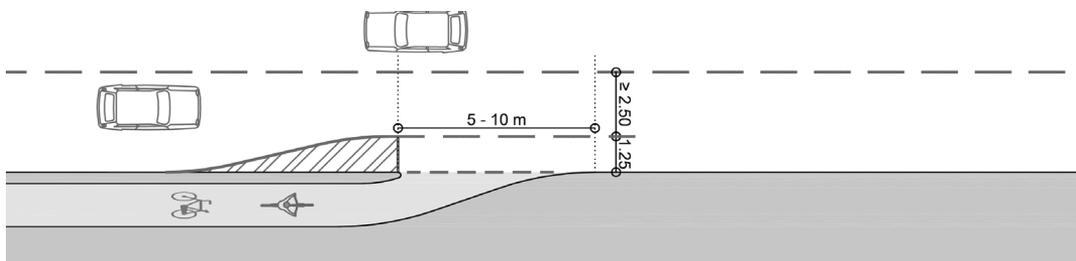


Figura 55. Transición de ciclobanda-andén a calzada.

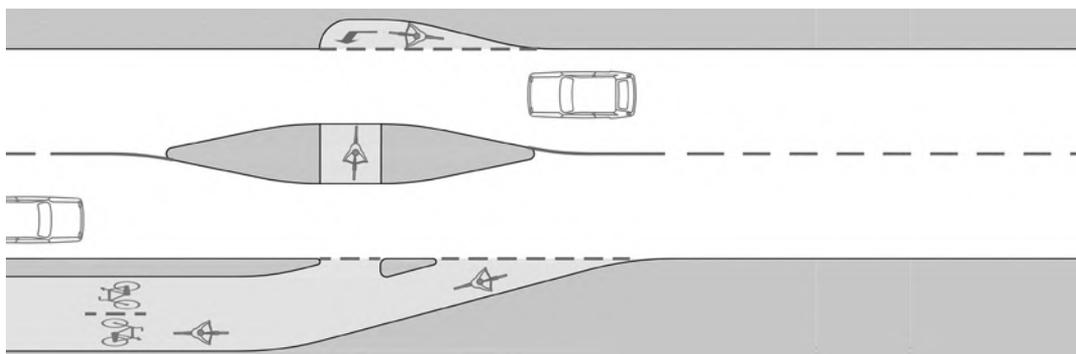


Figura 56. Transición de ciclorruta / ciclobanda-andén bidireccional a calzada.

En caso de vías bidireccionales conviene aplicar algunas medidas constructivas para habilitar el cruce necesario de la calzada, por ejemplo mediante refugios o islas (Figura 56). La implantación de refugios centrales que dividan la calzada permite al ciclista cruzar con seguridad la calzada en dos pasos sin necesariamente tener la prioridad.

### 3.5.3 Rampas, túneles y pasos elevados

Es frecuente que una ciclorred disponga de pasos inferiores o elevados para salvar las distintas barreras infraestructurales o naturales.

Para su diseño hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

- » Reducir al mínimo los cambios de nivel para los ciclistas,
- » No superar pendientes mayores del 8% (siendo recomendables pendientes de hasta un 5%),
- » Aumentar el atractivo tanto de sus embocaduras como de sus tramos intermedios. En los casos en que el contexto lo permita, es aconsejable que la infraestructura del tránsito motorizado sea la que cambie de nivel y no los modos no motorizados. Esto mostraría la prelación propia del marco de la movilidad sostenible.

En el caso de tener que elegir entre la construcción de un puente o un túnel para pasar la barrera de una infraestructura hay que valorar los aspectos económicos, la seguridad ciudadana y el desnivel a pasar.

El factor del desnivel a salvar juega a favor de los túneles, dado el menor gálibo de éstos, 2,50 – 3,00 m, frente un gálibo de alrededor de los 5 m de un puente sobre una calle. Por lo tanto, la longitud y/o las pendientes de las rampas son sensiblemente menores en el caso de los túneles.

Asimismo, en los túneles los ciclistas pueden aprovechar el impulso del descenso inicial para reducir su gasto de energía en la subida, situación contraria a la que sucede con los puentes.

La gran desventaja del túnel suele ser la menor seguridad ciudadana así como su mayor costo. A la hora de diseñar los puentes es importante ofrecer un ancho adecuado según los parámetros indicados sobre el espacio de circulación requerido de los capítulos anteriores. Así que el ancho mínimo para un puente compartido entre peatones y ciclistas es de 3,50 metros y en caso de optar por espacios segregados el ancho se aumenta a 4,00 metros.

El diseño y tratamiento de las vallas de protección incide en gran medida en la sensación de seguridad y comodidad. Por ejemplo, si las rampas son muy prolongadas es recomendable introducir tramos llanos para crear espacios de encuentro o descanso.

Tanto los puentes peatonales como los de bicicletas presentan las mismas tipologías, ya que se diseñan y dimensionan para las mismas sobrecargas de uso. En su construcción pueden emplearse diferentes materiales, tales como el acero, la madera y el concreto, aunque la solución más habitual es el puente metálico, que permite una gran variedad de diseños y con bajo precio.

Los puentes de madera son muy ligeros, pero presentan dos inconvenientes: su diseño suele ser bastante repetitivo y si el tratamiento al que se ha sometido la madera no es el adecuado, se deterioran en un corto espacio de tiempo.

El concreto tiene un peso propio muy grande en comparación con las sobrecargas que va a soportar, por lo que sólo se suele utilizar para cubrir luces pequeñas (como máximo seis u ocho metros), o en grandes puentes que lo combinan con el acero.

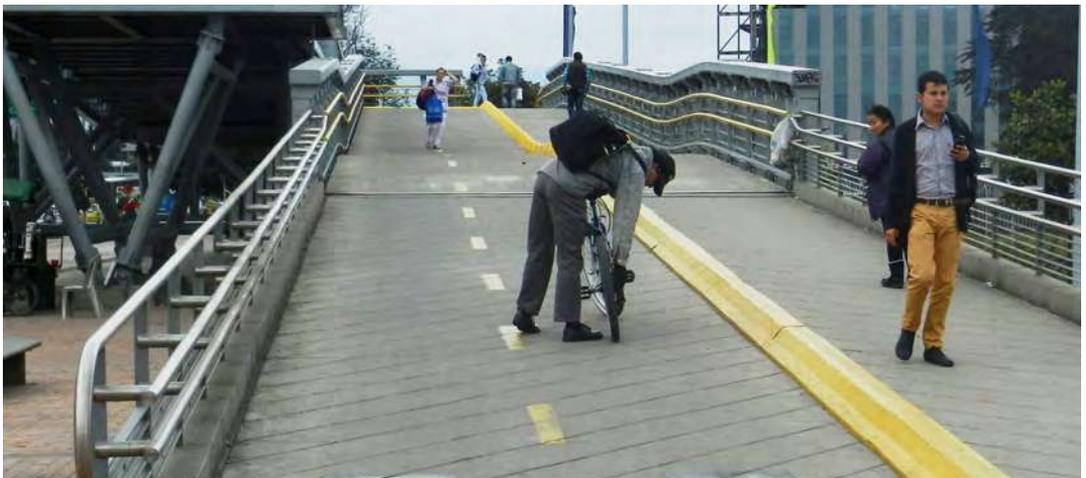


Foto 34. Puente con rampas escalonadas

Para mitigar la desventaja de la inseguridad ciudadana es preciso diseñar los túneles con un ancho generoso y facilitar una buena visibilidad, de manera que, por ejemplo, desde la entrada sea visible su salida.

Para tener una referencia básica se puede indicar que para túneles de longitud hasta 15 metros basta un ancho de 5,00 metros; en túneles más largos el ancho debería ser al menos de 6,00 metros. Los túneles protegen más de las inclemencias del tiempo, pero requieren infraestructura de evacuación del agua más compleja y costosa que los puentes.



Foto 35. Túnel ciclista cerca de sistema de transporte masivo-Bogotá

Una forma de financiar los mayores costos constructivos es la posibilidad de ofrecer pequeños puntos de venta en los túneles, lo que contribuye al mismo tiempo a crear un espacio público más animado y por lo tanto más seguro.

### 3.5.4 Adaptación de puentes vehiculares

En el pasado, cuando se construía un paso a desnivel era habitual pensar sólo en la movilidad de los vehículos motorizados y no se disponía un espacio para la circulación peatonal y ciclista. Estos puentes suelen ser los cuellos de botella en la estructura de las ciclorredes, ya que muchas veces no hay una alternativa razonable y el ancho es limitado, de modo que es difícil implantar bandas para los ciclistas.

En estos casos, las estructuras en voladizo son de gran utilidad. Dado que las sobrecargas de cálculo para peatones y ciclistas son pequeñas, puede recurrirse a la ampliación del tablero del puente mediante un voladizo, lo cual resulta más económico que construir nuevos estribos y pilas adosadas a él. Esta solución no siempre es posible, ya que depende de la tipología del puente, de su estado de conservación, etc.

## 3.6 TIPOS DE PAVIMENTO Y DE SUPERFICIE

### 3.6.1 Tipo de superficie de rodadura

A la hora de elegir un pavimento para una vía para bicicletas hay que tener en cuenta una serie de criterios, como son la comodidad y seguridad para el usuario (rigidez, regularidad y adherencia de la superficie del pavimento, drenaje), la adecuación al entorno por donde va a discurrir la vía ciclista, así como los costos, tanto de construcción como de mantenimiento.

Aunque el tránsito de bicicletas tiene menores exigencias en cuanto a cargas que la circulación de vehículos motorizados, la vía ha de soportar al menos las correspondientes a la maquinaria de construcción y los tránsitos esporádicos o habituales previstos para el acceso y los servicios de urgencia, conservación y limpieza.

La comodidad y también la seguridad del ciclista requieren una superficie uniforme, exenta de baches y con las menores discontinuidades posibles. La seguridad exige que el pavimento tenga una textura superficial

adecuada, ofreciendo resistencia al deslizamiento en cualquier circunstancia, fundamentalmente cuando exista agua y en trayectorias curvas. La calidad del pavimento ha de ser coherente con la función de la vía ciclista y su ubicación, es decir, su posición en la jerarquía de la red y del entorno en que se enmarque.

Tabla 29. Tabla de valoración de soluciones tipo de superficie de rodadura

	MEZCLAS BITUMINOSAS	CONCRETO	ADOQUÍN / BALDOSA	GRAVILLA COMPACTADA
Adherencia	●●●	●●●	●●●	●
Resistencia rodadura	●●●	●●	●	○
Resistencia a la erosión	●●●	●●●	●●●	○
Regularidad superficial	●●●	●●	●	○
Costo de construcción	●	●●	○	●●●
Costo de mantenimiento	●●	●●	●	●
Compatibilidad con los vehículos motorizados	●●●	●●●	●	○

○ Mala, ● Regular, ●● Aceptable, ●●● Buena

### 3.6.2 Rodaduras recomendables en función de la tipología de la vía para bicicletas

Para la gran mayoría de las vías para bicicletas las mezclas bituminosas son la mejor superficie del pavimento disponible debido a la reducida resistencia de la rodadura, la regularidad de la superficie, así como la buena adherencia. Únicamente en entornos específicos pueden prevalecer otros criterios como la adaptación a las características del medio ambiente construido o natural o el nivel de intrusión. Asimismo, hay grupos de usuarios específicos (deportistas de montaña) que suelen dar preferencia a pavimentos de carácter más natural.

Tabla 30. Rodaduras recomendables según el tipo de ciclo-infraestructura.

RODADURAS	CICLORRUTA	CICLOBANDA-CALZADA	CICLOBANDA-ANDÉN	CALZADA COMPARTIDA
Asfalto	●●●	●●●	●●	●●
Concreto	●●	●	●	●●
Adoquín	●	●	●●●	●●
Baldosa	●	○	●●●	○
Gravilla compactada	●*	○	○	○

○ Desaconsejable, ● Menos recomendable, ●● Adecuado, ●●● Óptimo.  
\* opción adecuada en vías por zonas verdes y espacios naturales

En entornos urbanos el criterio de la armonía del pavimento en relación con el entorno gana peso, por lo que superficies de pavimento basadas en adoquines o baldosas son más recomendables en espacios de máxima calidad estancial (por ejemplo, en cascos o calles históricos).

En suelos de protección o parques naturales conviene optar por un pavimento formado por material granular compactado o estabilizado para evitar el impacto visual del asfalto y el concreto. Su inconveniente es la mayor resistencia a la rodadura, que incrementa el esfuerzo y reduce la velocidad del ciclista, pero esa desventaja puede incluso ser una virtud en ciertas vías compartidas con peatones o con trazados poco rectilíneos.

Para rutas interurbanas de primer nivel la superficie del pavimento debe ser asfáltica o de calidad semejante para la rodadura de bicicletas convencionales, con la posible excepción de los tramos que atraviesen zonas naturales en donde se podrían implantar otras soluciones. En el caso de los desplazamientos cotidianos conviene que todos los recorridos tengan una capa de rodadura asfáltica o de características parecidas, mientras que para los trayectos recreativos esta proporción debe ser de al menos un 80%. Conviene informar a los usuarios sobre la calidad de los pavimentos de los trayectos principales de la red básica, especialmente la de aquellos tramos que no cumplen los requisitos de calidad de la pavimentación.

### 3.6.3 Recomendaciones de aplicación

#### 3.6.3.1 MEZCLAS BITUMINOSAS

La superficie del pavimento consiste en una mezcla bituminosa en caliente colocada sobre una capa de material granular. El grosor de las capas depende del volumen de tránsito previsto, de su composición y de la calidad de la explanada sobre la que se asienta.

En algunas ciudades se emplean colores como el rojo y el verde para pigmentar la mezcla con el fin de diferenciar claramente la vía para bicicletas, aunque el aglomerado negro es más económico. Cuando el pavimento es de color negro, la solución más barata consiste en extender una sola capa de al menos 5 cm de aglomerado sobre la base de gravilla compactada. En este sentido, es importante un diseño coherente que permita realizar la identificación clara de la infraestructura en todo el recorrido.

Las mezclas bituminosas son la superficie del pavimento más recomendable para vías para bicicletas interurbanas de uso cotidiano o para las rutas principales a nivel regional o departamental. La relación costo – beneficio es muy buena y, si están bien ejecutadas, su durabilidad es alta. Las mezclas con color encarecen y complican la ejecución ya que no suele haber existencias de aglomerado que no sea negro y hay que fabricarlo expresamente.

Desde el punto de vista del mantenimiento, el costo es aceptable pero, al tratarse de un pavimento continuo, las reparaciones se distinguen del resto, con lo que estéticamente el resultado puede no ser a la larga tan bueno.

#### 3.6.3.2 CONCRETO

La solución consiste en una losa de concreto en masa (o con placas prefabricadas), tendido directamente sobre la explanación o sobre una capa de material granular (grava). Una solera de concreto con un buen acabado superficial puede constituir un pavimento adecuado para una vía para bicicletas, fundamentalmente por el hecho de ser liso. A este respecto, en el caso del concreto hay que prestar atención al tratamiento superficial que se aplique, ya que la adherencia final dependerá en gran medida de este aspecto. Para ello, es recomendable que la superficie presente una textura mínimamente rugosa que garantice la adherencia en caso de lluvia.

El espesor de la solera puede oscilar entre los 10 y 15 cm, en función de las características de la base, la explanación y el tipo de tránsito previsto. La superficie resultante presenta resistencia a la rodadura y al deslizamiento muy adecuadas, pero en su contra está la necesidad de realizar juntas de dilatación para evitar fisuras. Estas juntas pueden suponer una mayor o menor incomodidad para el ciclista en función de la calidad de su ejecución.

El costo de mantenimiento de este tipo de superficie del pavimento es bajo y muy inferior (en caso de un espesor de 10 cm) al del pavimento bituminoso. Como en el caso del aglomerado, al tratarse de un pavimento continuo, las reparaciones no se pueden igualar y quedan muy marcadas.

Su aplicación se recomienda en tramos singulares de la ciclorred (por ejemplo, tramos con fuertes pendientes o con una mayor probabilidad de erosión en espacios naturales), donde se pretende lograr una mayor integración de la vía para bicicletas de la que se pueda obtener con una mezcla bituminosa.

### 3.6.3.3 ADOQUÍN Y BALDOSA

Son pavimentos que se realizan extendiendo sobre la capa de base, o directamente sobre la explanación, una cama de mortero (mezcla de cemento, arena y agua) de 3 cm de espesor sobre la que se asientan los adoquines o baldosas, generalmente de concreto prefabricado, rellenando posteriormente sus juntas con arena. Estos tipos de pavimentos requieren la ejecución de un bordillo o encintado para que las piezas de borde no se desplacen.

En el caso de adoptar una solución con baldosas, es muy importante elegir bien los espesores de las piezas en función de su tamaño y del tipo de tránsito que vayan a soportar. En cualquier caso, no se recomiendan espesores de menos de 5 cm.

El costo de construcción y mantenimiento es superior al del aglomerado asfáltico y al del concreto. Sin embargo, en el caso de la pavimentación con piezas, adoquines o baldosas, se trata de un sistema industrializado que permite, en caso de deterioro, la reposición de elementos dañados recuperando el aspecto y las características originales.

Este tipo de pavimentos son adecuados para lograr una mejor integración de la ciclo-infraestructura en zonas urbanas, pero hay que garantizar una buena ejecución y elegir bien el material de pavimentado para no penalizar la circulación en bicicleta por este tipo de superficies. En la actualidad existe una amplia oferta de piezas de pavimentación sin bisel en los bordes, de manera que es posible lograr una superficie lisa y una continuidad muy alta.

### 3.6.3.4 GRAVILLA COMPACTADA

El uso de la gravilla compactada ofrece una superficie de aspecto "natural" con costos bajos. La rodadura es suave, pero no muy adherente, y muy sensible a los procesos erosivos, en especial si existen pendientes fuertes. Las superficies del pavimento de gravilla compactada necesitan una revisión anual de la calidad del pavimento y frecuentes obras de mantenimiento.

Este tipo de pavimento se puede mejorar añadiendo un estabilizante de suelo que crea una membrana impermeable sin modificar el color natural de la superficie. La estabilización permite un mejor drenaje que aumenta su durabilidad.

Hay que limitar el uso de la gravilla compactada a zonas ambientalmente sensibles o donde es necesario integrar la vía ciclista en el entorno. Asimismo, puede ser la mejor opción para recorridos donde predomine el desplazamiento en bicicleta de montaña. En caso de optar por la gravilla compactada hay que excluir el tránsito motorizado, ya que el peso de vehículos pesados acelera el deterioro de la superficie del pavimento.

Por todas estas razones, no es un pavimento adecuado para el uso cotidiano ni para los ejes principales de las vías departamentales o regionales.

## 3.7 DISEÑO DE INTERSECCIONES

### 3.7.1 Fundamentos

Las intersecciones son elementos fundamentales en el diseño de las ciclorredes, ya que en estos puntos suelen tener lugar la mayoría de los incidentes, conflictos o siniestros y, por otro lado, su diseño y regulación son determinantes para la comodidad y rapidez de una ruta ciclista.

Las prioridades que se establecen en cada intersección influyen sobre el tiempo que tiene que dedicar el ciclista para cruzar una intersección y, también, sobre el esfuerzo que ha de realizar, pues hay que tener en cuenta que en las interrupciones de la trayectoria pierde energía cinética y requiere un esfuerzo suplementario para volver a estar en movimiento.

Por tanto, estas premisas se traducen en unos criterios básicos que hay que considerar a la hora de diseñar intersecciones para ciclistas:

- A Deben permitir que peatones, ciclistas y conductores de vehículos motorizados se perciban unos a otros con suficiente tiempo para la prevención y suficiente espacio para la reacción.
- B Deben ser claramente legibles y coherentes para que los usuarios “intuyan” las prioridades y eviten titubeos o decisiones erróneas.
- C Deben compatibilizar las distintas velocidades allí donde se encuentren los diferentes tipos de usuarios.
- D Deben minimizar los tiempos de espera y los recorridos para los ciclistas, lo cual se debe conciliar con un nivel de seguridad adecuado para todos los usuarios de las vías que forman las intersecciones.

Para cumplir con estos requisitos hay dos variables fundamentales en las que el diseño juega un papel clave: la visibilidad y la velocidad. Si mediante el diseño se garantiza que la visibilidad sea buena y la velocidad en los cruces baja, la mejora de la seguridad vial será enorme.

#### 3.7.1.1 CAMPO DE VISIÓN

Tal como se ha comentado en los apartados anteriores, la visibilidad es fundamental para la seguridad vial en las intersecciones. La longitud o distancia del campo de visión libre de obstáculos depende de la distancia de frenado que, por su parte, depende básicamente de la velocidad del ciclista y la pendiente del tramo (véase sección 3.3.5.2).

Como referencia para tejidos urbanos, es necesario mantener libre de obstáculos el campo de visión a una altura de 2,50 metros y una longitud de unos 20-30 metros, de manera que el ciclista pueda reaccionar y frenar a tiempo si circula en el entorno de los 15-20 km/h. Dentro de este campo de visión no puede haber árboles, contenedores, vehículos estacionados u otros elementos.

### 3.7.1.2 REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD

Más allá de la propia señalización es el diseño de las calles lo que incide en gran medida en las velocidades de los usuarios de la vía pública. Si el diseño es claro y acorde con el contexto, especialmente en las proximidades de las intersecciones, los conductores suelen adaptar su velocidad de manera natural.

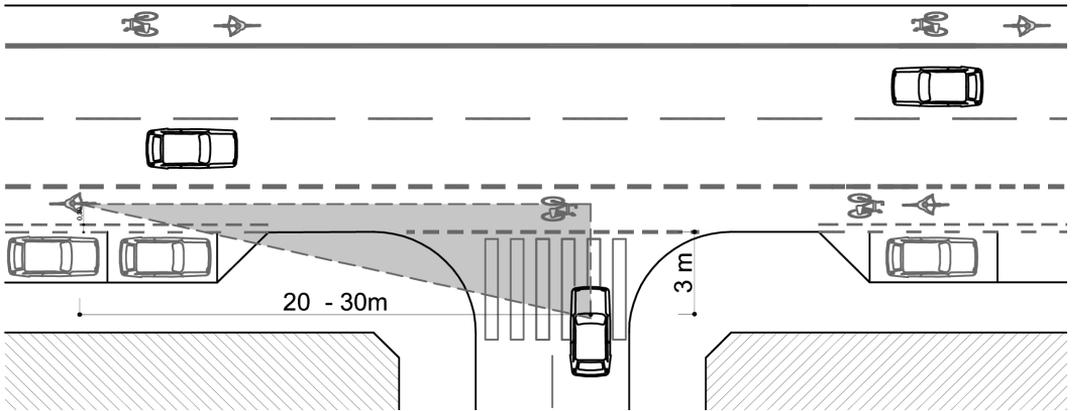


Figura 57. Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones para circulación ciclista a velocidades de 15-20 km/h

Por lo tanto, hace falta un diseño que disuada las velocidades excesivas, especialmente en las intersecciones. Entre las técnicas dirigidas a dicho fin destacan las siguientes:

- A** Cambios de trayectoria de los carriles de circulación
- B** Estrechamientos de los carriles de circulación del tránsito motorizado
- C** Modificaciones de color y textura de la pavimentación
- D** Elevación de la rasante
- E** Ajuste de los radios de giro
- F** Regulación inteligente de los semáforos
- G** Empleo de cruces sin prioridades preestablecidas (rotondas, ceda el paso con preferencia de la derecha)
- H** Diseño de “calles desnudas”, donde se delega una mayor responsabilidad a los usuarios de la vía evitando una sobrerregulación y una señalización excesiva.

Estas técnicas se pueden implantar por separado o como combinación de varias de ellas, tal y como se describirá más adelante en los casos particulares de algunas tipologías de intersecciones de vías para bicicletas.

La aproximación a las intersecciones debe ir acompañada de una señalización coherente con las prioridades de paso deseables en cada caso, combinando las marcas viales y las señales verticales. Todo ello sin perjuicio de una economía de la información, es decir, evitando un exceso de señales y mensajes que competirían entre sí y se devaluarían mutuamente.

## 3.7.2 Tipologías de intersecciones

La forma de la intersección y su regulación determinan sus características y condicionan su diseño ciclo-inclusivo. Se distinguen cinco tipos básicos de intersecciones:

- 1 Cruces convencionales no semaforizados
- 2 Cruces convencionales semaforizados
- 3 Glorietas
- 4 Intersecciones a distinto nivel
- 5 Otro tipo de cruces (cruce en tramos, de vías de aceleración y desaceleración, carriles de giros a la derecha independientes, etc.)

Las diferentes soluciones de implantación de vías para bicicletas dependen en gran medida de la tipología de las intersecciones y su regulación.

En general, la tipología de la vía para bicicletas en las intersecciones se deduce del tipo de vía instalada en sus tramos. Si en los ramales del cruce se ha optado por vías compartidas, es recomendable que los ciclistas compartan también la calzada en las intersecciones. Si por lo contrario existen bandas ciclistas segregadas en los tramos, se suele mantener la segregación en la intersección.

Otro concepto fundamental es que la vía ciclista se rige por las mismas reglas de prioridad que la calzada de la calle de la que forma parte. Es decir, una vía ciclista en una calle principal tiene prioridad en los cruces si los vehículos que circulan por la calzada de esta vía también la tienen, por ejemplo en las intersecciones con calles perpendiculares de jerarquía inferior. Por el contrario, si la calle pierde la prioridad en una intersección (cruce con una calle de jerarquía superior), la vía ciclista pierde asimismo la prioridad.

Es más compleja la situación en el caso de las ciclorrutas independientes al trazado de una vía, dado que no existe una referencia que atender, de modo que hay que valorar en cada caso las condiciones de seguridad y la comodidad a la hora de establecer las prioridades. Es decir, según el caso, las ciclorrutas pueden o no tener la prioridad en un cruce.

## 3.7.3 Cruces convencionales

### 3.7.3.1 USO COMPARTIDO DE LA CALZADA

En cruces de calles donde el ciclista circula por la calzada (uso compartido o sección mixta), no hace falta acondicionar el cruce especialmente para ciclistas. Únicamente conviene comprobar que la regulación de la prioridad sea clara, que haya buena visibilidad (evitar estacionamientos, mobiliario urbano o plantaciones que puedan obstaculizar el contacto visual entre los conductores, ciclistas y peatones) y que las dimensiones geométricas de la malla vial garanticen velocidades adecuadas (ancho de la calzada, radio de la curva, etc.).

Para garantizar la velocidad adecuada se pueden implantar medidas constructivas o regulativas de tránsito calmado. Las soluciones regulativas del tránsito calmado pasan por mantener el doble sentido de circulación (si el ancho lo permite) y/o regular la prioridad mediante la fórmula de la “prioridad de la

derecha”. Esta regulación tiene como virtud que ningún vehículo tiene la prioridad preestablecida, de modo que cada usuario tiene que comprobar en el momento de llegar al cruce si tiene que ceder el paso o no.

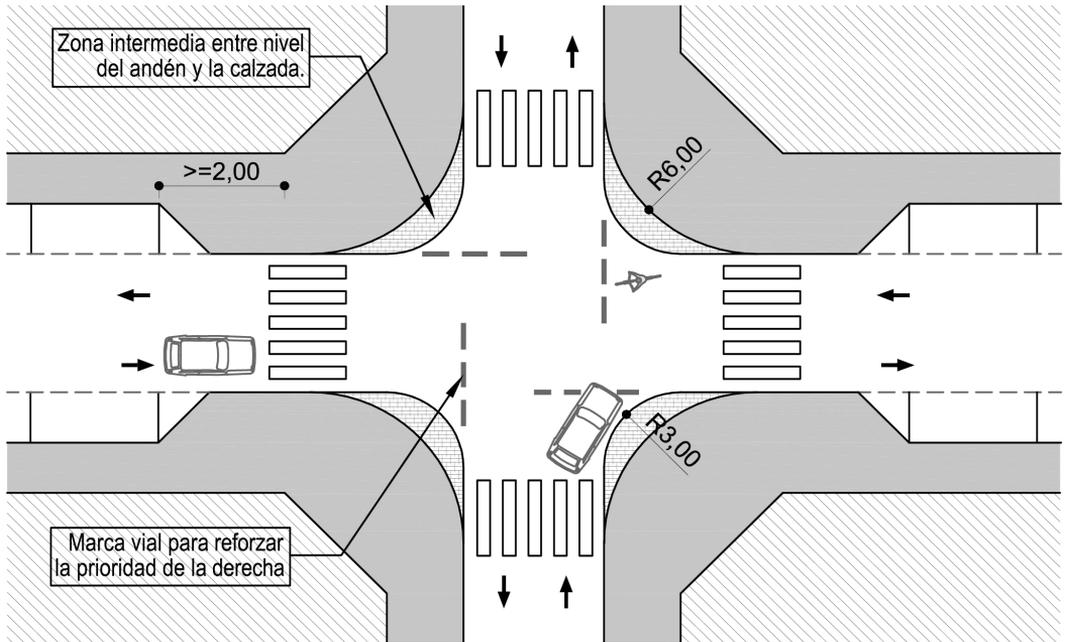


Figura 58. Cruces convencionales de uso compartido

Existe una gran gama de medidas constructivas que amortiguan la velocidad de los automóviles sin comprometer el confort de la circulación en bicicleta. Los elementos más recomendables son las mesetas o plataformas sobreelevadas, cojines, estrechamientos, zig-zags, miniglorietas, etc. Los cojines son una buena alternativa a los resaltos, que según la pendiente de las rampas suelen ser incómodos para el ciclista.



Foto 36. Ejemplo de "cojines" en calles de doble sentido y sentido único (Paris / Francia y San Sebastián / España)

### 3.7.3.2 CRUCES CONVENCIONALES CON VÍAS CICLISTAS

Hay una regla fundamental para las intersecciones con vías ciclistas: cuando se diseña el cruce con "paso ciclista", se otorga prioridad a la bicicleta sobre el resto de los vehículos. Pero si la bicicleta no tiene prioridad, no se implanta paso ciclista alguno. Este principio se aplica a todas las modalidades de vías ciclistas como se explica a continuación.

### Ciclobandas en calzada

Las intersecciones de calles que disponen de bandas señalizadas en la calzada se diseñan como si la ciclobanda fuera un carril más de la calzada y los ciclistas se ajustan a la misma regulación que los vehículos por la calzada. El trazado del paso ciclista (si procede) es en continuación directa de la ciclobanda, es decir no lleva ningún desvío de la trayectoria.

Si hay pasos peatonales en la intersección puede ser adecuado convertir la ciclobanda en la intersección en una banda ciclopreferente, lo que permitiría reducir el ancho de la calzada en el cruce e implantar refugios para el cruce peatonal (véase Figura 60).

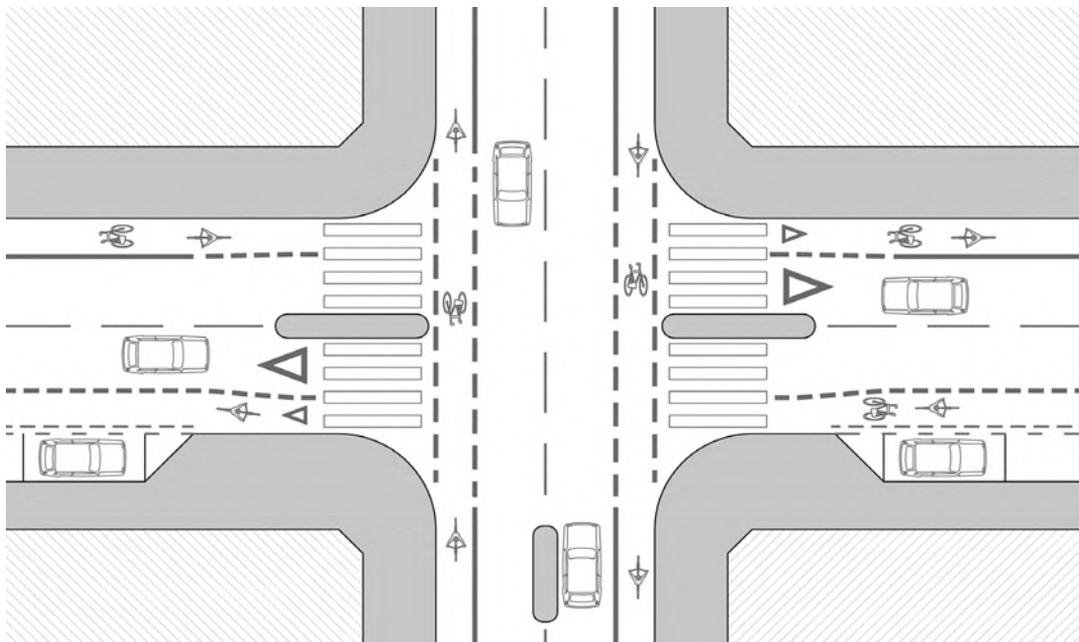


Figura 59. Intersección con ciclobandas en calzada unidireccionales

### Ciclobandas por andén

En caso de las bandas ciclistas segregadas físicamente de la calzada hay dos formas de resolver las intersecciones:

**Sin desvío:** se diseña el paso ciclista en continuidad directa de la banda, de modo que la vía se convierte en una ciclobanda al nivel de la calzada sin segregación física en la intersección. Esta opción tiene la ventaja de ser el trazado más directo y rápido para el ciclista, ofrecer una buena visibilidad del ciclista y subrayar la prioridad de la vía ciclista sobre la calle perpendicular de jerarquía inferior. Además, el trazado del paso para bicicletas anexo a la calzada suele generar menos conflictos con los peatones. Los posibles inconvenientes de esta solución son: que los vehículos pueden bloquear la calzada cuando ceden el paso al ciclista y a las bicicletas cuando ceden el paso a los peatones. Asimismo, la seguridad subjetiva puede ser menor, especialmente de los ciclistas menos experimentados, ya que depende en mayor grado del comportamiento de los conductores de los demás vehículos que en el caso de pasos desviados. La posibilidad de realizar el trazado de los pasos para bicicletas sin desvío sólo es recomendable en el caso de bandas unidireccionales.

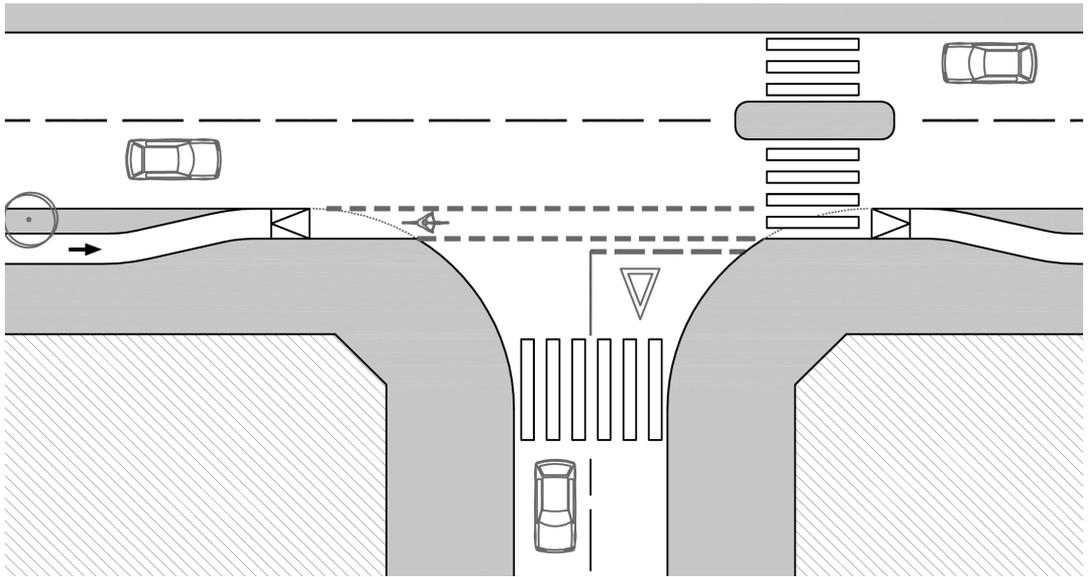


Figura 60. Ciclobanda-andén con paso para bicicletas sin desvío

**Con desvío:** En caso de precisar un espacio de acumulación en intersecciones es más recomendable diseñar pasos para bicicletas con desvío, siempre anexo al paso peatonal. Este diseño no obstante requiere un ancho suficiente del andén para trazar la vía ciclista con los radios adecuados. Su campo de aplicación es también calles con más de dos carriles de giro, glorietas o vías bidireccionales. Los inconvenientes son una mayor conflictividad potencial con el peatón, y que la prioridad es menos clara o legible y, por tanto, menor la seguridad, por lo que pueden ser necesarios otros elementos que subrayen o regulen la prioridad (semáforo, resalto, etc.). Para evitar un aumento excesivo de las distancias, giros bruscos y una pérdida de la prioridad aparente, conviene no desplazar más de 5,00 metros el paso ciclista desde el borde exterior de la calzada.

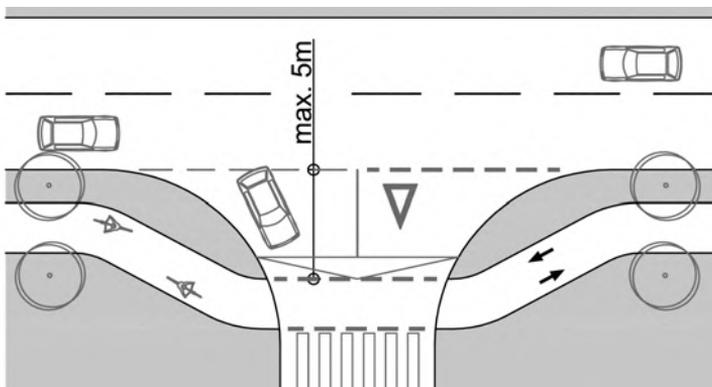


Figura 61. Ciclobanda-andén con pasos para bicicletas con desvío

### 3.7.4 Cruces convencionales semaforizados

En relación con los pasos semaforizados hay varios aspectos claves a tener en cuenta a la hora de diseñar los cruces:

- » **Paso para bicicleta con desvío o en continuidad directa** de la vía ciclista. Son aplicables los mismos argumentos citados en el apartado anterior
- » **Giro directo o indirecto**

La cuestión de giro directo o indirecto (a la izquierda) es de gran trascendencia para la movilidad ciclista, ya que afecta aspectos de seguridad vial y de rapidez. En general, facilitar el giro directo en intersecciones semaforizadas supone un ahorro importante del tiempo para el ciclista. Y no obstante, en intersecciones complejas puede ser recomendable optar por un giro indirecto a realizar en dos fases (véase Figura 62).

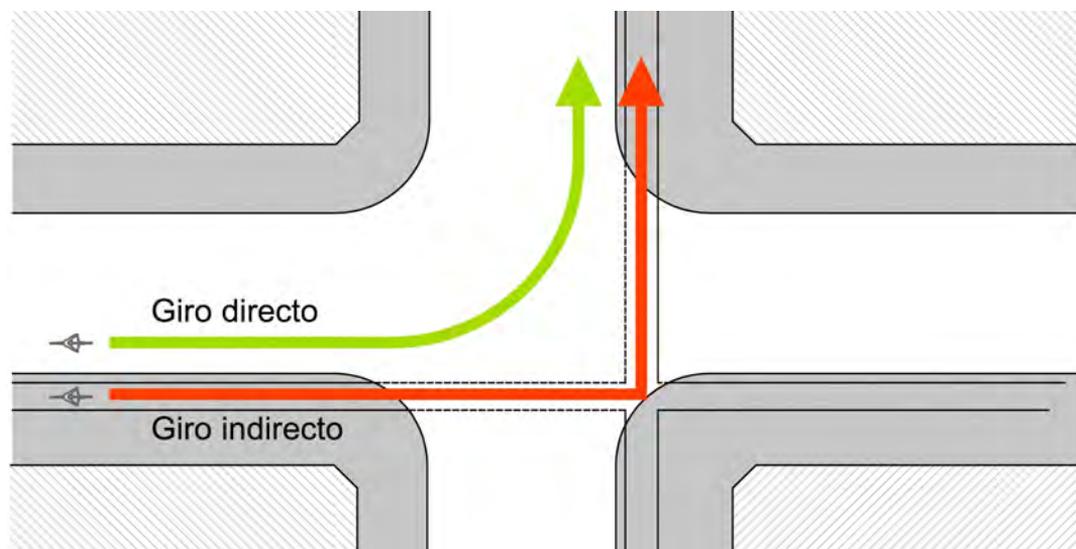


Figura 62. Esquema de giro directo e indirecto a la izquierda

La opción de facilitar el giro directo para el ciclista existe únicamente para la tipología de las vías ciclistas a nivel de la calzada. En caso de las vías ciclistas por el andén es preciso convertir la vía ciclista en una ciclobanda a nivel de la calzada para poder facilitar el giro directo a la izquierda.

Para el diseño de ciclobandas, es conveniente que las líneas de detención de los vehículos motorizados estén algo adelantadas con respecto a las correspondientes a la detención de los ciclistas. Con ello se incrementa la visibilidad de los ciclistas en las arrancadas y se refuerza su prioridad ante los vehículos que giran a la derecha.

Como se ha mencionado antes, los giros indirectos suponen una simplificación y por tanto son más recomendables para usuarios menos experimentados, pero aumentan el tiempo de espera. Para facilitar el giro directo del ciclista de forma segura se pueden configurar plataformas de espera o carriles específicos de giro, de modo que sea posible realizar el cruce de la trayectoria del ciclista con los vehículos motorizados con anticipación.

Las plataformas avanzadas en intersecciones semaforizadas refuerzan la prioridad y presencia de los ciclistas e incrementan su seguridad, aclarando el entrelazado tanto de los ciclistas que quieren girar hacia la izquierda como de las bicicletas y otros vehículos que pretenden girar a la derecha.

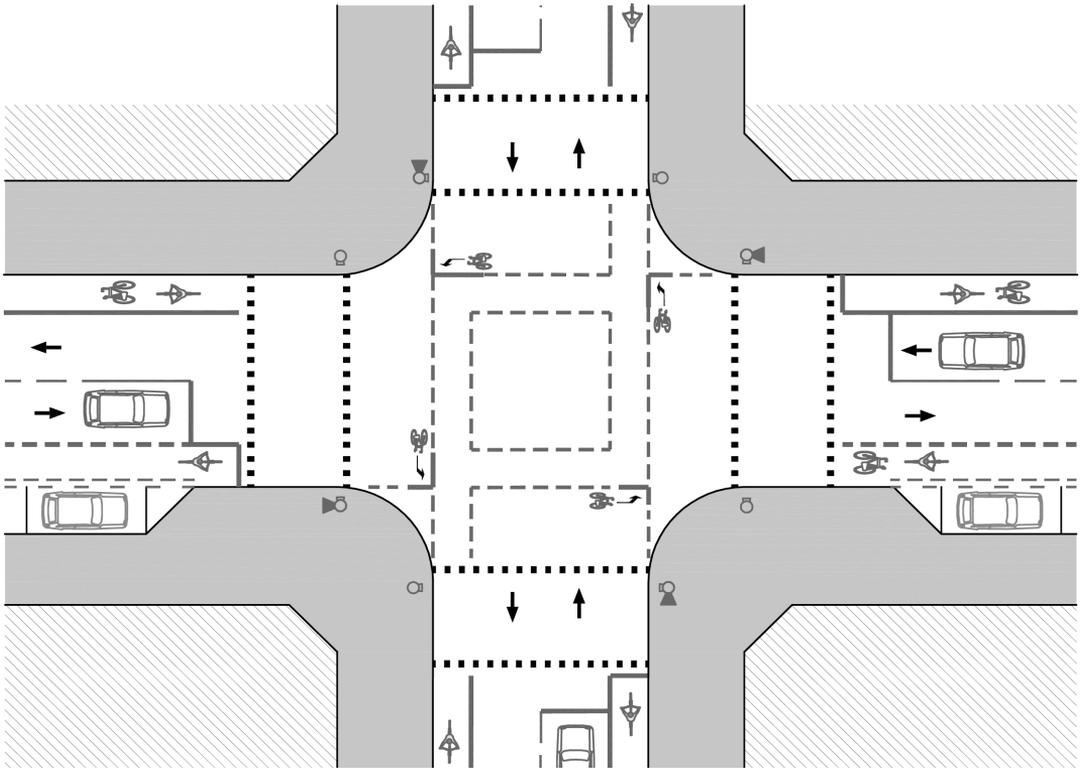


Figura 63. Intersección semaforizada con ciclobandas en calzada y giro indirecto a la izquierda.

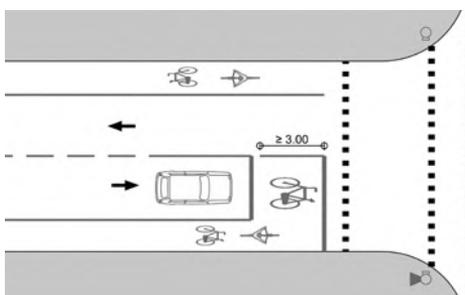


Figura 64. Plataforma avanzada de espera para facilitar el giro directo a la izquierda

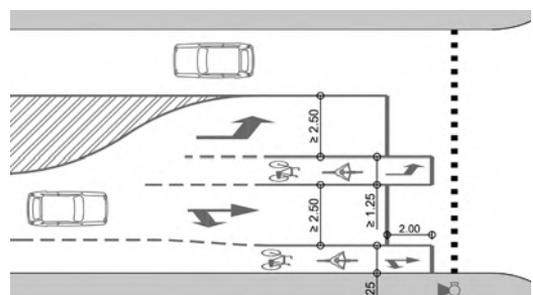


Figura 65. Ciclobanda adicional de giro a la izquierda

Asimismo, existe la posibilidad de trazar carriles complementarios de giro para el ciclista (anexos al carril de giro para el automóvil), que tienen como objetivos canalizar y ordenar mejor los flujos de vehículos, de modo que se reduzca la complejidad de la intersección y se aumente la seguridad vial del ciclista. Los carriles de giro son también aplicables en intersecciones no semaforizadas.

### 3.7.5 Glorietas y rotondas

El uso de las glorietas o rotondas se ha expandido considerablemente en las últimas décadas debido, principalmente, a su gran capacidad para gestionar el tránsito motorizado, su bajo costo de mantenimiento y su seguridad para los conductores de vehículos motorizados. Sin embargo, su impacto sobre la comodidad y la siniestralidad de peatones y ciclistas suele ser mucho más negativo. En el caso colombiano, el desarrollo de glorietas no ha sido masivo, pero es necesario tenerlas en cuenta pues están presentes en las principales ciudades del país.

En general se pueden encontrar buenas soluciones cuando la implantación de la glorieta se ha realizado con base en criterios de seguridad vial y de tránsito calmado (como por ejemplo en caso de las glorietas pequeñas o mini-glorietas que sirven a esos efectos), mientras que en el caso de las glorietas grandes, cuyo diseño busca principalmente el aumento de la capacidad y de la fluidez del tránsito, es mucho más difícil encontrar buenas soluciones para la movilidad en bicicleta.

#### 3.7.5.1 TRAZADO DE VÍAS CICLISTAS EN GLORIETAS GRANDES

En glorietas grandes, caracterizadas por diámetros superiores a 40 metros y que disponen de más de un carril circulatorio, o a partir de volúmenes superiores a 12.000 vehículos al día, es conveniente guiar al ciclista por vías segregadas y pasos para bicicletas.

Las grandes glorietas presentan unos índices de seguridad vial muy inferiores a las glorietas compactas y pueden ser un foco de conflictos cuando hay cruces de vías peatonales o ciclistas<sup>12</sup>.

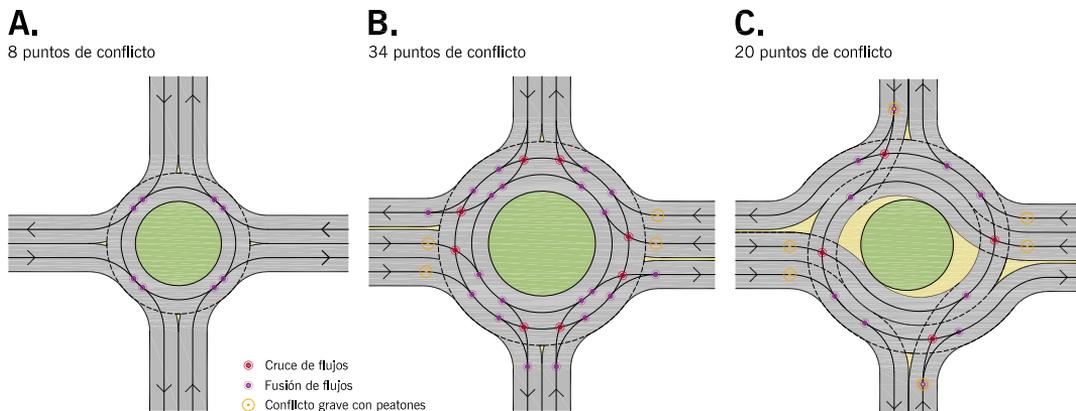


Figura 66. Puntos vehiculares conflictivos en glorietas compactas (A), glorietas grandes (B) y glorietas con canalización de los flujos (C). Elaboración propia a partir de Fortuijn (2003)

Mientras que en glorietas compactas (de un carril de giro) la circulación por la calzada en bicicleta es posible y relativamente segura, los puntos conflictivos se multiplican prácticamente por 4 en glorietas con 2 carriles entrantes y salientes.

Por este motivo, se debe justificar expresamente la creación de nuevas glorietas grandes (con 2 carriles en los ramales y de giro) al menos mediante una estimación del TPD. Muchas veces, la capacidad de las glorietas compactas es más que suficiente para el TPD esperado y las glorietas grandes facilitan únicamente una mayor velocidad.

<sup>12</sup> Fortuijn, B.: *Pedestrian and Bicycle-Friendly Roundabouts, Dilemma of Comfort and Safety*, Delft University of Technology, 2003 (<http://www.mnt.ee/failid/SlowTrRoundb.pdf>)

En cuanto al acondicionamiento de las rotondas grandes existentes, cabe una primera opción basada en ofrecer sólo un carril de salida (en vez de dos), ya que es el punto donde los automóviles aceleran y donde hay menos problemas de capacidad pues, en general, en las salidas se forman menos retenciones que en las entradas de las glorietas.

En caso de no poder reducir el número de carriles de entrada o de salida, los pasos para bicicletas deberían ser semaforizados o disponer de pasos superiores para garantizar la seguridad. Finalmente, si la visibilidad es buena y la velocidad es baja, existe también la opción de trazar pasos peatonales o ciclistas sin prioridad, aunque hay que comprobar si este tipo de regulación no penaliza a las personas con discapacidad.

Una segunda opción en cuanto al acondicionamiento de rotondas grandes, con el objetivo de reducir las velocidades, es el establecimiento de canalización de los flujos de los vehículos en el interior de la glorieta, de manera que según la dirección de salida los conductores han de elegir un carril determinado, el cual no se puede abandonar.

### 3.7.5.2 TRAZADO DE VÍAS CICLISTAS EN GLORIETAS COMPACTAS

Las glorietas compactas (con un diámetro exterior de la calzada de entre 26 – 40 metros) ofrecen en principio buenas condiciones de seguridad para el ciclista, tanto en la circulación por la calzada como en la circulación por vías ciclistas segregadas, siempre y cuando se tengan en cuenta las siguientes dimensiones geométricas y criterios de diseño:

- » Un único carril de salida y entrada por ramal
- » Un único carril de giro
- » Refugios / islas que segregan los flujos contrapuestos en los ramales
- » Anillo interior pisable pero sobreelevado, que desvía la trayectoria de los vehículos ligeros, pero a su vez aumenta el ancho disponible de la calzada para el giro de vehículos pesados.

A pesar de sus dimensiones compactas y disponer de una calzada giratoria de un único carril, las glorietas compactas tienen una capacidad de hasta 25.000 vehículos al día. El anillo pisable<sup>13</sup> debe estar ligeramente elevado frente a la calzada (2-3 cm) o tener una textura rugosa para que exclusivamente los vehículos pesados utilicen este espacio añadido.

En caso de considerar más oportuno el uso compartido de la calzada o que el trazado de vías ciclistas no sea posible debido a la falta de espacio, hay que buscar una transformación de la vía ciclista en la proximidad de la intersección (véase Figura 67).

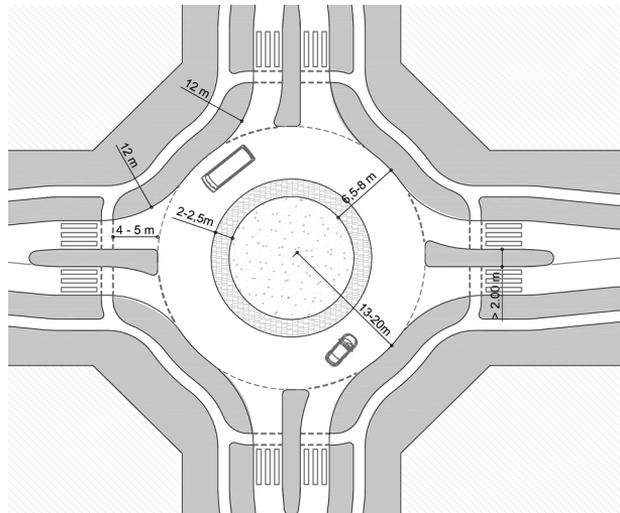


Figura 67. Ciclorruta / Ciclobanda-andén en glorieta compacta

<sup>13</sup> El anillo pisable es el espacio dentro de la rotonda por el cual un vehículo grande puede transitar para que sea posible girar sin problema.

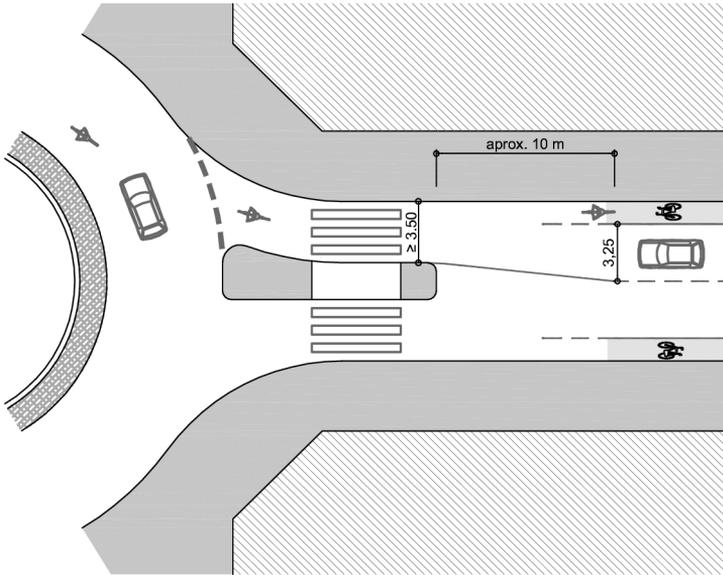


Figura 68. Transición entre ciclobanda (calzada) y uso compartido en la glorieta

### 3.7.6 Otros tipos de cruces

#### 3.7.6.1. CRUCE EN TRAMOS

Esta modalidad de cruce fuera de intersecciones puede ser de utilidad sobre todo en zonas rurales. En función de las características de la vía (velocidad, tránsito, visibilidad, etc.) se puede diseñar el cruce peatonal / ciclista con o sin prioridad.

En el caso de facilitar un cruce con prioridad, es preciso introducir medidas que moderen la velocidad de los vehículos motorizados a partir de una distancia adecuada, para garantizar que los conductores sean capaces de detener sus vehículos ante la presencia de peatones o ciclistas. Las medidas más habituales y efectivas para estas situaciones son, además de la señalización, las bandas rugosas y/o resaltos, los refugios intermedios, los estrechamiento de la calzada, etc. (véase Figura 69).

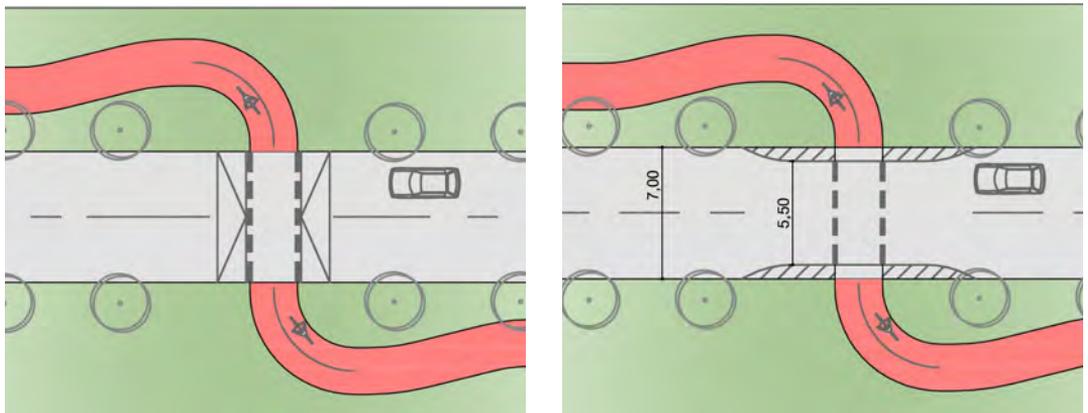


Figura 69. Cruce de ciclorruta sobre "resalto" (izquierda) y cruce con estrechamiento de la calzada (derecha)

En función del tránsito existente, de su velocidad y su volumen, puede ser conveniente forzar también la precaución del peatón y el ciclista obligándolos a frenar o detener su marcha mediante señalización horizontal o dispositivos constructivos (véase Foto 37). Obviamente, en este caso, la incomodidad se incrementa, por lo que esta solución no puede ser aplicada más que excepcionalmente, después de tramos largos sin interrupciones o en tramos con pendientes pronunciadas.



Foto 37. Barras para reducir la velocidad del ciclista en cruce de vía peatonal compartida

En caso de que no convenga implantar pasos sobreelevados (“resaltos”) en la calzada, debido a la frecuencia de vehículos pesados o el número reducido de ciclistas, se pueden emplazar semáforos con pulsador para los ciclistas y peatones o, también, instalar sensores de pavimento que modifiquen el ciclo semafórico y den paso a las bicicletas que lleguen, sin espera o con un limitado periodo de detención.

Otra forma de resolver las intersecciones es la implantación de una isla separadora en el centro de la calzada, que permite al ciclista y al peatón cruzar la calzada en dos fases, de modo más seguro sin tener necesariamente la prioridad. Por motivos de seguridad esta solución únicamente es aplicable en calzadas de un solo carril por sentido. Esta solución evita la relajación del ciclista a la hora de cruzar la calzada. Otra ventaja es que el paso para bicicletas/ peatones no afecta a la capacidad de la malla vial.

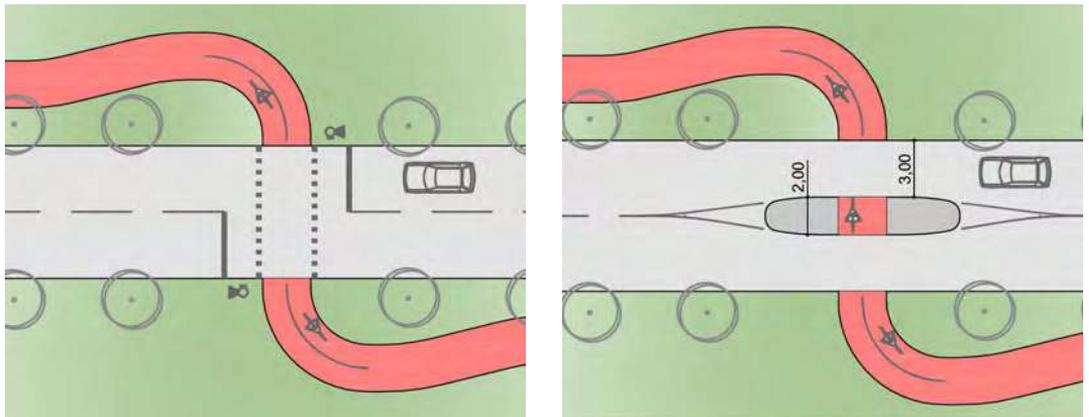


Figura 70. Cruce semaforizado de ciclorruta (izquierda) y cruce sin prioridad con isla de refugio (derecha)

Fuera de zonas urbanas nunca se debe diseñar el cruce de una ciclorruta sobre una carretera con prioridad para el ciclista o el peatón, al no poder garantizar la detención de los vehículos motorizados, tanto por motivos de velocidad como por los patrones de comportamiento. En estas situaciones el diseño de pasos para bicicletas sin prioridad con refugios es la solución más adecuada, siempre y cuando el TPD de la carretera no supere los 8.000 vehículos al día y la velocidad máxima sea inferior a 70 km/h.

### 3.7.6.2 CRUCES DE RAMALES DE ENLACE DE VÍAS DE ALTA CAPACIDAD

Las características especiales de las intersecciones con ramales de enlace de vías de alta capacidad provienen de su configuración en ángulo y de las velocidades superiores que tienden a desarrollar los vehículos motorizados. Asimismo, los conductores suelen estar especialmente pendientes de los demás vehículos motorizados que circulan por la vía de enlace, desatendiendo lo que pueda suceder en los bordes, allí donde se sitúan peatones y ciclistas.

Para garantizar la percepción entre los ciclistas y los conductores de otros vehículos es preciso modificar el trazado de la vía ciclista, configurando un cruce perpendicular a la calzada.

En general, se trata de ofrecer las mismas soluciones con o sin prioridad o regulación semaforizada descritas en el apartado anterior en relación con el cruce entre una ciclorruta con o sin senda peatonal y la malla vial. En principio, sólo es recomendable diseñar el paso para bicicletas con prioridad en el caso de vías ciclistas unidireccionales.

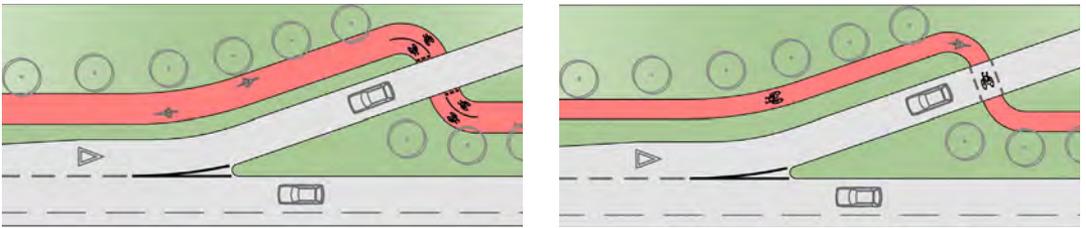


Figura 71. Cruce de vías ciclistas con ramales de enlace de vías de alta capacidad sin prioridad (izquierda) y con prioridad (derecha).

### 3.7.6.3 CRUCES CON CARRIL DE GIRO A LA DERECHA INDEPENDIENTE

Cuando los giros a la derecha del tránsito motorizado se resuelven mediante islas triangulares, para facilitar el giro independientemente de la regulación semafórica, la primera opción es trazar los pasos para bicicletas de las vías ciclistas unidireccionales en paralelo a la calzada principal.

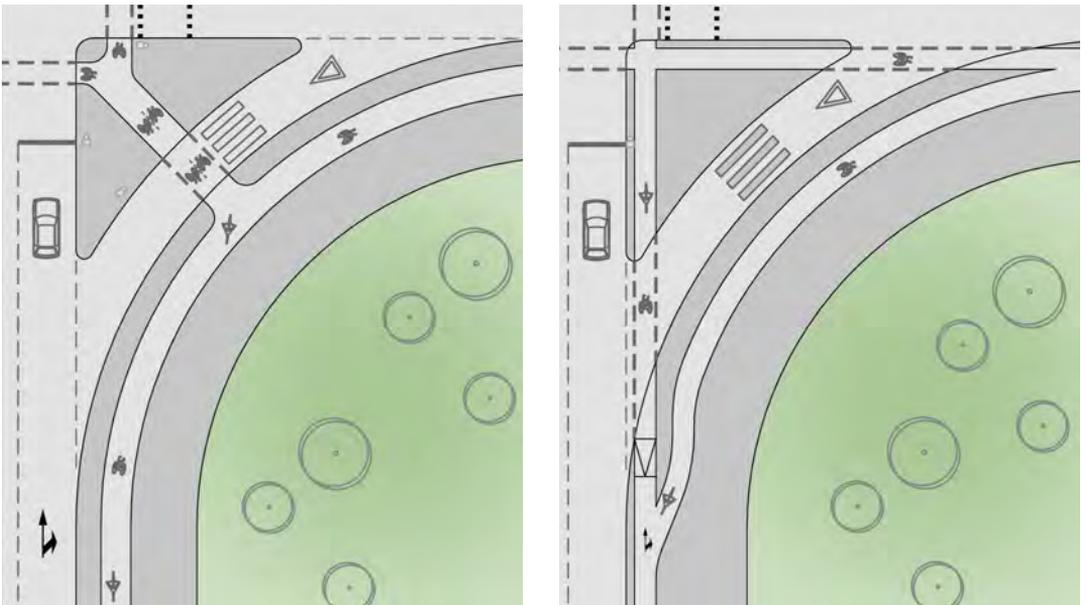


Figura 72. Trazado de paso ciclistas con y sin desvío en islas triangulares

En zonas urbanas es preferible trazar los pasos para bicicletas en continuidad directa de las vías ciclistas, de modo que se perciba la vía ciclista como un carril complementario de la calzada. De esta forma la prioridad del ciclista es más reconocible y los conductores sólo tienen que ceder el paso a los flujos en el mismo sentido.

La opción de diseñar pasos bidireccionales con desvío es la opción más adecuada para los usuarios menos experimentados o para intersecciones periurbanas. La desventaja de este diseño es la falta de claridad de la prioridad, así como un mayor rodeo del desplazamiento en bicicleta. En caso de mantener la prioridad de los ciclistas (en zonas urbanas) es conveniente avisar a los conductores de la existencia del “ceda el paso” mediante la señalización y demarcación pertinente.

### 3.7.7. Cruces en carreteras

Cuando un cruce está señalizado con “ceda el paso”, la prioridad de la carretera se extiende a la vía ciclista que discurre en paralelo. La regulación mediante señalización es únicamente aplicable en carreteras con una velocidad no superior a los 70 km/h y un TPD no superior a 8.000 vehículos al día.

El paso para bicicletas se diseña acorde con los criterios de prioridad ya indicados para vías urbanas. En el caso de las vías bidireccionales, el desvío puede ser mayor que la distancia recomendable (5 metros en espacios urbanos) debido a los mayores radios de giro en carretera. Dado que la frecuencia de intersecciones en zonas interurbanas o rurales es mucho menor que en la ciudad, se puede aceptar un ligero aumento del rodeo o reducción de la velocidad del ciclista en la intersección.

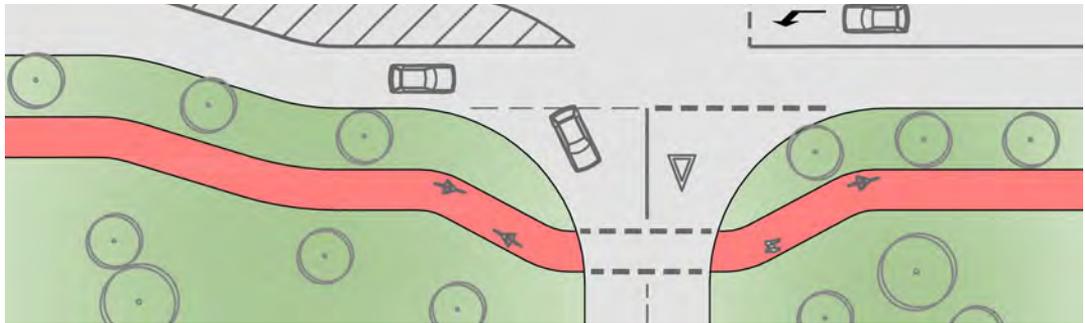


Figura 73. Cruce de carretera de jerarquía inferior con prioridad de la vía ciclista.

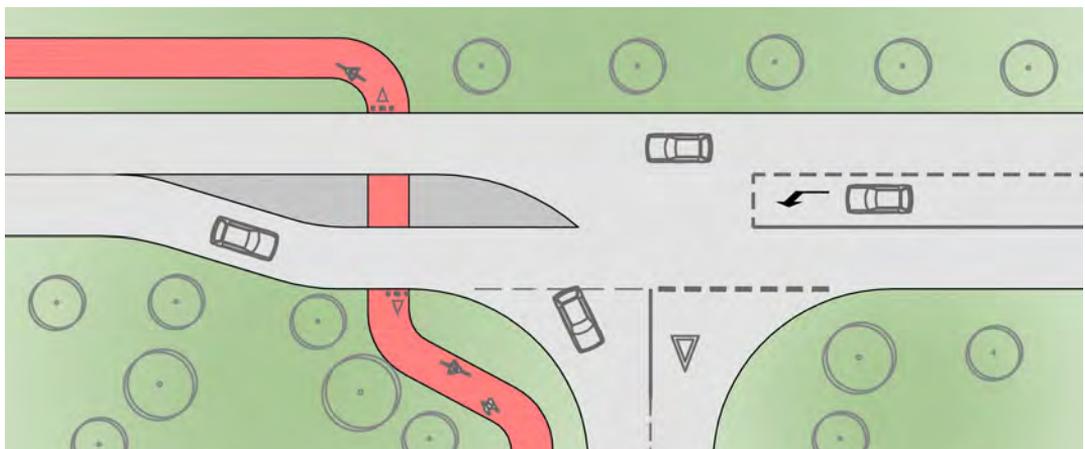


Figura 74. Cruce de carretera de jerarquía superior sin prioridad de la vía ciclista. Variante 1.

Si la vía ciclista cruza una carretera de jerarquía superior, el paso para bicicletas se realiza, por motivos de seguridad y coherencia, sin prioridad. Para reducir la complejidad del cruce es imprescindible ofrecer refugios o islas que segreguen los flujos del tránsito motorizado.

En caso de necesitarse el espacio para la ubicación del refugio como carril adicional de giro a la izquierda, hay que desplazar algo más el paso ciclista (véase Figura 75). Es importante respetar los radios mínimos para el trazado de la vía ciclista, para que la pérdida de tiempo debida al mayor rodeo sea el mínimo y para garantizar una velocidad suficiente para la estabilidad de la bicicleta.

Asimismo, es necesario comprobar la topografía del terreno, para que el desvío del trazado del paso para bicicletas no suponga, a su vez, un aumento del desnivel a salvar.

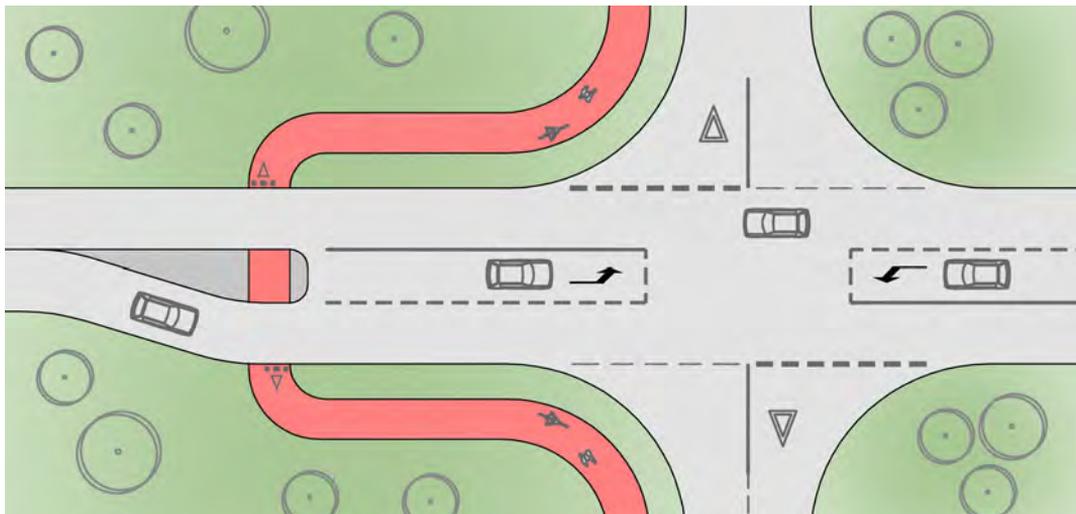


Figura 75. Cruce de carretera de jerarquía superior sin prioridad de la vía ciclista. Variante 2.

En intersecciones con carreteras con un tránsito promedio superior a 8.000 vehículos al día o velocidades mayores a 70 km/h, es preferible regular las intersecciones mediante semáforos.

La misma fórmula se aplica en el caso de las glorietas en carreteras: por razones de seguridad es preferible que el ciclista no tenga prioridad en el cruce. La condición básica es que haya sólo un carril por sentido y que exista una isla / refugio que separe los sentidos contrapuestos, de modo que el ciclista pueda efectuar el cruce en dos fases, reduciéndose así la complejidad de la intersección.

Si la glorieta presenta dos carriles por sentido en acceso y/o en salida, es preferible resolver el cruce con semaforización o con pasos elevados.

En el acceso a los núcleos urbanos puede necesitarse la transición entre una vía bidireccional en paralelo a la carretera y dos vías unidireccionales o, también, la incorporación de las bicicletas al uso compartido de la calzada. En estas situaciones conviene implantar un refugio o isleta en la entrada al núcleo urbano para facilitar dicha transición y la contraria (véase Figura 76). De esta forma se configura a su vez una "puerta de acceso" que sirve para avisar al conductor de la entrada a un ámbito que exige un cambio en los comportamientos, propiciando la reducción de la velocidad.

En carreteras de mayor ancho o poco volumen del tránsito se puede diseñar la transición también mediante el estrechamiento de la calzada sin implantación de islas. Adicionalmente se pueden utilizar otros dispositivos (bandas sonoras, resaltos, almohadas etc.) para reducir la velocidad del tránsito motorizado en la entrada al núcleo urbano.

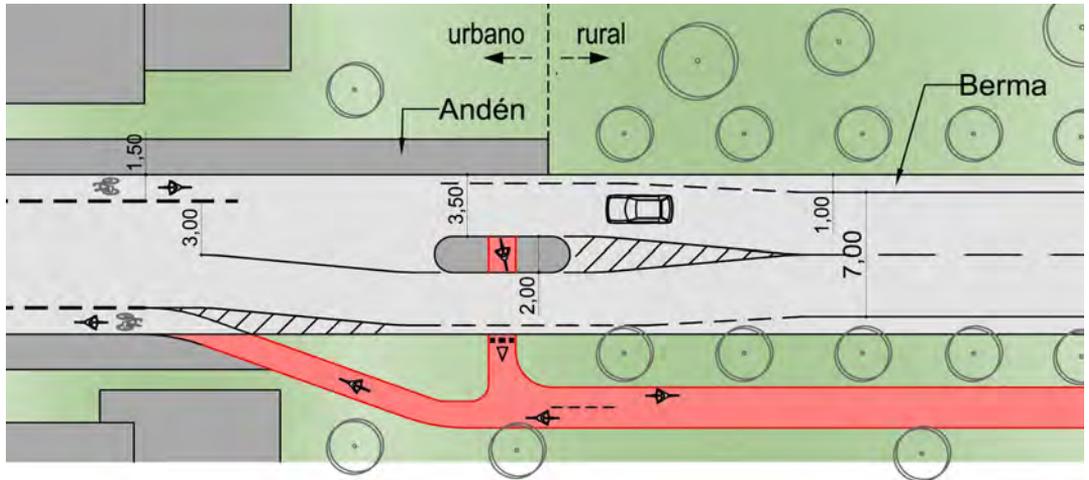


Figura 76. Transición ciclorruta bidireccional a ciclobanda en la entrada a un núcleo urbano.

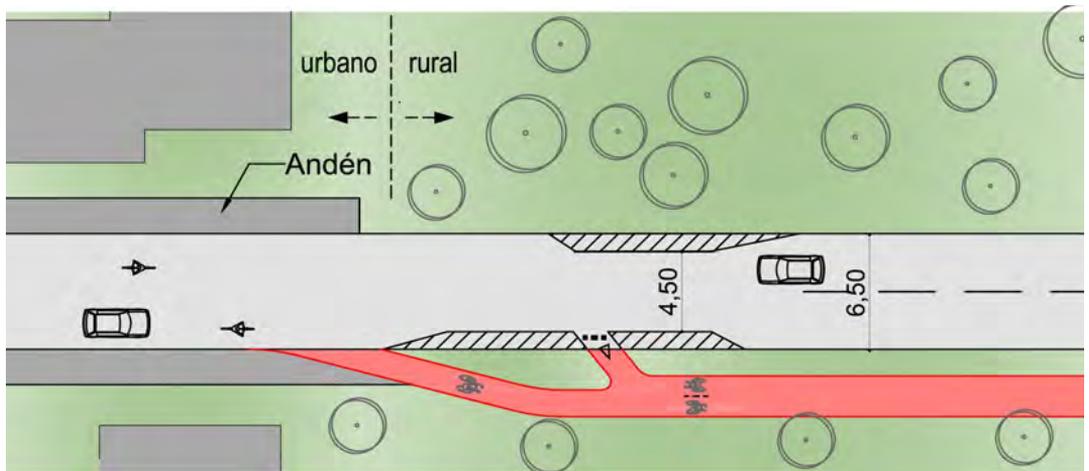


Figura 77. Transición de ciclorruta bidireccional en uso mixto en la entrada a un núcleo urbano

## 3.8 COSTOS DE LOS ELEMENTOS DE CICLO-INFRAESTRUCTURA. ORDEN DE MAGNITUDES

En esta sección se muestran los órdenes de magnitud de los costos de las intervenciones que se presentan en la guía. Los costos aquí presentados dependen fuertemente de otros como el de la mano de obra de cada región, el costo de vida, el del transporte de materiales, etc., por lo que los valores que aquí se muestran solo sirven como referencia primaria.

Además, los costos pueden variar significativamente con el paso del tiempo, por lo cual se entregan como valores a actualizar para proyectos específicos.

### 3.8.1 Lista de materiales y precios

A continuación, se muestran los costos de algunos elementos representativos del desarrollo de ciclo-infraestructura ya realizada. Estos valores son tomados de los que se usan para estimar los costos de los proyectos que se han venido realizando en Bogotá según el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). Todos los precios están en pesos colombianos del 2015. Como se puede observar, en los precios de referencia del IDU de Bogotá se pueden encontrar la mayor parte de los elementos necesarios para construir ciclo-infraestructura. Por esto, para las regiones colombianas donde no se cuenten con estos valores, se puede recurrir a esta base de datos para poder hacer un estimativo del costo de desarrollar un proyecto de ciclo-infraestructura. Cabe resaltar que el Índice de Precios al Consumidor varía según la ciudad y región, pero la diferencia (a octubre de 2015) no es mayor al 6%, por lo que estos valores deberían ser útiles en todo Colombia.

Tabla 31. Precios de referencia del IDU, 2015, pesos colombianos

NOMBRE	UNIDAD	PRECIO
Construcción de ciclorruta (con obras civiles, demarcación y señalización vertical)	m	\$ 280.000
Bicicarril bidireccional segregado	m	\$ 55.000
Mantenimiento correctivo de ciclorrutas (sobre asfalto)	m <sup>2</sup>	\$ 30.000
Mantenimiento preventivo de ciclorrutas	m <sup>2</sup>	\$ 9.000
Demarcación de pintura termoplástica de 0,1 m de ancho	m	\$ 6.000
Flecha de frente para ciclorruta en pintura termoplástica (con suministro y aplicación con microesfera)	Unidad	\$ 17.000
Señal vertical de ciclorruta de una cara	Unidad	\$ 248.000
Señal doble de ciclo-infraestructura (con instalación)	Unidad	\$ 320.000
Segregador de bicicleta (tachón plástico tipo Transmilenio con reflectivos)	Unidad	\$ 40.000
Intersección para carril demarcado de bicicletas bidireccional (demarcación, señalización, elementos canalizadores)	Unidad	\$ 8.500.000
Intersección para carril demarcado de bicicletas unidireccional (demarcación, señalización, elementos canalizadores)	Unidad	\$ 6.740.000
Demarcación bicicleta en el piso con pintura termoplástica	Unidad	\$ 115.000
Pavimento asfáltico para ciclorruta de 5 cm de espesor	m <sup>2</sup>	\$ 50.000
Demarcación línea de canalización de carril para bicicletas	m	\$ 14.000

### 3.8.2 Lista de intervenciones y precios en otros países

En la Tabla 32, se muestra una tabla de precios de elementos e intervenciones típicas que se pueden realizar a favor de la ciclo-inclusión. Estos precios se tomaron de experiencias danesas por lo que se convirtieron de la moneda danesa a pesos colombianos mediante una equivalencia según paridad del poder adquisitivo de ambos países, haciendo uso del “Big Mac Index” (The Economist, 2015) el cual, además del cambio de tasa, tiene en cuenta el nivel de precios de los dos países para que el precio convertido esté ajustado al contexto económico de cada país. Hacer uso de este índice hace que los precios de un proyecto en Dinamarca se puedan comparar con uno en Colombia.

Los intervalos de precios que se presentan dan idea de la variabilidad de las intervenciones que pueden englobarse en una misma categoría de proyectos. Estos precios originalmente se encontraban en coronas danesas del 2011, luego fueron transformados a pesos colombianos del 2011 y luego traídos a valor de 2015 según la inflación de los últimos años.

Tabla 32. Costos de intervenciones y elementos de ciclo-infraestructura en Dinamarca transformados con el índice “Big Mac” a pesos colombianos de 2015. (Andersen et al., 2012)

ÍTEM	UNIDAD	PRECIO BAJO	PRECIO ALTO
Pacificación del tráfico extensivo (resaltos, chicanas, estrechamiento de calzada, extensión de bordillo)	km	\$ 1.700.000.000	\$ 6.700.000.000
Línea de demarcación termoplástica de 0,3 m de ancho	m	\$ 8.000	\$ 17.000
Línea de demarcación termoplástica de 0,1 m de ancho	m	\$ 3.000	\$ 7.000
Cruce con ciclorruta y pavimentación	unidad	\$ 16.500.000	\$ 50.000.000
Cruce azul termoplástico de 2,2 m de ancho.	m	\$ 130.000	\$ 270.000
Asfalto rojo	m	\$ 83.000	\$ 133.000
Cerramiento de una vía	unidad	\$ 1.700.000	\$ 25.000.000
Resalto en vía existente (incluida demarcación)	unidad	\$ 5.000.000	\$ 10.000.000
Vía verde de 2,5 m a 3 m urbana (más intersecciones)	km	\$ 830.000.000	\$ 1.990.000.000
Vía verde de 2,5 m a 3 m rural	km	\$ 331.000.000	\$ 830.000.000
Ciclorruta de 4,44 m de ancho	km	\$ 1.700.000.000	\$ 4.970.000.000
Carriles demarcados para bicicleta bidireccionales de 3 m de ancho urbano (el precio bajo es de solo demarcación)	km	\$ 165.000.000	\$ 3.300.000.000
Caminos recreacionales en gravilla	km	\$ 130.000.000	\$ 331.000.000

### 3.8.3 Ejemplos de Análisis de Precios Unitarios para ciclo-infraestructura

En el anexo se presentan ejemplos de un Análisis de Precios Unitarios (APU) llevado a cabo para estimar los costos de un tipo de ciclo-infraestructura. Se pretende ilustrar la diferencia en métodos constructivos y los elementos que se pueden llegar a necesitar. También se diferencia el costo de una ciclorruta por metro cuadrado y por metro lineal (para una ciclorruta de 2,5 metros de ancho). Debido a que se diferencia por unidad del análisis y por método constructivo, se presentan cuatro ejemplos en total.

Para hacer este análisis, se debe optar por usar los precios de referencia oficiales de la ciudad o departamento en que se está trabajando. Sin embargo, la mayoría de ciudades y/o departamentos no tienen todos los elementos típicos que son necesarios para hacer un APU, en este caso puede tomarse como referencia los precios descritos para Bogotá. Esto es posible debido a que el IPC es similar en Bogotá y el resto de ciudades colombianas, por ende, los precios de los materiales tampoco deberían variar significativamente. La principal diferencia de precios de Bogotá con el resto de ciudades colombianas se encuentra en el costo de la mano de obra, por lo que en este caso se recomienda usar un valor de referencia de cada municipio.



CAPÍTULO 4

# Aspectos complementarios del diseño de ciclorredes



# 4 Aspectos complementarios del diseño de ciclorredes

*“Apenas una persona entra con una bicicleta se produce un revuelo excesivo”.*

**JULIO CORTÁZAR, VIETATO INTRODURRE BICICLETTA (1962)**

**E**n el diseño de las ciclorredes, además de la propia infraestructura de vías ciclistas o ciclo-adaptadas, intervienen otros aspectos que completan su configuración, como son la señalización, los elementos específicos de segregación, el alumbrado, la arborización, la integración con el transporte público o los estacionamientos.

## 4.1 SEÑALIZACIÓN

Una buena ciclo-infraestructura, independientemente de su tipología, debe disponer de una señalización única, completa y coherente que permita su regulación de forma eficaz. Además, una buena señalización es una forma de contribuir a la promoción de los modos no motorizados, situándolos a la altura del resto al otorgarles un tratamiento equivalente. Así, en este documento se avanza en la definición de un cuerpo de señalización completo para la ciclo-infraestructura y de los criterios técnicos para su aplicación.

Debe tenerse en cuenta que Colombia tiene un Manual de Señalización Vial publicado en 2015 (Ministerio de Transporte, 2015) después de una extensa consulta con diferentes actores, el cual fue aprobado por resolución gubernamental y es por tanto de obligado cumplimiento. Sin embargo, esta guía tiene modificaciones y complementos que enriquecen el contenido del Manual de Señalización, de manera que la señalización relacionada con la movilidad en bicicleta sea lo más completa posible, tanto en lo que se refiere a la reglamentaria como a la informativa y la preventiva.

### 4.1.1 Señalización reglamentaria

Atendiendo lo expresado en el Código Nacional de Tránsito (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002 art. 2, cap II), el Ministerio de Transporte ha reglamentado mediante la expedición del Manual de Señalización Vial de Colombia (Ministerio de Transporte, 2015) las características técnicas de la demarcación y señalización de toda la infraestructura vial cuya aplicación y cumplimiento es responsabilidad de cada uno de los organismos de tránsito en su respectiva jurisdicción.

Con el ánimo de ampliar lo contemplado en la última versión del Manual, esta guía establece cambios específicos de las categorías conceptuales de tipologías de infraestructura y las dimensiones de segregación que son conciliatorias con las diferentes versiones y que sirva como una guía para “navegar” y presentar aclaraciones sobre toda la documentación existente. De igual manera la guía propone

cambios en la señalización contenida en el Manual de Señalización Vial, ya que integra el pictograma de bicicleta usado a nivel internacional y adicionalmente ajusta las señales que tenían como base el anterior pictograma. También establece nueva señalización que acompaña las tipologías de vías presentadas en el capítulo 2 y 3 de esta guía, lo que es adoptado mediante la resolución que para tal efecto modifica el Manual de Señalización Vial.

#### 4.1.1.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Un primer aspecto a tener en cuenta, en relación con la señalización, tiene que ver con el pictograma para identificar la movilidad de bicicletas. Uno de los objetivos de esta guía y de las políticas de movilidad sostenible en general es el de normalizar el uso de la bicicleta como modo de desplazamiento cotidiano y, por tanto, no vinculado a un uso específico y, a la larga, minoritario. Puesto que el potencial de la bicicleta como modo de desplazamiento es principalmente urbano y la movilidad cotidiana es aquella que se realiza de forma recurrente y no de manera esporádica, el pictograma que representa la movilidad de bicicletas en el cuerpo de señalización de Colombia será ahora el de una bicicleta de diseño mucho más neutro, con la que se pueda identificar cualquier ciudadano y que traslade una idea de desplazamiento en bicicleta que no esté ligada a un uso concreto. Se adopta entonces el pictograma de bicicleta utilizado internacionalmente.



Figura 78. Cambio al pictograma de bicicleta utilizado actualmente.

Por tanto, a partir de este nuevo pictograma se presentan abajo las revisiones a la señalización existente en el Manual de Señalización de Colombia (2015) sustituyendo el pictograma actual por el pictograma indicado. Así, las señales existentes en el Manual de señalización de Colombia (2015) tendrán el aspecto presentado en la Figura 78.

#### Señales reglamentarias

En coherencia con las definiciones de esta guía, de ese conjunto de señales únicamente hay que modificar la descripción de la SRC-05 de la siguiente manera:

SRC-05: Esta señal se emplea para notificar al ciclista y al peatón que la vía es compartida con prioridad para el peatón, por tanto el ciclista debe extremar las medidas preventivas.



Figura 79. Señales reglamentarias del Manual de Señalización Vial con el nuevo pictograma propuesto

### Señales preventivas

De todas las señales preventivas, dirigidas a las personas que conducen otros vehículos o a los ciclistas, las que requieren una modificación leve de su descripción son la SP-59A y la SPC-01 con los siguientes textos:

SP-59A: Esta señal advierte la proximidad de un lugar de cruce frecuente de ciclistas.

SPC-01: Esta señal se emplea para advertir al ciclista la proximidad a un tramo sobre el cual pueden cruzar vehículos automotores y por lo tanto se deben tomar las precauciones necesarias para evitar colisiones o choques.



Figura 80. Señales preventivas del Manual de Señalización Vial con el nuevo pictograma

**Señales informativas**

**SI-11**

Dentro de las señales informativas se modifica la señal a continuación según la descripción:

SI-11: Esta señal se empleará para informar a los usuarios el sitio mismo, la dirección o la distancia a la cual se encuentra una vía ciclista. También podrá utilizarse para informar la ubicación de ciclovías recreativas, en cuyo caso podrá ir acompañada de una placa adosada en la parte inferior de la señal indicando los días de uso y los horarios.



VÍA PARA CICLISTAS

Figura 81. Señales de servicios generales del Manual de Señalización Vial con el nuevo pictograma propuesto

**4.1.1.2 SEÑALES COMPLEMENTARIAS**

Además de las anteriores señales, esta guía establece otras que son necesarias para regular comportamientos que no se habían previsto en el manual, como la circulación a contraflujo, y para dar también cobertura a tipologías de infraestructura de nueva incorporación, como las vías de tránsito calmado o velocidad reducida. En la Tabla 33 se incluye el conjunto de señales que se añaden para complementar las ya existentes.

Tabla 33. Señales adicionales para una regulación favorable al uso de la bicicleta

SEÑAL	USO Y SIGNIFICADO	APLICACIÓN
 <b>SR-37</b>	Vía ciclista de uso recomendable.	En vías de ciclistas de uso exclusivo.
  <b>CARRIL BUS</b> <b>CARRIL BUS-BICI</b>	Carril bus. Indica la prohibición a los conductores de los vehículos que no sean de transporte colectivo de circular por el carril indicado. Carril bus-bici. Indica la prohibición a los conductores de los vehículos que no sean de transporte colectivo o bicicletas de circular por el carril indicado.	En vías donde se autoriza la circulación por parte de los ciclistas en el carril reservado a los autobuses.
 <b>SP-39A</b>	Circulación de bicicletas a contraflujo. Informa de la existencia de una vía ciclista habilitada con sentido contrario al del tránsito motorizado.	Para calles con vías de bicicletas a contraflujo.

SEÑAL	USO Y SIGNIFICADO	APLICACIÓN
	<p>Circulación de bicicletas a contraflujo. Adaptación de la señal SR-03 (inicio) y SR-04 (final).</p>	<p>Calles de tránsito calmado</p>
	<p>Carril de la calzada de uso compartido con indicación de la circulación del ciclista por el centro y limitación de velocidad a 30 km/h.</p>	<p>Carril ciclopreferente</p>
	<p>Banda en la calzada reservada preferentemente a la circulación de bicicletas y delimitada mediante una línea discontinua. Vehículos motorizados y ciclistas pueden cruzar la línea si la situación del tránsito así lo requiere, siempre y cuando no se incomode ni se ponga en peligro al ciclista.</p>	<p>Banda ciclopreferente.</p>
	<p>Zona únicamente peatonal o con circulación de bicicletas autorizada. Se pueden establecer franjas horarias de uso restrictivo si fuera necesario en un panel inferior.</p>	<p>En zonas peatonales y en aquellas en las se autoriza la circulación en bicicleta.</p>
	<p>Carretera compartida, donde los modos no motorizados tienen prioridad y pueden utilizar todo el ancho de la calzada. Existe también la posibilidad de utilizar tres símbolos en un marco rojo con fondo blanco para que sea de la categoría de señales reglamentarias.</p>	<p>Para carreteras de carácter local con TPD menor a 1.000 vehículos al día y una velocidad máxima menor a 50 km/h.</p>
	<p>Informa de la presencia de una calle cerrada al tránsito de vehículos excepto para bicicletas.</p>	<p>En vías ciclistas.</p>

SEÑAL	USO Y SIGNIFICADO	APLICACIÓN
	<p>Alerta a los conductores de la posible presencia de ciclistas y recuerda la distancia mínima recomendada que deben mantener al adelantarlos.</p>	<p>En todas las carreteras en las que circulen ciclistas o haya prevista una ruta para bicicletas en calzada o andén.</p>

Se agregan también dos señales que regulan calles de velocidad reducida y tránsito calmado. Esta regulación es necesaria para dar cobertura a las tipologías de vías ciclo-adaptadas.

SEÑAL	USO Y SIGNIFICADO	APLICACIÓN
	<p>Calle cívica. Indica las zonas de circulación especialmente acondicionadas en las que la velocidad máxima de los vehículos es de 20 kilómetros por hora y los conductores deben conceder prioridad a los peatones. Los peatones pueden utilizar toda la zona de circulación, permitiéndose la realización de juegos y actividades en ella.</p>	<p>Calles de tránsito calmado</p>
	<p>Zona 30. Indica las zonas de circulación especialmente acondicionadas en las que la velocidad máxima de los vehículos es de 30 kilómetros por hora. Los conductores deben conceder prioridad a los peatones, que pueden cruzar en cualquier punto.</p>	<p>Calles de tránsito calmado.</p>

#### 4.1.1.3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

La señalización horizontal (líneas y figuras aplicadas sobre el pavimento) tiene como objetivo, aplicadas a la movilidad en bicicleta, satisfacer una o varias de las siguientes funciones:

- » Delimitar carriles de circulación
- » Separar sentidos de circulación
- » Indicar el borde de la calzada
- » Reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, la parada y el estacionamiento
- » Completar o precisar el significado de las señales verticales y semáforos
- » Guiar y orientar a los usuarios

A este respecto, el Manual de Señalización de Colombia (2015) dispone de un conjunto de demarcaciones (señales horizontales) específicas para la regular la movilidad en bicicleta. El conjunto de marcas viales

que incluye el manual es bastante completo y será la referencia básica de esta guía. Sin embargo, a diferencia del planteamiento del manual, en la guía no se distingue entre tipologías de vías para bicicletas en un intento de clarificar el tipo de señales y su utilización. Así, se distinguen tres grupos de marcas viales o señales horizontales en función de su forma, posición en la vía y valor: líneas longitudinales, líneas transversales, y símbolos y leyendas.

### Líneas longitudinales

Se desarrollan a lo largo de la vía, en paralelo al sentido de circulación.

#### Líneas de Eje Central:

Estas líneas se utilizan para marcar la separación de los carriles para bicicletas. El ancho mínimo de la línea debe ser 10 cm y pueden ser blancas o amarillas. Son de color blanco cuando separan carriles en un mismo sentido de circulación y de color amarillo cuando indican el eje de una vía para bicicletas con circulación en los dos sentidos.

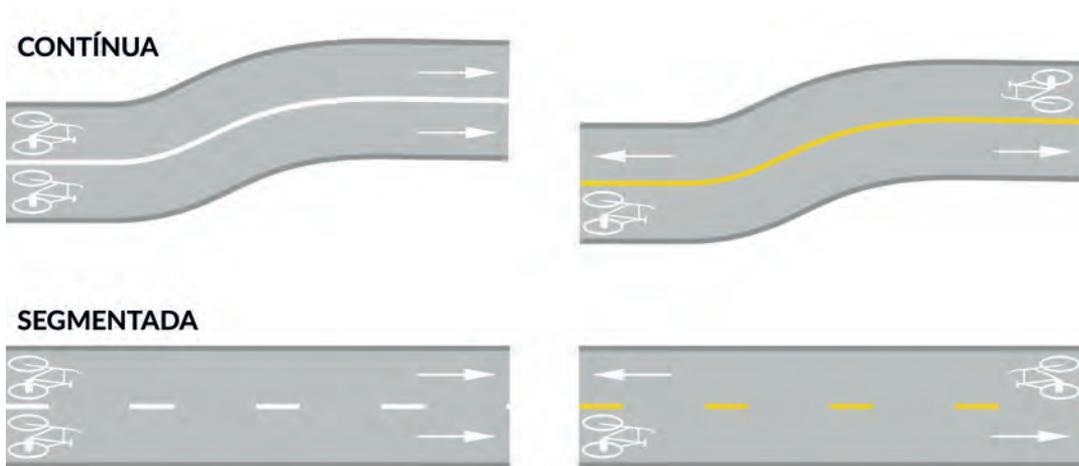


Figura 82. Líneas de demarcación horizontal

**Línea de eje central continua:** Cuando las características geométricas y/o del entorno de un determinado sector obstruyan la visibilidad, se debe indicar a los usuarios la prohibición de adelantar o girar mediante una línea de eje central continua.

**Líneas de eje central segmentadas:** Se emplean en los tramos en los que el adelantamiento y los giros están permitidos. La relación entre trazos y brechas es de 1:2, siendo la longitud de los trazos de 1 m y la de la brecha entre trazos de 2 m.

#### Líneas de canalización:

Esta línea se debe aplicar a lo largo de toda la vía para bicicletas, para separarla del tránsito motorizado, cuando la vía para bicicletas se sitúa sobre la calzada. Son de color blanco retrorreflectivo y de 40 cm de ancho.

**Línea de canalización continua:** Cuando la demarcación indique un límite que no se puede sobrepasar se empleará un trazo continuo. Según las condiciones de velocidad e intensidad del tráfico motorizado,

se recomienda reforzar estas líneas con tachones separados cada 2 m aproximadamente o con bordillos (ver apartado 4.2).

Tratándose de ciclobandas ubicadas en andenes, el ancho de las líneas longitudinales que las delimitan puede reducirse hasta a 15 cm, o bien puede prescindirse de ellas siempre y cuando la superficie de la ciclobanda sea de un color que contraste efectivamente con el de los andenes y se utilicen elementos táctiles o detectables de demarcación. Por motivos de accesibilidad, es recomendable que los elementos táctiles para la diferenciación entre la vía para bicicletas y el resto del andén se utilicen en todo caso.

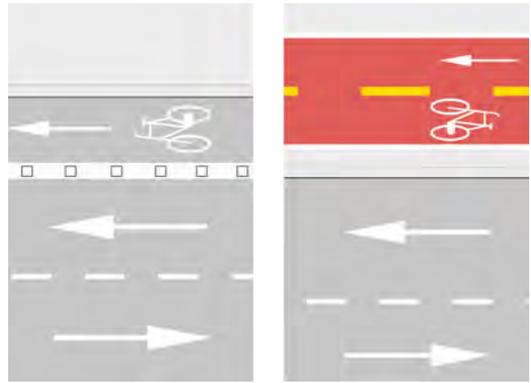


Figura 83. Ejemplo de utilización de las líneas de canalización en el caso de vía ciclista sobre la calzada (izquierda) y sobre el andén (derecha)

**Línea de canalización segmentada:** Cuando la demarcación indique un límite que sí se puede sobrepasar, se empleará un trazo segmentado. Estas líneas se emplean en las cercanías de intersecciones, para indicar a los conductores de vehículos motorizados dónde pueden girar a la derecha, siempre que en la cercanía del cruce no se encuentren ciclistas utilizando la vía. Se propone una relación entre marca y brecha de 1:1, siendo la longitud de las rayas de 0,5 m.

**Banda de protección**

Las bandas de protección se delimitarán con una línea segmentada de trazos y brechas de 1 m de longitud y 0,15 m de grosor, tanto en vías urbanas como interurbanas.

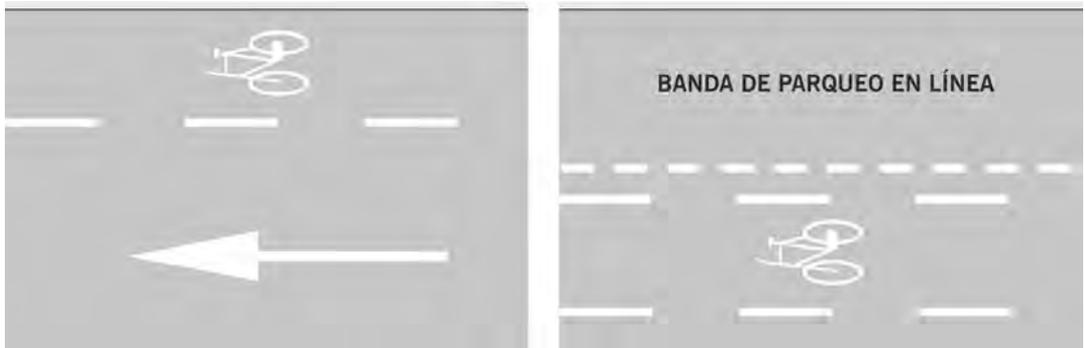


Figura 84. Línea discontinua de separación de banda de protección en calzada sin y con estacionamiento

**Paso para ciclistas:** Cuando una vía ciclista cruza una vía convencional se delimita con líneas segmentadas, constituidas por cuadrados blancos de 40 cm de lado y separados también por brechas de 40 cm. En vías urbanas de 60 km/h o menos se pueden colocar topes vehiculares o bolardos para impedir la entrada de vehículos motorizados en la vía para bicicletas. Conviene colorear el fondo del paso ciclista en rojo en cruces sin semáforo con vías ciclistas, así como cruces semaforizados donde los vehículos pueden efectuar el giro a la derecha al mismo tiempo que los ciclistas pueden seguir recto.

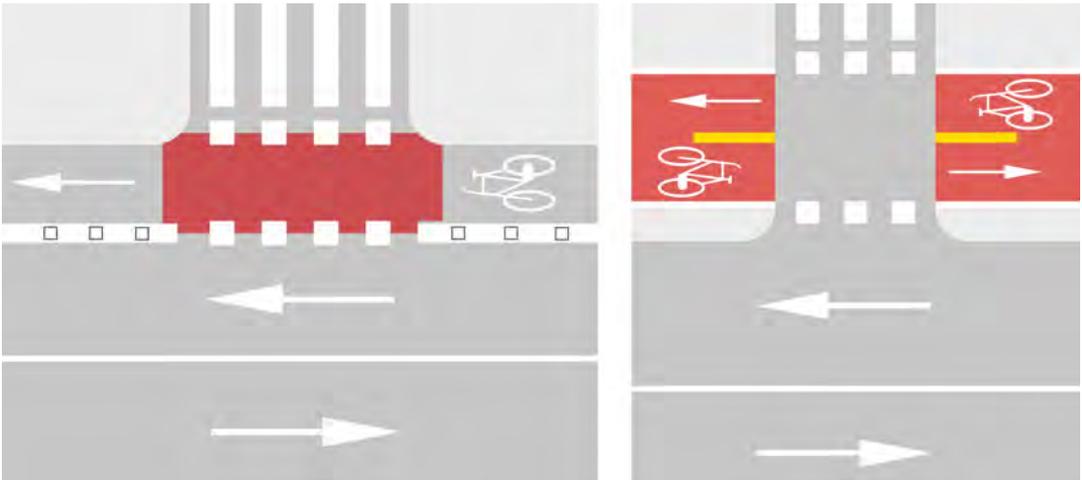


Figura 85. Líneas de canalización en paso para ciclistas en el caso de vía ciclista sobre la calzada (izquierda) y sobre el andén (derecha)



Foto 38. Solución de paso para ciclistas en una intersección con el refuerzo cromático de la zona de cruce (Medellín)

### Líneas Transversales

Se desarrollan en perpendicular al sentido de circulación de la vía.

Se utilizan en cruces a nivel de una vía para bicicletas con vías utilizadas por vehículos motorizados o por peatones, para indicar el lugar antes del cual las bicicletas deben detenerse. Son de color blanco, su ancho es de 20 cm y pueden ser continuas o segmentadas.

### Símbolos y Leyendas

Los mensajes consignados en el pavimento se deben realizar preferiblemente por medio de símbolos. Tanto las letras como los símbolos tienen que prolongarse en la dirección del movimiento del tráfico, debido a que la posición del usuario sobre la bicicleta reduce considerablemente su ángulo de observación; dicho efecto se compensa alargando los símbolos y textos.

### Pictograma de bicicleta

La demarcación de las ciclorrutas se debe complementar con un pictograma de bicicleta de color blanco en el pavimento. El pictograma de la bicicleta sirve para indicar bandas reservadas para ciclistas y los pasos ciclistas. La distribución de pictogramas debe ser realizada en función de las características particulares del tramo, teniendo como referencia una distancia de 30 m.

### Flechas

Sirven tanto para marcar vías ciclistas unidireccionales como bidireccionales. Indican al ciclista la dirección y sentido que debe seguir cuando transita por una vía para bicicletas. Conviene combinar la flecha con el pictograma de la bicicleta.

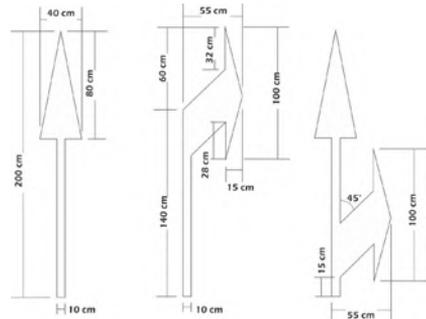
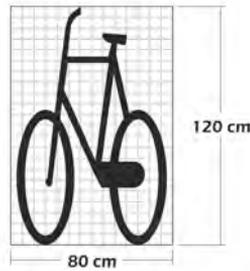
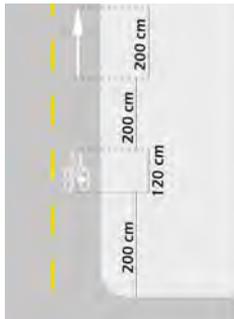


Figura 86. Símbolo de bicicleta para demarcación de vías para bicicletas. Fuente: Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)

Figura 87. Dimensiones de flechas para demarcación de vías para bicicletas. Fuente: Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)

### Ceda el paso

Indica el lugar de detención para cumplir con la parada reglamentaria, sin obligación de detención, antes de incorporarse a otra vía. Se acompaña con la correspondiente señal vertical (SR-02).

### Pare

Indica el lugar de detención para cumplir con la parada reglamentaria antes de incorporarse a otra vía. Se acompaña con la correspondiente señal vertical (SR-01).

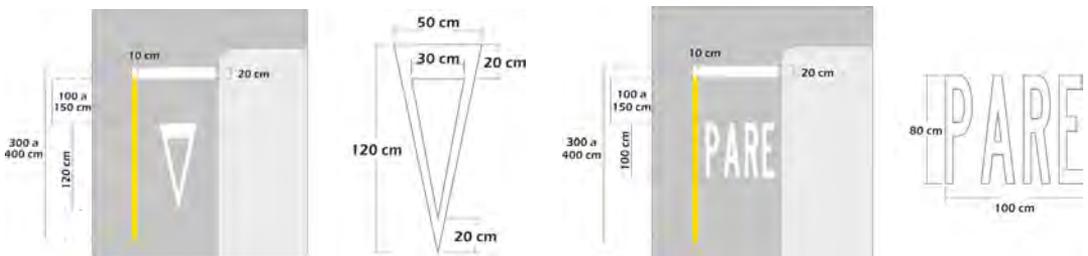


Figura 88. Símbolo y señalización de cruce controlado por señal de CEDA EL PASO, y PARE. Fuente: Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)

#### 4.1.1.4 SEMAFORIZACIÓN

La señalización de las intersecciones con semáforos también tiene que adaptarse a la presencia de ciclistas. En concreto, se centrará este punto en la adaptación de las señales semafóricas. Se pueden encontrar dos tipos de semáforos destinados al tránsito de bicicletas, incluidos en el Manual de Señalización Vial de Colombia:

- » Los semáforos de luminoso circular con fondo en negro y pictograma de color, que se dirigen exclusivamente a los ciclistas y que se deben instalar cuando, desde la línea de parada de la vía ciclista, no sea posible ver al frente alguna de las lámparas convencionales, o cuando los ciclistas deben recibir indicaciones diferentes a las entregadas por los cabezales destinados a peatones y otros vehículos.
- » Los semáforos que regulan el paso para bicicletas cuando la vía ciclista cruza la calzada en paralelo a los peatones serán luminosos cuadrados con fondo negro y pictograma en color, en donde al símbolo del peatón se añade el de la bicicleta. No están incluidos en el manual de señalización y por lo tanto se trata de una propuesta.

Para aumentar la seguridad y comodidad de los ciclistas en intersecciones con semáforos se deben utilizar cabezales y lámparas independientes para la bicicleta cuando, desde la línea de parada de la vía ciclista, no sea posible ver las lámparas convencionales de semáforos vehiculares y peatonales. Además, estos proyectos independientes permiten una programación diferenciada, facilitando dar indicaciones diferentes a las entregadas por los cabezales destinados a peatones y otros vehículos como, por ejemplo, que las fases de verde para ciclistas se inicien antes que las del tránsito motorizado.



Figura 89. Señales semafóricas adaptadas a la circulación de bicicletas. Fuente: Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)

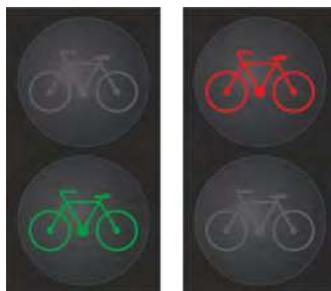


Figura 90. Señales semafóricas dirigidas exclusivamente a los ciclistas.

### 4.1.2 Señalización informativa y orientativa

#### 4.1.2.1 OBJETO Y FUNCIÓN

La señalización informativa general (de carreteras) no está concebida para todos los modos de transporte. En muchos casos está pensada para guiar el tránsito motorizado y no tiene en cuenta las necesidades de los modos no motorizados, por ejemplo, al indicar las carreteras principales, que no necesariamente son las conexiones más atractivas para los ciclistas o peatones.

Por lo tanto, es necesario aplicar una señalización informativa específica para la movilidad de bicicletas en general y para la señalización de rutas de bicicletas en concreto. Hay que tener en cuenta que la indicación y localización de ciclo-infraestructura mediante mapas suele ser incómoda y no todas las personas tienen la capacidad de orientarse con un mapa.

La señalización informativa pretende garantizar la orientación de cualquier persona sin preparación anticipada de una ruta o itinerario.

Los ciclistas salen con frecuencia del entorno conocido en la proximidad del lugar de residencia, especialmente para realizar rutas recreativas o de ocio. Dado que el trazado de rutas ciclistas es muchas veces más atractivo por carreteras locales o caminos asfaltados, es preciso indicar estas rutas para que sean conocidas y utilizadas. En este sentido, la señalización informativa u orientativa es, en cierto grado, una forma de promocionar el ciclismo. La señalización debe ser fácilmente comprensible y debe satisfacer los distintos requerimientos de los distintos grupos de usuarios.

#### 4.1.2.2 SEÑALIZACIÓN DE DESTINOS Y DE RUTAS

Hay que distinguir entre las necesidades de los ciclistas cotidianos que requieren información para encontrar la ruta más directa para llegar a su destino (señalización de destinos) y las necesidades de los ciclistas recreativos que buscan la ruta de mayor atractivo (interés paisajístico, cultural, etc.) donde la existencia de destinos es secundaria o al menos no interesa el camino más directo (señalización de rutas).

Mientras que la señalización de destinos deriva de la señalización informativa general, la señalización de rutas tiene como referencia la señalización de recorridos de senderismo.

La señalización de destinos es fundamental para todo tipo de demanda, siendo imprescindible para la movilidad cotidiana. En cambio, el campo de aplicación de la señalización para rutas es en primer lugar la movilidad recreativa, de fin de semana fundamentalmente, y el cicloturismo.

Dada la importancia que tiene la señalización de destinos para todo tipo de usuarios, es preciso integrar los dos sistemas de señalización, cuando los haya, y evitar la existencia de sistemas de señalización distintos, paralelos y redundantes. Lo deseable es disponer de un único sistema integrado de señalización de destinos y rutas, que contemple, al menos, los siguientes elementos específicos:

- » Señales de dirección
- » Señales y paneles informativos
- » Hitos kilométricos o postes de referencia
- » Balizas de dirección
- » Soportes de señales

	<b>Señalización para indicar:</b>	
	<b>Destinos</b>	<b>Rutas</b>
<i>Movilidad cotidiana</i>	✓	
<i>Movilidad recreativa diaria</i>	✓	
<i>Movilidad recreativa fin de semana</i>	✓	✓
<i>Cicloturismo</i>	✓	✓

Figura 91. Esquema de aplicación de los diferentes tipos de señalización

#### 4.1.2.3 CRITERIOS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE DESTINOS

En la señalización de destinos hay que aplicar los mismos criterios de calidad y reglas técnicas que la señalización general de carreteras, teniendo en cuenta una serie de condiciones específicas de la movilidad de bicicletas:

- » La señalización debe ser integral y completa para el área de aplicación, indicando todos los destinos principales sin vacíos en la malla
- » Regla de continuidad: hay que mantener señalizado un destino hasta alcanzarlo

» Hay que buscar la continuidad y conectividad con áreas administrativas colindantes

Los criterios fundamentales que guiarán la ubicación de los diferentes elementos de señalización son:

- » Intersecciones y desvíos: Son, sin lugar a dudas, los puntos en los que más importante es la presencia de una buena señalización, por lo que se dispondrá en todas ellas, adaptando la disposición y cantidad de los elementos necesarios a la importancia y particularidades de la intersección o desvío (mientras que en algunos casos puede bastar con una baliza de dirección, en otros puede ser necesaria la combinación de varios elementos, e incluso la disposición de un panel informativo previo)
- » Lugares de interés: La identificación de los destinos potenciales es fundamental para la orientación de los ciclistas que se dejan guiar por la señalización. Esta depende de la densidad de la ciclorred así como de la distribución de los destinos en un área. En general, se deben incluir al menos los destinos que describe la Tabla 34
- » Frecuencia: Si bien, en virtud de los criterios anteriores, la ubicación de la señalización vendrá marcada por las características de la ruta en cuestión, en ausencia de los condicionantes anteriores, se recomienda la inclusión de algún elemento de señalización informativa y orientativa, al menos, cada 2 km

Tabla 34. Destinos potenciales principales y distancias máximas de referencia

DESTINOS	JERARQUÍA	DISTANCIA MÁXIMA DE REFERENCIA
Nodos urbanos más importantes de un municipio	<b>Principal</b>	< 30 km (2 horas en bicicleta)
Lugares cercanos a un municipio o territorios colindantes		
Otros núcleos urbanos	<b>Secundario</b>	< 10 km (40 minutos en bicicleta)
Barrios de ciudades grandes		
Equipamientos o instalaciones de ocio o áreas recreativas de carácter supramunicipal (por ejemplo, playas, espacios naturales)		
Estaciones del transporte público, especialmente transporte masivo, con intermodalidad		5 km (20 minutos en bicicleta)
Campus universitarios	<b>Local</b>	
Edificios administrativos de mayor importancia		
Zonas industriales		
Lugares de interés turístico (monumentos, cascos históricos, etc.)		
Equipamientos escolares, sanitarios, deportivos y de ocio, centros comerciales		

Hay que elegir una toponimia clara y conocida por parte de la ciudadanía que permita una orientación sin medios auxiliares o información complementaria. Es recomendable que los destinos elegidos estén también presentes en los mapas de la zona o planos de las ciudades para mejorar la orientación.

Se distingue entre destinos de mayor distancia (destinos principales), de distancias medias (destinos secundarios) y de proximidad (destinos locales). Los destinos principales y secundarios se corresponden, en general, a las ciudades y núcleos urbanos en función del número de habitantes. Los destinos principales aparecen en primer lugar en todas las señales informativas a lo largo de una ruta. Los destinos locales se incluyen en la señalización informativa próxima al destino.

Como regla general no se deben incluir más de 2 o 3 destinos en cada señal de dirección para limitar la información a lo esencial.



Foto 39. Ejemplo de la señalización de destinos, Copenhague, Dinamarca.

Las señales verticales se situarán en lugares visibles y siempre fuera del ámbito de la vía ciclista de manera que en ningún caso puedan convertirse en obstáculo para el ciclista ni para cualquier otro usuario de la vía, en especial los peatones.

En la Figura 92 se definen las dimensiones de los espacios de resguardo que hay que contemplar a la hora de ubicar la señalización respecto de la infraestructura por la que se circula.

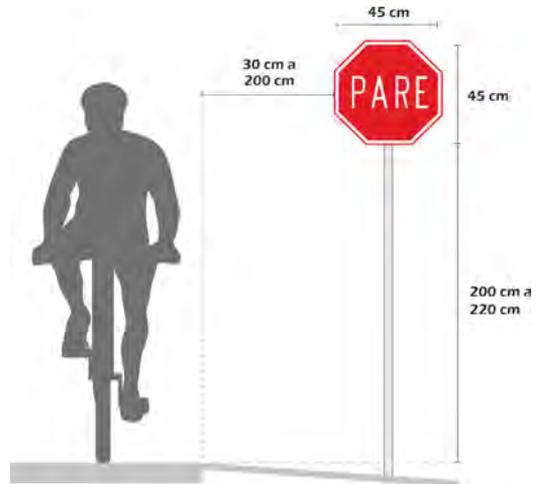


Figura 92. Ubicación de Señales Verticales según el Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)



### 4.1.3 Señalización turística

La señalización turística es una parte específica de la señalización informativa que está dirigida a la promoción del patrimonio artístico y de las actividades culturales y de ocio mediante su localización. Existe ya un sistema de señalización turística que se encuentra igualmente en revisión, en este caso por el Ministerio de Turismo, que está adaptando la utilizable en centros históricos y que tiene la voluntad de incluir las rutas en bicicleta como nuevo recurso. Para ello se ha diseñado un pictograma similar a los ya existentes, cuadrado y de esquinas redondeadas, en el que figura una bicicleta sobre fondo azul. Se presentan a continuación el diseño adaptado al nuevo pictograma ciclista (véase Figura 95).

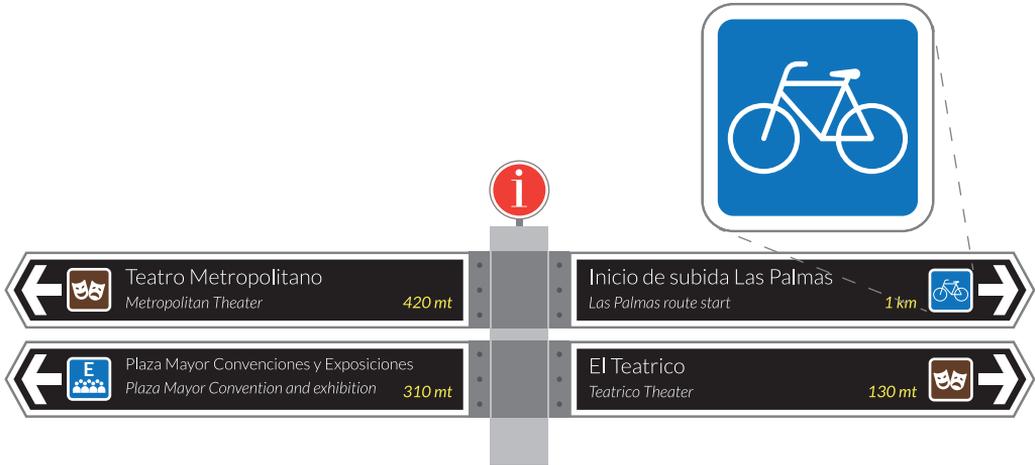


Figura 95. Pictograma y señales turísticas

### 4.1.4 SEÑALIZACIÓN PARA ESTACIONAMIENTOS

La señalización de un estacionamiento para bicicletas es algo que frecuentemente se olvida pero que puede generar muchos beneficios. Un estudio en Reino Unido encontró que el nivel de robos se reducía en 30% cuando había señalización e instrucciones adecuadas para los usuarios con respecto a la forma como debían anclar su candado.

La señalización puede incluir información sobre la ubicación de un estacionamiento (y la distancia a la que se encuentra), el tipo de estacionamiento, qué servicios tiene, cuál es su precio y si es necesario llevar candado propio.



Foto 40. Señalización para estacionamiento de llegada (Manizales)

## 4.2 ELEMENTOS DE DEMARCACIÓN, DE SEGREGACIÓN FÍSICA Y DE PROTECCIÓN

Distinguir adecuadamente el espacio destinado al tránsito de bicicletas es esencial para evitar o minimizar los conflictos con los demás usuarios de la vía, sean peatones o vehículos motorizados.

Según la posición del espacio para la bicicleta y el tipo de usuarios con los que se relaciona más estrechamente el ciclista, bastará con una demarcación básica o por lo contrario puede ser conveniente reforzar la segregación o incluso optar por elementos que protegen o evitan la invasión de la vía ciclista por vehículos motorizados.

En el caso de las vías bidireccionales a nivel de la calzada, los elementos constructivos de protección son imprescindibles por motivos de seguridad, mientras que en las vías unidireccionales su utilización es opcional en función de la “necesidad” de evitar la ocupación de la vía para bicicletas por automóviles circulando o estacionando y del volumen y velocidad del tráfico motorizado.

En caso de optar por utilizar elementos físicos de segregación en vías unidireccionales, hay que tener en cuenta que los elementos de protección escogidos pueden dificultar los adelantamientos entre ciclistas, así como condicionar la limpieza de las bandas para bicicletas. Asimismo, hay que tener en cuenta las necesidades de los usuarios tipo que vayan a utilizar la vía ciclista a proteger, ya que algunos grupos de usuarios, como por ejemplo los ciclistas deportivos de carretera, suelen circular en paralelo y los adelantamientos suelen ser frecuentes. En este caso, la implantación de elementos de segregación en vías unidireccionales reduce notablemente la flexibilidad para hacer uso del resto de la calzada para realizar este tipo de maniobras por parte de este grupo de usuarios.

Finalmente conviene valorar el impacto sobre la imagen del espacio público de los elementos de protección y sobre la accesibilidad de los peatones. Algunos elementos de segregación son más propios de carreteras y tienen un impacto negativo sobre la imagen de la vía pública y calidad estancial del espacio. Otros pueden suponer una barrera arquitectónica para los peatones y reducir las posibilidades del cruce transversal de la calle o del andén.

Por lo tanto, a la hora de implantar estos elementos, hay que tener en cuenta las características principales como la altura, la forma y el aspecto, de los cuales se deduce la funcionalidad para los usuarios, así como su aspecto estético como mobiliario urbano.

En caso de terraplenes o puentes es imprescindible contar con protecciones para evitar la caída de los ciclistas desde la vía ciclista. Estas protecciones deben tener una altura de al menos 1,35 metros y su implantación no debe suponer una reducción del ancho recomendable o mínimo de la vía.

### 4.2.1 Elementos táctiles o detectables de demarcación

Los elementos de demarcación táctiles o detectables están especialmente recomendados en el diseño de vías para bicicletas que comparten la vía con otros usuarios, es decir, situadas en la calzada o en el andén. En ambos casos, su función es la de alertar al ciclista y a los usuarios con los que comparte el soporte, vehículos motorizados en el caso de la calzada y peatones en el caso del andén, de cuáles son los límites del espacio de la vía para bicicletas, evitando que esta sea invadida.

Para la diferenciación en calzada de la vía para bicicletas respecto del carril contiguo se podrán utilizar las bandas alertadoras longitudinales que propone el Manual de Señalización Vial de Colombia (2015).

Si la solución adoptada prevé la posibilidad de adelantar, lo que exige abandonar la vía para bicicletas sobrepasando las bandas alertadoras, se recomienda el uso de las bandas alertadoras resaltadas, ya que tienen una afectación menor sobre la marcha ciclista mientras que la circulación en bicicleta sobre las bandas alertadoras de bajo relieve resulta muy incómoda y puede provocar el riesgo de caída o pérdida del control de la bicicleta. Como alternativa o complemento a las bandas alertadoras, para reforzar la demarcación de las vías para bicicletas, se pueden utilizar los delineadores de piso elevados que, tal y como define el Manual de Señalización de Colombia (2015) “obran como demarcaciones elevadas”. Se distinguen tres tipos de delineadores de piso elevados con función exclusiva de demarcación: estoperoles, boyas y tachones.

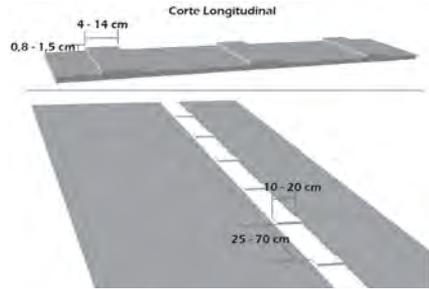


Figura 96. Bandas alertadoras longitudinales

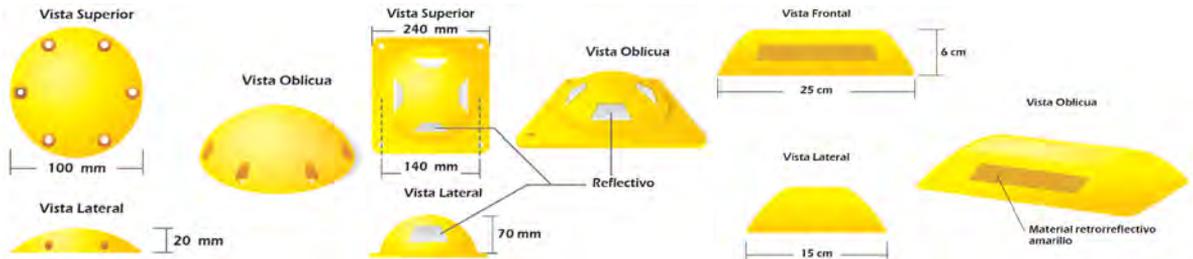


Figura 97. Delineadores de piso elevados para refuerzo de la demarcación de vías para bicicletas

Los delineadores de piso elevados son dispositivos que sobresalen ligeramente del pavimento funcionando como bandas sonoras. A diferencia de los estoperoles, las boyas y tachas o tachones cuentan con elementos retrorreflektivos.

En el caso de vías para bicicletas situadas en los andenes, se recomienda el uso de bandas táctiles indicadoras en el límite entre la vía para bicicletas y la banda de circulación peatonal. El objetivo de estas bandas es el de facilitar la detección de la vía ciclista por parte de los peatones, en especial de las personas ciegas, evitando su invasión accidental. Así mismo, servirá para advertir a los ciclistas que están abandonando su espacio de circulación. Se recomienda que estas bandas sean longitudinales, tengan un ancho de entre 15 y 20 cm y presenten canalizaciones longitudinales (paralelas a directriz de la acera y la banda ciclista) de entre 3 mm y 5 mm de profundidad, aunque también son válidos otros diseños que consigan reforzar el límite entre espacios.

## 4.2.2 Protecciones discontinuas

### 4.2.2.1 BORDILLOS O ELEMENTOS DISCONTINUOS Y DE BAJA ALTURA (< 10 CM)

Este elemento es recomendable para evitar la circulación de automóviles por las vías para bicicletas, mientras que no son tan efectivos contra la circulación de motos o el estacionamiento de automóviles en la vía ciclista. Su discontinuidad, con una separación adecuada entre elementos (0,5-1,5 m), tiene la ventaja de permitir el adelantamiento entre ciclistas en bandas estrechas y facilitar la flexibilidad necesaria en cruces o intersecciones para abandonar la vía para bicicletas. En principio sólo es aplicable a las vías unidireccionales, debido al efecto limitado de la segregación.

Deben tener buena visibilidad, sobre todo por la noche, ya que en caso contrario pueden causar graves caídas. Suelen tener un costo de mantenimiento mayor que los bordillos construidos, pero menor que los bolardos.

Asimismo, hay que recordar que no protegen al ciclista contra salpicaduras provocadas por automóviles cuando el asfalto está mojado.

En relación con la separación entre elementos, la distancia adecuada dependerá del diseño de la vía que se vaya a implementar. En el caso de vías unidireccionales, ésta no debe ser ni muy pequeña, incómoda para permitir el adelantamiento de ciclistas, ni demasiado amplia ya que no cumpliría su función de segregación. Como referencia, a revisar en cada caso concreto, la separación entre elementos debería situarse entre 0,5 m y 1,50 m. En el caso de vías bidireccionales, no hay necesidad de abandonar la vía para adelantar y, por tanto, las distancias pueden ser menores. De hecho, es recomendable una mayor densidad de elementos que refuerce la segregación.

Estos elementos se pueden combinar con hitos verticales para mejorar la visibilidad de la segregación.



Foto 41. Ejemplo de elementos de segregación discontinuos y de baja altura (Bogotá). Fuente: Claudio Olivares Medina

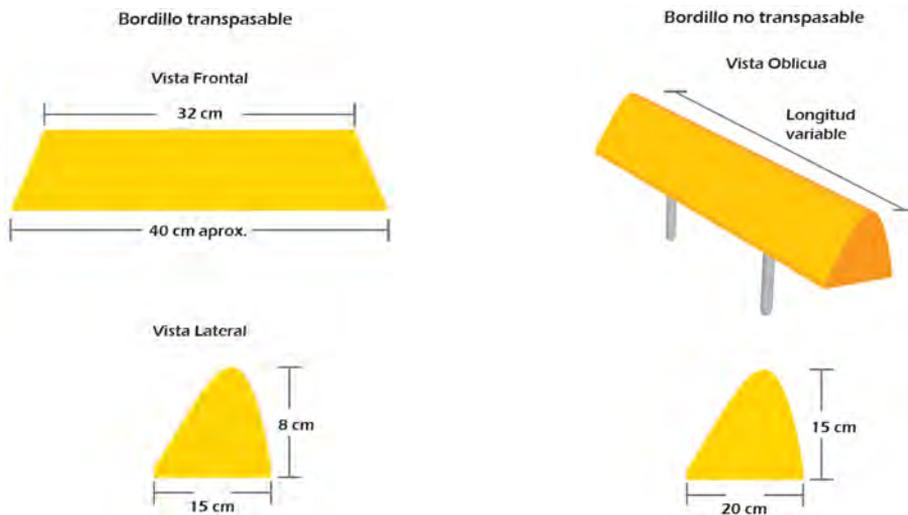


Figura 98. Bordillos traslapables y no traslapables. Fuente: Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)

#### 4.2.2.2 TOPES VEHICULARES VERTICALES (BOLARDOS)

Los topes vehiculares verticales impiden eficazmente la invasión de los automóviles de la banda para bicicletas, mientras que el efecto contra el estacionamiento ilegal depende de la separación entre topes: en zonas con alta demanda de estacionamiento se recomienda una distancia no mayor a 1,50 metros.

Mientras que en zonas urbanas se recomienda el uso de bolardos de diseño acorde con el mobiliario urbano, existen otras opciones más sencillas y económicas, aunque menos estéticas que se suelen utilizar en carreteras y calles menos representativas. Se trata de hitos, generalmente de plástico, con elementos reflectantes que pueden ser de dos tipos: hitos tubulares y delineadores tubulares simples.



Foto 42. Ejemplo de segregación/protección con bolardos (Medellín)



Foto 43. Segregación mixta mediante bolardos reflectantes y bordillos (Medellín)

La desventaja de estos elementos es la necesidad de mantenimiento y la falta de protección contra salpicaduras de aguas pluviales que se acumulan en la calzada.

A priori son aptos tanto para vías unidireccionales como bidireccionales, aunque hay que tener en cuenta que la resistencia real contra un automóvil que choca contra estos elementos es menor que en el caso de los bordillos continuos o medianas.

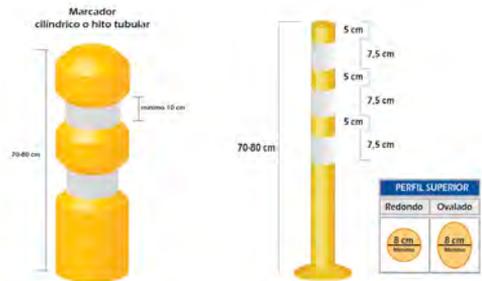


Figura 99. Delineadores tubulares simples. Fuente: Manual de señalización de Colombia (2015)

## 4.2.3 Protecciones continuas

### 4.2.3.1 BORDILLO CONTINUO (ALTURA ENTRE 8 Y 15 CM)

Es recomendable para proteger la vía ciclista contra la ocupación por vehículos estacionados; por lo tanto, estos elementos son más utilizados en zonas urbanas o en zonas de mucha presión de estacionamiento. En caso de vías unidireccionales, sólo son recomendables si el ancho de la banda para bicicletas es óptimo ya que en caso contrario se obstaculizan las maniobras de adelantamiento o la circulación en paralelo. Estos bordillos son menos recomendables en carreteras, sobre todo cuando hay un porcentaje importante de ciclistas deportivos. Otra desventaja es la dificultad de la limpieza de la vía para bicicletas.



Foto 44. Ejemplo de segregación/protección con bordillo continuo (Bogotá). Fuente: Carsten Wass

En caso de su utilización en vías bidireccionales es imprescindible respetar los anchos mínimos de las bandas de segregación, es decir, el conjunto formado por el bordillo y los resguardos hasta los bordes de carril debe tener un ancho recomendable de 0,80 metros y nunca menos de 0,50 metros.

### 4.2.3.1 SEPARADORES DE MEDIA ALTURA

Igual que los bordillos continuos, estos elementos sólo son recomendables en el caso de que sea posible aumentar el ancho total de la vía para bicicletas para no afectar la comodidad de los desplazamientos. Estos elementos garantizan la máxima seguridad y protección, incluso contra salpicaduras cuando hay charcos

en la calzada. Las medianas tipo "New Jersey" son únicamente recomendables en carreteras debido a su negativo impacto estético.

Se descarta el empleo de las barreras metálicas al tener elementos afilados que resultan peligrosos en caso de caídas.



Foto 45. Ejemplo de segregación/protección con medianas de media altura (Medellín)

## 4.3 ELEMENTOS PARA EL CALMADO DEL TRÁNSITO

El exceso de velocidad del tráfico motorizado, junto con el volumen y flujo de vehículos a motor son los factores determinantes que limitan las posibilidades de utilizar la calzada por parte de los ciclistas y, por tanto, las opciones de implantar las soluciones de vías ciclo-adaptadas que se definen en esta guía. En ciudades consolidadas, la alternativa de adaptar la malla vial para su utilización para desplazarse en bicicleta es especialmente atractiva ya que permite aprovechar la conectividad y continuidad de la red vial existente, sin la limitación de tener que obtener un espacio específico para la bicicleta. Por este motivo, el calmado del tránsito se muestra como una herramienta muy valiosa.

El calmado del tránsito es una disciplina en desarrollo que contempla numerosas medidas cuyo análisis exhaustivo requeriría de un manual específico. Esta guía realiza una aproximación general al tema que permita entender el potencial de este recurso para favorecer la movilidad en bicicleta y disponer de una visión organizada de los tipos de medidas que permiten calmar el tránsito.

Se propone una primera organización de las medidas en dos grupos, aquellas medidas que tienen que ver con la gestión de la malla vial y las que tienen que ver con su diseño.

### 4.3.1 Gestión de la malla vial

Mediante la gestión de la malla vial se puede incidir en la reducción del tráfico de paso y en la limitación de la velocidad de tránsito.

#### 4.3.1.1 JERARQUIZACIÓN DE LA RED VIAL

La definición de una jerarquía vial permite establecer un orden funcional de la malla vial que diferencia, básicamente, entre malla vial colectora y malla vial local, es decir, distingue qué vías concentran el tráfico, asumiendo un papel principalmente conector, y qué vías son de acceso y juegan un papel secundario en la distribución del tráfico. Eliminar el tráfico de paso será la condición necesaria para que se constate el carácter local de una calle o conjunto de calles.

Para ello se puede jugar con los sentidos de circulación y se pueden utilizar dispositivos que limiten las posibilidades de paso del tráfico motorizado sin condicionar la movilidad del resto de modos. La eliminación del tráfico de paso contribuye a reducir la velocidad de tránsito y por tanto a que se creen condiciones favorables para la movilidad ciclista.

Se pueden sintetizar en cuatro los sistemas de control del tráfico en áreas acotadas de la ciudad en los que interviene la gestión de los sentidos de circulación (Sanz, 2008):

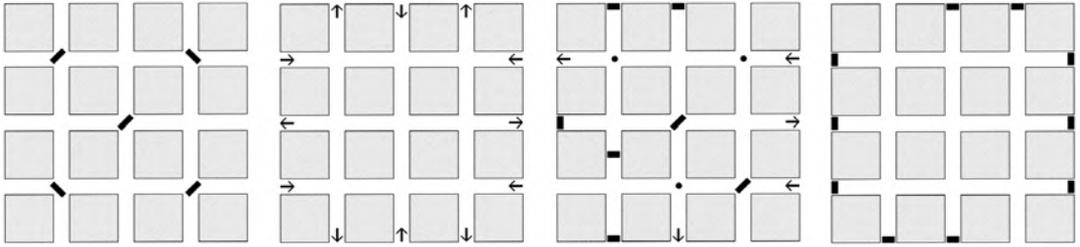


Figura 100. Esquemas de ordenación para la moderación del tráfico en áreas delimitadas

- » Control de borde. Se impide la entrada de vehículos salvo en algunos puntos
- » Control interno. Se rompe la continuidad de la trama con barreras o dispositivos que limitan la posibilidad de paso
- » Control de sentidos circulatorios. Se penaliza el tráfico de paso mediante el ordenamiento de los sentidos circulatorios
- » Control mixto. Uso simultaneo de los sistemas anteriores



Foto 46. Solución que limita las posibilidades de paso de los vehículos motorizados en una trama urbana homogénea (Managua / Nicaragua)

#### 4.3.1.2 SEÑALIZACIÓN Y REGULACIÓN

La regulación de velocidades reducidas para determinadas zonas de la ciudad es esencial para favorecer determinadas funciones urbanas más allá de la circulación. En la sección 4.1 sobre Señalización de este capítulo, se recomienda el uso de dos señales, zona 30 y calle cívica, que establecen una regulación de velocidad limitada a 30 km/h y a 20 km/h respectivamente, reconociendo además la prioridad del peatón en las calles así reguladas. El ciclista, sin lugar a dudas, es un gran beneficiado de una regulación de este tipo que limita la velocidad de tránsito a valores compatibles con el uso de la bicicleta.



Foto 47. Regulación a 30 km/h en calles locales (Tolosa / España)

### 4.3.2 Diseño de la malla vial

El diseño de la malla vial ofrece múltiples oportunidades para implantar soluciones que limitan la velocidad de circulación motorizada y a la vez favorecen la movilidad de los modos no motorizados.

#### 4.3.2.1 CAMBIOS DEL TRAZADO Y DEL ANCHO DE LA CALZADA

La fluidez del tráfico motorizado ha sido tradicionalmente una de las principales preocupaciones de los ingenieros de tránsito a la hora de diseñar la malla vial de las ciudades. Esto se ha traducido en la adopción de estándares que han dado como resultado calles diseñadas para favorecer el tránsito vehicular motorizado, olvidando las necesidades del resto de los usuarios de la vía, especialmente de peatones y ciclistas. Revertir esta situación supone cambiar con estos estándares o soluciones que se vienen aplicando sin cuestionamiento desde hace años.

##### Número de carriles

Es necesario adoptar unos valores de referencia razonables de tráfico promedio diario que permitan valorar, de una forma rigurosa, si el número de carriles de las calles sobre las que se propone intervenir es adecuado al tráfico que soporta o se puede reducir, lo que permitiría recuperar espacio para insertar la infraestructura para bicicletas.

Se recomienda adoptar los valores de referencia presentados en la Tabla 35.

Tabla 35. Resumen de la capacidad de una calle en función del número de carriles y sentidos de circulación

N° DE CARRILES (TOTAL DE LA VÍA)	TRÁFICO PROMEDIO DÍA	
	SENTIDO ÚNICO	DOBLE SENTIDO
1	≤8.000	
2	≤20.000	16.000
3	≤30.000	
4	≤40.000	16.000 - 30.000
6		30.000 - 56.000

*Fuente: (Alfonso Sanz, 2008)*

Si la calle es de un solo sentido de circulación y dispone de más de un carril, entonces hay que valorar la posibilidad de cambiar la calle a dos sentidos de circulación. Esta es una solución más favorable a las velocidades reducidas y más eficiente con la gestión del tráfico.

##### Ancho de carriles

La generosidad en el dimensionamiento del ancho de los carriles para la circulación motorizada, herencia del diseño de carreteras, es algo habitual en el diseño de la malla vial urbana. Esta práctica favorece una falsa percepción de seguridad por parte de los conductores de vehículos motorizados que se traduce en un aumento de la velocidad de tránsito y, por tanto, en un incremento del riesgo de que se produzcan siniestros.

Un dimensionamiento estricto del ancho de los carriles de circulación favorece la reducción de la velocidad. Se proponen los valores de referencia de la Tabla 36.

Tabla 36. Criterios para la reducción del ancho de los carriles en calles principales

PORCENTAJE DE AUTOBUSES Y CAMIONES	UN CARRIL POR SENTIDO		DOS O MÁS CARRILES POR SENTIDO
	POCO ESPACIO DISPONIBLE	BASTANTE ESPACIO DISPONIBLE	
Alto	3,25	3,50	6,50
Medio	3,00	3,25	6,00
Bajo	2,75	3,00	5,50

Fuente: (Alfonso Sanz, 2008)

**Estrechamiento lateral o central**

Se trata de un estrechamiento puntual de la calzada mediante la ampliación de los andenes o la colocación de elementos añadidos en los laterales o en el centro de la calzada que impiden al conductor mantener la posición en el carril, obligándolo a reducir la velocidad.

**Desvío de la trayectoria**

La medida consiste en romper la trayectoria rectilínea que habitualmente presenta la calzada de una vía. Rompiendo la trayectoria de la calzada se rompe con la visual del conductor que pierde la referencia lejana y por tanto centra su atención en el entorno más cercano, reduciendo la velocidad y, por tanto, el riesgo de conflicto.



Foto 48. Calle de tráfico calmado mediante el desvío de la trayectoria de la calzada (San Sebastián / España)

4.3.2.2 CAMBIOS DE NIVEL

Las soluciones que introducen cambios de nivel transversales a la vía, denominados resaltos, constituyen un recurso de eficacia probada en la reducción de la velocidad de los vehículos motorizados, aumentando la seguridad de peatones y ciclistas. Estos dispositivos son bastante comunes y su uso está ya muy extendido. El Manual de Señalización de Colombia (2015) incorpora una definición detallada de los distintos tipos de resaltos que se pueden implantar en una vía. Puesto que el Manual constituye una referencia de obligado cumplimiento, la presente guía adoptará la definición que hace de estos dispositivos. No obstante, conviene valorar los aspectos estéticos de este tipo de dispositivos, dado que su uso abusivo puede tener un impacto negativo sobre la imagen del espacio público de las ciudades.

**Resalto portátil**

Se trata de reductores de velocidad que se instalan con carácter temporal, aunque, si fuese necesario, también pueden utilizarse como solución definitiva. Están compuestos por piezas independientes cuya instalación no requiere de obra ya que se fijan mediante tornillos con resinas. Son dispositivos sintéticos, ligeros y de elevada durabilidad, normalmente fabricados de caucho o plásticos de alta resistencia. Según especifica el manual de señalización, se debe advertir su presencia con señales verticales que adviertan de la limitación temporal de velocidad.



Figura 101. Detalle de resalto portátil. Fuente: Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)

Estos dispositivos son modulares y se disponen atravesados en la calzada cubriendo al menos un 70% de su ancho, de manera que no sea posible que un vehículo motorizado los sortee evitando reducir la velocidad. Para no afectar negativamente la movilidad en bicicleta, aprovechando que se trata de un dispositivo compuesto por varias piezas, se recomienda dejar una separación de 10-15 cm entre las piezas situadas en el centro de cada uno de los carriles de circulación. Esto permite que los ciclistas circulen por este punto sin verse afectados por el resalto. Su ancho es de 0,3 a 0,5 m y su altura oscila entre 0,02 y 0,08 m; correspondiendo una altura de 0,02 m a los de 0,3 m de ancho y 0,08 m de altura a los de 0,5 m de ancho. Presenta un acabado de franjas negras y amarillas alternas y las franjas amarillas son retrorreflectivas.

### Resalto tipo “cojín”

Se les conoce también como “almohadas”. Como en el caso de los resaltos portátiles, se trata de piezas modulares, fabricados en caucho, plástico, concreto u otros materiales de alta resistencia al impacto que se fijan mecánicamente sobre la superficie de la vía con el fin de reducir la velocidad de los vehículos. Sus dimensiones deben ser, según el Manual de Señalización, entre 2 y 3 m de largo, entre 1,6 y 1,8 m de ancho y entre 6 y 7,5 cm de altura, aunque existen muchos modelos con diversas dimensiones.

A diferencia de los resaltos portátiles, estos dispositivos están diseñados para reducir la velocidad de circulación de los automóviles sin afectar el paso de vehículos pesados, especialmente el transporte público. Para conseguir esto, sus dimensiones no sobrepasan nunca el ancho de los ejes de autobuses y camiones, de manera que sus ruedas no pasan por encima del resalto. Sin embargo, presentan un tamaño que los automóviles no pueden sortear. Esta solución es favorable a la movilidad en bicicleta ya que los ciclistas también disponen de espacio libre entre los resaltos y los bordillos para sobrepasarlos sin verse afectados con el cambio de nivel.

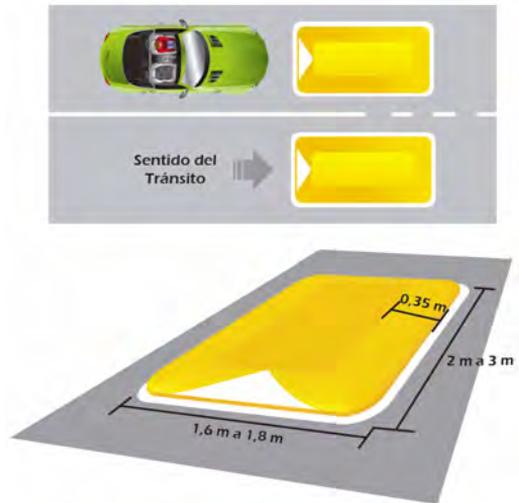


Figura 102. Detalle de resalto tipo “cojín”. Fuente: Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)

### Resalto parabólico

Se trata de dispositivos fijos destinados a reducir la velocidad de los vehículos que circulan por la calzada mediante una elevación progresiva de la cota de la calzada que, si se superan las velocidades límite (variables según diseño), produce una oscilación vertical del vehículo que puede llegar a golpear el pavimento con la parte baja del chasis, de manera que sea obligatorio reducir la velocidad.

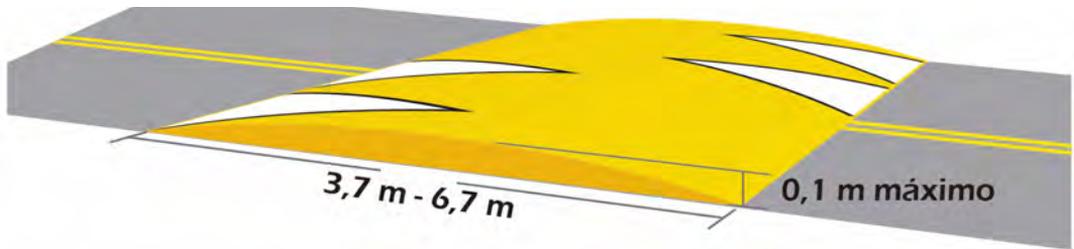


Figura 103. Detalle de resalto parabólico. Fuente: Manual de Señalización Vial de Colombia (2015)

Pueden formar parte integral de la calzada, fabricados "in situ" en concreto o con el mismo aglomerado asfáltico con el que se pavimenta. También existen soluciones prefabricadas. En cualquier caso, se reforzará su presencia pintándolos en color amarillo y colocando unas marcas triangulares de color blanco en las rampas situadas en el sentido de marcha.

Exigen tener en cuenta la solución para el desagüe de las aguas pluviales.

### Resalto Trapezoidal o Pompeyano

Realmente se trata de plataformas elevadas que, además de cumplir la función de reducir la velocidad de los vehículos, sirven como pasos peatonales o de bicicletas. Aunque el Manual de Señalización de Colombia (2015) indica que su elevación no debe superar 0,1 m sobre la rasante normal de la vía vehicular, se recomienda que la plataforma se sitúe siempre al nivel de los andenes. De esta manera se da continuidad a los andenes sobre la calzada eliminando los problemas habituales de falta de accesibilidad peatonal en los cruces y se aprovecha al máximo el potencial que tiene este dispositivo como reductor de velocidad. En estos casos, se garantizará que las rampas de acceso de la calzada vehicular tengan una pendiente máxima del 15%.

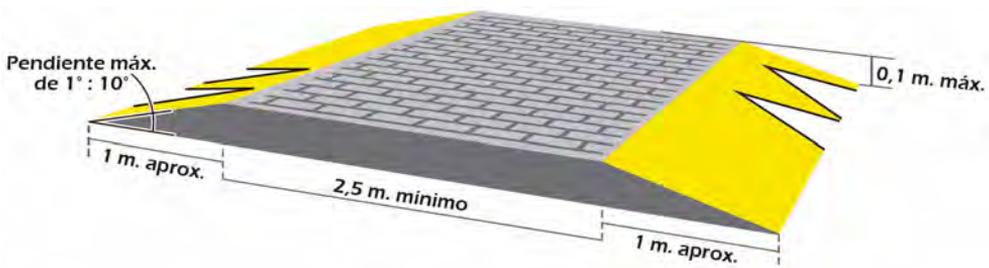


Figura 104. Detalle de resalto trapezoidal. Fuente: Manual de Señalización de Colombia (2015)

Estos dispositivos forman siempre parte integral de la calzada, fabricados con aglomerado asfáltico, concreto o adoquín. Como en el caso de los resaltos parabólicos se reforzará su presencia pintándolos en color amarillo y colocando unas marcas triangulares de color blanco en las rampas situadas en el sentido de circulación.

## 4.4 ALUMBRADO

Un aspecto relevante a la hora de diseñar vías para bicicletas es la iluminación, sobre todo si las vías se destinan principalmente a la movilidad cotidiana, al tratarse en este caso de viajes recurrentes para ir a trabajar o a estudiar que se realizan a lo largo del día, muchas veces, sin posibilidad de elección. Estas vías son utilizadas también de noche o en condiciones de poca luz y escasa visibilidad. Esta sección discute el tema de iluminación presentando los temas recomendados, pero también relacionándolos con la norma existente de iluminación RETILAP (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

Además, aunque en general las bicicletas disponen de sistemas de iluminación sencillos, estos no son capaces de resolver las necesidades de iluminación del ciclista por sí solos por lo que resulta más pertinente aún la necesidad de disponer de un sistema de alumbrado exterior.

Así, el alumbrado público exterior se convierte en el dispositivo encargado de garantizar una buena visibilidad del ciclista, muy necesaria para:

- » Percibir de forma adecuada la vía para bicicletas, su textura y sus límites
- » Detectar la presencia de obstáculos en la vía, así como de otros usuarios, peatones, y cualquier otro elemento que pueda interferir con su trayectoria
- » Aumentar la seguridad y mejorar la percepción de seguridad
- » Visualizar e interpretar adecuadamente la señalización
- » Orientarse y reconocer los lugares por los que se transita
- » Visibilizar al ciclista
- » Uso racional de la energía

Por lo tanto, una buena iluminación redonda en un incremento de la seguridad, real y percibida, y en un mayor atractivo de la ruta para el ciclista.

### 4.4.1 Clases de iluminación según el tipo de vía.

Las necesidades de iluminación y las condiciones que debe cumplir esa iluminación varían sustancialmente en función del tipo de vía.

- » vías urbanas para bicicletas: sobre ellas se apoya principalmente la movilidad de bicicletas cotidiana y por tanto se utilizan tanto de día como de noche. Por este motivo necesitan una buena iluminación que en la mayoría de los casos quedará resuelta con el alumbrado público exterior existente. El hecho de que las vías para bicicletas urbanas utilicen el mismo espacio que el resto de usuarios de la vía pública permite compartir el sistema de alumbrado. Las características para la iluminación de vías vehiculares tienen unas especificaciones más exigentes a las vías para bicicletas dada las altas velocidades a las que se circula. Esta situación garantizará una iluminación más que suficiente en las vías para bicicletas urbanas. Sin embargo, en algunos casos será necesaria una iluminación adicional, por ejemplo, cuando la vía para bicicletas esté apartada de la calzada o protegida por arbolado que proyecte sombras
- » vías interurbanas para bicicletas: por su carácter más ligado a una movilidad deportiva y/o recreativa se trata de vías en las que los desplazamientos en horas de escasez de luz son poco probables o habituales. Hay que valorar adecuadamente las necesidades reales de instalar alumbrado en las vías para bicicletas interurbanas, teniendo en cuenta los condicionantes funcionales, económicos y ambientales. En muchos casos, suele bastar con la utilización de balizas que sirvan de guía a los ciclistas a los que sorprenda la noche durante el recorrido. La luz que emiten estas balizas es una luz tenue,

que evita, en las zonas naturales, el impacto visual propio de una luminaria convencional. Uno de los factores a evaluar al momento de iluminar o no las vías interurbanas es la contaminación lumínica que puede afectar las zonas naturales con ecosistemas sensibles a la luz

## 4.4.2 Requerimientos técnicos de Iluminación

La resolución colombiana que regula el alumbrado público tanto en interiores como en exteriores, RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) es la referencia en esta guía para la definición técnica del alumbrado de ciclo-infraestructura urbana e interurbana.

### 4.4.2.1 Niveles de iluminación

Los principales parámetros que se utilizan para cuantificar la calidad de la iluminación son la iluminancia o iluminación de una superficie, y la uniformidad.

La iluminancia es el flujo luminoso incidente por unidad de superficie. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux.

La uniformidad es la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia media, y depende fundamentalmente de la posición y la distancia entre los puntos de luz. Un valor adecuado de iluminancia, pero una uniformidad baja, indica que la disposición de las luminarias no es correcta, ya que significa que existen zonas con poca iluminación y otras con excesiva iluminación.

Los niveles de iluminación se definen según las características del entorno y/o de las vías adyacentes.

Las tablas del Capítulo 510 del RETILAP especifican tipos de calzadas y niveles de iluminación en zonas urbanas como se presenta en la Tabla 37 y Tabla 38.

Tabla 37. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas

DESCRIPCIÓN DE LA CALZADA	CLASE DE ILUMINACIÓN
Vías de muy elevado prestigio urbano	P1
Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas	P2
Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas	P3
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes	P4
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.	P5
Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente	P6
Vías en donde únicamente se requiere una guía visual suministrada por la luz directa de las luminarias	P7

Fuente: Ministerio de Minas y Energía (2010)

Tabla 38. Requisitos mínimos de iluminación para tránsito peatonal

CLASE DE ILUMINACIÓN	ILUMINANCIA HORIZONTAL (LUXES)	
	VALOR PROMEDIO	VALOR MÍNIMO
P1	20,0	7,5
P2	10,0	3,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	1,5	0,2
P7	No aplica	No aplica

Fuente: Ministerio de Minas y Energía (2010)

Además, la Tabla 39 da recomendaciones para vías distintas a vías vehiculares que aplicarían para zonas interurbanas y espacios naturales.

Tabla 39. Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares

CLASIFICACIÓN	CLASE DE ILUMINACIÓN	ILUMINANCIA PROMEDIO (LUXES)	UNIFORMIDAD GENERAL UO $\geq$ %
Canchas múltiples recreativas	C0	50	40
Plazas y plazoletas	C1	30	33
Pasos peatonales subterráneos	C1	30	33
Puentes peatonales	C2	20	33
Zonas peatonales bajas y alledaños a puentes peatonales y vehiculares	C2	20	33
Andenes, senderos, paseos y alamedas peatonales en parques	C3	15	33
Ciclo-rutas en parques	C2	20	40
Ciclo-rutas, senderos, paseos, alamedas y demás áreas peatonales adyacentes a rondas de ríos, quebradas, humedales, canales y demás áreas distantes de vías vehiculares iluminadas u otro tipo de áreas iluminadas	C4	10	40

Fuente: Adaptado de Ministerio de Minas y Energía (2010)

#### 4.4.2.2 LUMINARIAS

Para cumplir los requerimientos de iluminación en las vías para bicicletas, se debe hacer una cuidadosa selección de la tecnología utilizada (fuente luminosa o bombillo) y de la luminaria que se ajuste a las necesidades lumínicas de la vía a iluminar. Los factores que determinan unos niveles de iluminación adecuados son el tipo de luminaria y su altura, tipo y potencia de la lámpara, disposición y separación de los puntos de luz, ancho de la vía, condiciones ambientales y coordinación entre la arborización y las luminarias. El sistema de iluminación se debe plantear teniendo en cuenta los tipos de vías y áreas que sean coherentes con los criterios de diseño que den flexibilidad del diseño y armonía con el contexto urbano y ambiental.

Se recomienda implantar luminarias de diseño atractivo, pero que tengan bajo costo de mantenimiento y que eviten la contaminación lumínica. Esto se consigue utilizando luminarias de alto rendimiento, en las que la lámpara esté alojada en la parte superior y su haz de luz esté dirigido con precisión hacia abajo.

En la elección de las lámparas ha de considerarse su eficacia energética, sus costos de inversión y mantenimiento, su durabilidad y sus cualidades en relación a la reproducción de los colores. Desde este punto de vista, las mejores opciones para el alumbrado del espacio público son las lámparas que dispersen poca la luz en la atmósfera, y que el color de la luz utilizada se localice por encima de 500nm de la longitud de onda (zona azul). Por ello, las lámparas ideales, hoy en día, son las de vapor de sodio de baja presión (VSBP), alta presión (VSAP), con el inconveniente de la baja reproducción de los colores; o el LED blanco-cálido con baja emisión azul que lo hace óptimo para el uso ambiental (plazas, parques, peatonales, etc.).

Otros aspectos importantes a considerar a la hora de diseñar el alumbrado de una vía para bicicletas y elegir un modelo particular de luminaria son: mantenimiento, grado de protección de la luminaria, protección mecánica, diseño y contaminación lumínica.

El grado de protección de la luminaria es un factor determinante en su durabilidad y se mide mediante el índice IP<sup>14</sup>. El valor más habitual que se suele exigir a una luminaria es IP-65. La primera cifra indica la protección contra cuerpos sólidos (el 6 es el máximo e indica protección total contra el polvo). La segunda cifra es la protección contra cuerpos líquidos (un 5 indica protección contra el lanzamiento de agua en todas las direcciones, un 6 protección contra golpes de mar o similar y un 7 protección contra la inmersión). Por lo tanto, una luminaria con IP-65, que es lo más habitual, está totalmente protegida contra el polvo y el lanzamiento de agua en todas las direcciones.

La resistencia de la luminaria contra actos vandálicos o golpes de otra naturaleza se cuantifica mediante el índice IK<sup>15</sup>, que mide la protección mecánica de la misma. El índice IK varía entre 0 y 10, siendo habitual exigir un IK-08.

La denominada contaminación lumínica se cuantifica mediante el Flujo Hemisférico Superior (FHS) que se define como el flujo luminoso emitido por la luminaria (luminaria y bombilla) que está por encima del plano horizontal. El flujo hemisférico se expresa como un porcentaje del flujo total emitido por la luminaria.

<sup>14</sup> El grado de protección IP hace referencia a la norma internacional IEC 60529 Degrees of Protection (International Electrotechnical Commission, Geneva) utilizado en los datos técnicos de equipamiento eléctrico o electrónico

<sup>15</sup> Las calificaciones de los grados de protección IK se definen en la norma internacional IEC 62262 (2002).

Dadas las anteriores disposiciones, el RETILAP hace las siguientes precisiones:

**A** En vías importantes de la malla vial, con clases de iluminación M1 a M3, se deben instalar luminarias con FHS  $\leq$  3%. En el resto de vías de tránsito vehicular con clases de iluminación M4 a M5, se deberá utilizar un FHS  $\leq$  5%.

**B** En el caso de alumbrados peatonales, clases P1 a P7, así como artísticos con faroles, aparatos históricos etc., el flujo hemisférico superior instalado FHS debe ser  $\leq$  25%.

## 4.5 ARBORIZACIÓN Y EMPRADIZACIÓN

La utilización de plantas y paisajismo en el diseño y construcción de vías para bicicletas es un recurso muy valioso, especialmente en determinadas latitudes. Plantar árboles y plantas ornamentales tiene varias utilidades, entre las que se destacan las siguientes por su aportación a la mejora de la calidad de la infraestructura para bicicletas, cómo se describe a continuación.

**Protección frente a las inclemencias del tiempo (sol y lluvia):** Colombia es un país extenso con diferentes zonas climáticas, muy diferentes entre sí. La falta de protección solar es un motivo para no utilizar la bicicleta en el país, al menos en determinadas horas del día, o no utilizar la infraestructura existente para la bicicleta, escogiendo rutas alternativas más protegidas. En este sentido, la plantación de árboles y plantas se muestra efectiva como sistema de protección frente al sol y, también, frente a la lluvia.

Por tanto, es recomendable, en la planificación de ciclo-infraestructura, tener en cuenta la plantación de arbolado de sombra que proteja del sol las rutas para bicicletas.

**Segregación física de espacios:** Las franjas verdes pueden ser un excelente recurso para segregar vías para bicicletas, especialmente en el caso en que estas se disponen sobre el andén y es necesario separarlas de las bandas destinadas a la circulación peatonal.

**Mejora paisajística de la escena urbana:** La utilización de árboles y plantas en el diseño y construcción de vías para bicicletas requiere de un proyecto específico en el que intervengan técnicos especialistas, como son los ingenieros forestales o los paisajistas. Estos técnicos tienen los conocimientos necesarios para:

- » Realizar una selección de especies adaptadas a las condiciones climatológicas específicas del lugar
- » Realizar una selección de especies adecuadas a las necesidades funcionales del proyecto (protección solar, control visual, segregación de espacios, mejora paisajística)
- » Definir las soluciones técnicas para un desarrollo adecuado en relación con el uso de la infraestructura y para minimizar su mantenimiento

## 4.6 ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS

Se denomina estacionamiento de bicicletas al espacio y al conjunto de elementos de señalización, protección y soporte que posibilita la colocación de las bicicletas cuando no están en uso.

La dificultad para dejar la bicicleta en un lugar cómodo y seguro cuando no se utiliza es uno de los factores que más desincentivan su uso como medio de transporte para los desplazamientos cotidianos en la ciudad. Por este motivo, una buena planificación de la movilidad en bicicleta debe adoptar medidas dirigidas a mejorar la oferta de estacionamientos para bicicletas, tanto en calidad, como en cantidad y distribución.



Foto 49. Protector de árbol utilizado como estacionamiento de U invertida (Bogotá)

### 4.6.1 Ubicación y características de los espacios de estacionamiento de bicicletas

La reflexión sobre cicloparqueaderos debe extenderse no solo a los destinos de los desplazamientos, sino también al origen de los mismos, es decir, a las edificaciones residenciales.

La utilidad de un estacionamiento es la suma de su ubicación, la tipología y su diseño. Como es lógico, la ubicación es clave para que se utilice un estacionamiento para bicicletas. Hay varios aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de elegir el lugar adecuado:

- » Accesibilidad: los estacionamientos deben estar ubicados en proximidad al origen o al destino de desplazamiento, disponiendo de una conexión peatonal adecuada.
- » Capacidad: los estacionamientos de bicicletas deben disponer de plazas suficientes para satisfacer la demanda prevista.
- » Seguridad: la ubicación idónea de los estacionamientos es en lugares donde haya un “control ciudadano” natural, que evite el deterioro intencionado o el robo de las bicicletas. Los estacionamientos a la vista del tránsito peatonal o del personal fijo de los edificios próximos suelen ofrecer mayor seguridad.
- » Integración: la ubicación de los estacionamientos es óptima cuando se integran en el entorno urbano y la ocupación del espacio público es tolerable, sin obstaculizar los desplazamientos peatonales y, en particular, los de las personas con discapacidad.

Los estacionamientos de bicicletas pueden disponer de una serie de servicios complementarios a los necesarios para garantizar la seguridad ante el robo, que es el primer requisito que deben cumplir:

- » Protección física: en algunos lugares pueden ser convenientes elementos más robustos de protección de bicicletas, como el caso de casilleros para guardar la bicicleta bajo llave y con completa protección.
- » Protección climática: cuanto mayor sea el tiempo que una persona vaya a dejar su bicicleta estacionada, más debe protegerse de la intemperie, la lluvia y el sol.

- » Sistema de vigilancia: dado su elevado costo, la vigilancia mediante cámaras de seguridad y/o personal solo es posible para lugares con gran demanda.
- » Servicios para bicicletas: el mantenimiento y arreglo de bicicletas es un servicio útil y adecuado para grandes cicloparqueaderos.

Una cuestión clave en la ubicación de los estacionamientos de bicicleta es la distancia que están dispuestos a recorrer los potenciales usuarios hasta sus destinos. En primer lugar, hay que tener en cuenta que el tiempo de permanencia está muy relacionado con dicha distancia: una persona que vaya a permanecer un tiempo muy corto en un lugar (por ejemplo, hacer compras) va a preferir un estacionamiento que esté muy próximo al final de su desplazamiento. Pero esta distancia puede aumentar en la medida en que la persona vaya a permanecer más tiempo en ese destino. En segundo lugar, hay que considerar que a mayor calidad de los servicios ofertados mayores opciones hay de que los usuarios admitan desplazarse más lejos del destino para dejar la bicicleta. Véase la Figura 105 para una presentación gráfica de este concepto.

Los estacionamientos para bicicleta, como espacios en los que se depositan estos vehículos, pueden conformar recintos cerrados o abiertos.

Los estacionamientos cerrados son los que se encuentran delimitados por un cerramiento que restringe el acceso y protege las bicicletas. Pueden ubicarse en espacios privados (depósitos de bicicletas, garajes, etc.) o en espacios públicos, y suelen ser de acceso restringido.

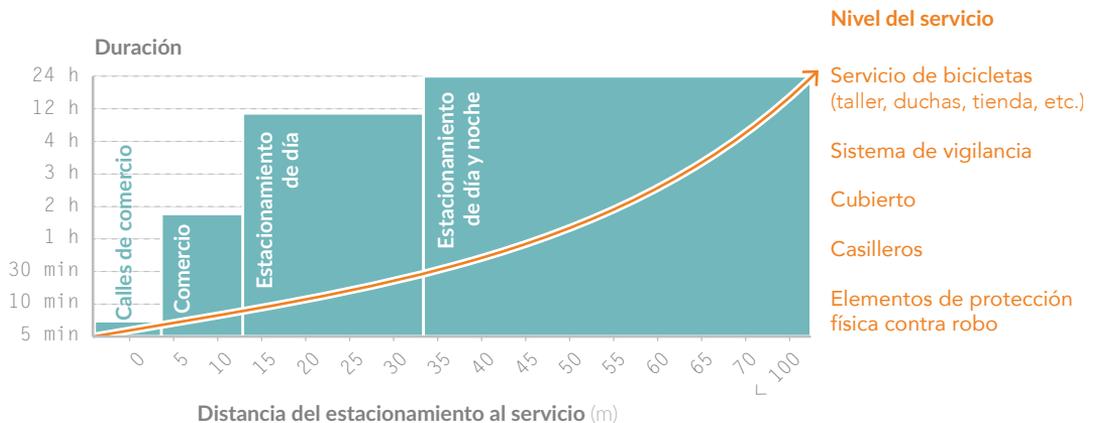


Figura 105. Nivel de servicio según distancia al destino y tiempo. Elaboración propia a partir de Celis & Bolling-Ladegaard (2008)

Por su parte, los estacionamientos abiertos son los situados en el espacio público, sin ningún tipo de cerramiento y constituyen la tipología más habitual de estacionamientos para bicicleta. De acceso público y libre, están constituidos normalmente por conjuntos de estacionamientos de diseño y número variable. Pueden estar cubiertos o no.

Dentro de los estacionamientos cerrados se distingue entre:

» **Colectivos:** espacios más o menos amplios en los que se estacionan las bicicletas juntas, y a los que es necesario acceder para dejar y recoger la bicicleta. Suelen disponer de uno o dos accesos. Este tipo de estacionamientos suele ser de acceso restringido y están vinculados a algún organismo o institución que lo pone a disposición de sus miembros. Se encuentran junto a estaciones para dar servicio a los usuarios que realizan trayectos combinados con otros modos, en campus universitarios, centros educativos, centros de trabajo, etc.



Foto 50. Punto de Encuentro. Estacionamiento de bicicletas en el Eje ambiental de Bogotá

» **Individuales:** se trata de construcciones, habitualmente modulares y transportables, que a modo de taquilla o armario ofrecen la posibilidad de dejar la bicicleta en pequeños espacios individuales y cerrados. Están muy poco extendidos y su implantación actualmente está normalmente vinculada a sistemas de préstamo de bicicletas.

La Tabla 40 presenta una descripción de las características que pueden tener los espacios de estacionamiento según su tipo de demanda.

Tabla 40. Características de estacionamientos

TIPO DE DEMANDA	DISTANCIA MÁXIMA	RÉGIMEN	SEGURIDAD	TIPOLOGÍA	PROTECCIÓN TÉRMICA
Residentes	20 – 50 metros	Recinto cerrado (uso privado)	Control de la comunidad	Cuarto o espacio cerrado para guardar bicicletas en primer piso o en el garaje, casetas	Sí
Usuarios del transporte público	20 – 50 metros	Acceso público	Vigilancia o casilleros	Estacionamientos en la proximidad o interior de cada estación o paradero	Sí
Empleados	50 – 70 metros	Recinto cerrado (uso privado)	Vigilancia	Estacionamiento centralizado	Sí
Alumnos / Estudiantes	70 – 100 metros	Recinto cerrado (uso privado)	Vigilancia (portero)	Estacionamiento centralizado	Sí
Clientes, media duración	20 - 50 metros	Acceso público	Seguridad ciudadana	Descentralizado	Deseable
Clientes, corta duración	20 metros	Acceso público	Control social	Descentralizado	No

## 4.6.2 Los modelos de soporte para estacionamientos de bicicleta

Respecto a la tipología y diseño de los soportes de las bicicletas en los estacionamientos, la seguridad es sin duda alguna el aspecto clave. El robo de la bicicleta o de algunas piezas se puede prevenir utilizando candados de calidad, pero a su vez el estacionamiento debería ofrecer la posibilidad de encadenar el cuadro y las ruedas con el estacionamiento.

No obstante, la seguridad no es el único criterio, y según el tipo de la demanda, la ubicación y la franja horaria, otros aspectos ganan importancia. Así por ejemplo en recintos cerrados o vigilados, o en estacionamientos de corta duración (frente a una tienda), el modelo no necesariamente debe tener la posibilidad de encadenar el cuadro y las ruedas, mientras que aspectos como la estabilidad o comodidad de acceso se convierten en principales.

Finalmente, hay que encontrar el equilibrio entre las necesidades del usuario y las exigencias de la administración o las exigencias derivadas de la calidad estancial del espacio público.

Resumiendo, hay siete aspectos clave para valorar los modelos de soporte de estacionamientos que son útiles en cada lugar y circunstancia:

- » Seguridad: la posibilidad de asegurar el marco y la rueda delantera con la estructura del estacionamiento es una condición básica para la prevención ante robos o actos de vandalismo.
- » Estabilidad: el diseño del estacionamiento debe permitir sujetar bien la bicicleta, incluso cuando porte equipaje o una silla de un niño. La altura del soporte por encima del centro de gravedad de la bicicleta permite una mejor sujeción.
- » Protección climática: la exposición al agua y al sol deteriora las bicicletas por lo que este criterio resulta ser muy importante para estacionamientos de larga duración.
- » Comodidad: los estacionamientos deben tener una configuración que facilite las operaciones de asegurar y soltar la bicicleta de una forma cómoda, rápida y sin riesgo de deterioro de la misma.
- » Estética: el diseño de los estacionamientos debe ser adecuado al entorno urbano o arquitectónico en el que se insertan, minimizando el espacio ocupado y procurando no producir intrusión visual.
- » Versatilidad: para estacionamientos que previsiblemente tengan periodos de escasa utilización es conveniente aplicar diseños versátiles, que permitan el estacionamiento de otros vehículos de dos ruedas o que sirvan de apoyo a otras actividades peatonales. De la misma manera, el mobiliario urbano puede servir adicionalmente como estacionamiento si se diseña adecuadamente.
- » Costo y mantenimiento: hay que encontrar el equilibrio entre el costo de instalación, la durabilidad y las necesidades de mantenimiento.

Como se comentaba antes, en función del destino o demanda prevalente, la relevancia de estos criterios puede variar. Para la demanda de larga duración, la seguridad es el criterio más importante, mientras que aspectos como la comodidad o estabilidad son secundarios. Así mismo, en los estacionamientos centralizados de larga duración, minimizar la ocupación del suelo es otro criterio fundamental.

Hoy en día existe una gran variedad de modelos de estacionamientos en cuanto a diseño, formas y colores. No obstante, desde el punto de vista de la funcionalidad se pueden diferenciar entre tres grupos básicos de estacionamientos:

- » Los modelos para sujeción de la rueda delantera.
- » Los modelos con forma de “U” invertida (sujeción del marco y las dos ruedas)
- » Modelo basado en la “U” invertida perfeccionada (sujeción del marco y la rueda delantera)

Los modelos para sujeción de la **rueda delantera** tienen como virtud su escasa ocupación de espacio y su bajo costo. No obstante, dado que no se puede juntar con un candado habitual el cuadro con el punto de sujeción, este tipo de estacionamientos ofrece poca seguridad. Tampoco son recomendables para estacionamientos de larga duración por la poca estabilidad que ofrecen. De hecho, si la bicicleta no dispone de una “pata” para apoyarse, este tipo de estacionamientos puede propiciar el deterioro de la rueda delantera. Además, no todos los grosores de ruedas encajan bien en el soporte. Por todos estos motivos, el uso de este modelo se limita a unas situaciones muy concretas, por ejemplo, en la proximidad de comercios, donde exista una demanda de muy corta duración y una cierta vigilancia social. La virtud del diseño es que por la noche o durante el horario en el cual no hay actividad comercial, prácticamente no consume espacio.

La U invertida es el modelo de estacionamiento más sencillo, práctico y seguro y, por tanto, es ampliamente utilizado en ciudades de todo el mundo, incluyendo las de América Latina como Lima, México y Buenos Aires y en Colombia como Medellín y Montería. La U invertida da una excelente seguridad al ofrecer dos puntos donde encadenar el marco y ambas ruedas.

Entre sus inconvenientes hay que citar que es un modelo que ocupa bastante espacio y cuando está empotrado en el suelo en módulos individuales puede ser sacado de su fijación y posibilitar el robo de la bicicleta. En zonas con pendiente tampoco ofrece una operación cómoda para atar y desatar la bicicleta.

Finalmente se han desarrollado estacionamientos que buscan mejorar la calidad de la U invertida, buscando un equilibrio entre la seguridad, la estabilidad, la ocupación del espacio y la comodidad de acceder a la bicicleta. Este tipo de estacionamientos tienen la forma de la U invertida y se alterna la altura del soporte de la rueda delantera para reducir la distancia entre dos bicicletas y de esta forma sacar más provecho del espacio. Como desventaja cabe mencionar que sólo se puede fijar el marco y la rueda delantera con el punto de sujeción, por lo tanto, ofrece menos seguridad que la “U invertida” clásica.



Foto 51. Estacionamiento en U invertida en Montería



Foto 52. Estacionamientos de U invertida en Medellín.

Tabla 41. Modelos de estacionamientos propuestos y sus características

MODELO	DEMANDA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	FOTO
Sujeción de rueda delantera	Corta duración en el destino (motivo de viaje compra o gestión) Larga duración en recintos vigilados	Bajo costo económico Ocupación de espacio limitada	Poca protección contra robo Poca estabilidad Posibilidad de doblar la rueda No encajan bien todos los grosores de rueda Punto para atar la bicicleta demasiado bajo	
"U" invertida o universal	Media y larga duración en el destino (motivo compra, gestión, trabajo)	Posibilidad de atar las ruedas y el marco Utilizable por todo tipo de bicicletas	Ocupación de espacio relativamente elevada	
"U" invertida perfeccionada o de capacidad ampliada	Larga duración en destinos con espacios limitados	Máximo ahorro de espacio Buena estabilidad Posible acceso desde los dos lados.	Menor comodidad por la necesidad de levantar la rueda delantera en la mitad de las plazas Menor seguridad Menor versatilidad para bicicletas de diversos tipos de grosor de ruedas	

### 4.6.3 Espacio ocupado por los estacionamientos para bicicletas

A continuación, se detallan las dimensiones geométricas de los diseños recomendables y las dimensiones de espacio requerido por los soportes de las bicicletas en los estacionamientos para bicicletas, parámetros que permitirán conocer el orden de magnitud de los espacios requeridos para dichas instalaciones.

#### 4.6.3.1 “U” INVERTIDA (SUJETA MARCO Y LAS DOS RUEDAS)

La U invertida debe tener una altura y una longitud de entre 0,80 y 0,90 metros para apoyar bien la bicicleta y poder encadenar el marco. Hay que dejar una distancia de al menos 0,55 metros frente a muros u otros espacios que no se quieran invadir. Contando con el espacio de maniobra necesario, el ancho de una franja de un estacionamiento de este tipo es de al menos 2,10 metros y la ocupación de los amarres o soportes sin bicicleta es de 1,35 m. Para que la maniobra de estacionar la bicicleta se pueda realizar con comodidad, la distancia recomendable entre soportes, medida a ejes, debe ser de 1,00 m. Para una adecuada durabilidad y resistencia, el soporte debe ser de tubo de acero galvanizado de 5 cm de diámetro y un espesor de al menos 2 mm. En función de los hábitos del lugar en el que se vayan a instalar, se recomienda que la barra superior de los soportes no sea horizontal sino inclinada, de manera que estos no puedan ser utilizados para montar puestos de venta ambulante o apoyar otras cosas impidiendo su uso como estacionamiento para bicicletas.

#### 4.6.3.2 “U” INVERTIDA ESTRECHA (SUJETA MARCO Y UNA RUEDA)

El modelo de U invertida “estrecha” permite una menor ocupación de la acera cuando no hay bicicletas parqueadas a costa de una menor seguridad ya que no permite sujetar las dos ruedas. La banda de ocupación sin bicicletas es de solo 0,85 m ya que el largo del soporte se reduce a 0,55 m y su separación respecto a muros o fachadas puede ser de 0,30 m. La altura del soporte y la separación entre ellos es la misma que el modelo de U invertida.

#### 4.6.3.3 “U” INVERTIDA DE CAPACIDAD AMPLIADA (SUJETA MARCO Y RUEDA DELANTERA)

Los soportes de este tipo de estacionamiento son de U invertida “estrecha” y de altura alternante, de manera que una bicicleta queda más alta que la contigua. Esto permite reducir la distancia entre soportes a 0,50 metros y, por tanto, aumentar notablemente la capacidad del estacionamiento ocupando la misma superficie, aunque a costa de una menor comodidad. Al utilizar un soporte estrecho, solo es posible sujetar el marco y la rueda delantera.

El espacio requerido para estacionar una bicicleta depende de las dimensiones de la misma, la forma de colocación, así como del espacio necesario para el acceso y las maniobras para colocar la bicicleta en el soporte y atarla.

Para estacionar 2 bicicletas en paralelo se requiere una distancia mínima de 1 metro entre ambas. Este espacio garantiza a la vez realizar las maniobras de colocar o sacar la bicicleta con comodidad. De esa manera, considerando una longitud de 1,90 m la ocupación es de 1,33 m<sup>2</sup> por bicicleta.

Los soportes de cota alternante, como el indicado más arriba, permiten reducir este espacio hasta una distancia de entre 0,40 y 0,50 m. A partir de esas cifras se pueden calcular los requerimientos de espacio de algunas configuraciones básicas de estacionamiento, distinguiendo la ocupación de espacio bruto, que incluye el espacio para maniobras, de la ocupación de espacio neto, que se refiere a la superficie estricta de las bicicletas estacionadas. En la Tabla 42 se muestran los resultados de dichos cálculos, realizados a partir de esquemas de 5, 10 o 15 bicicletas.

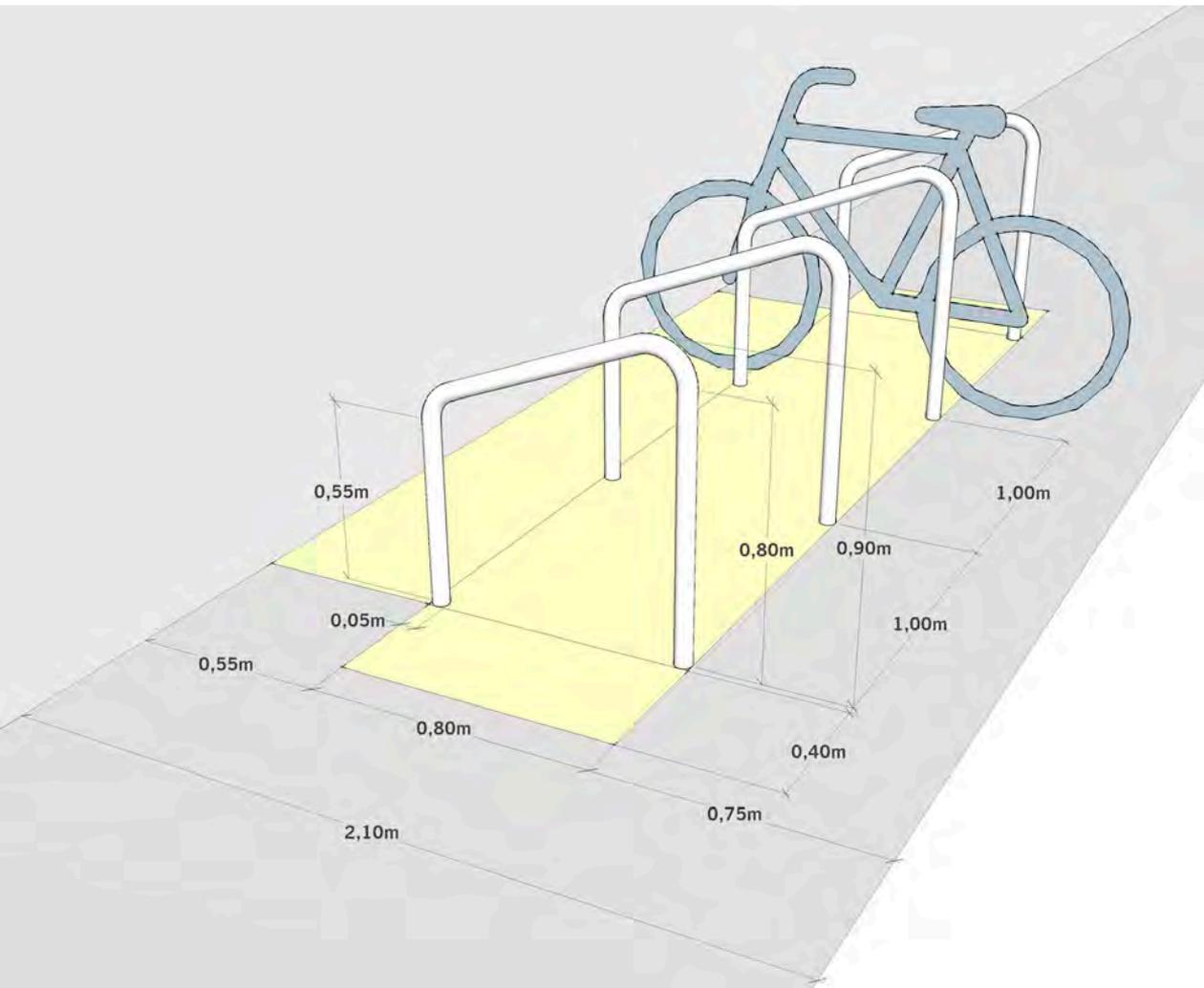


Figura 106. Dimensiones principales a tener en cuenta para estacionamientos en U invertida

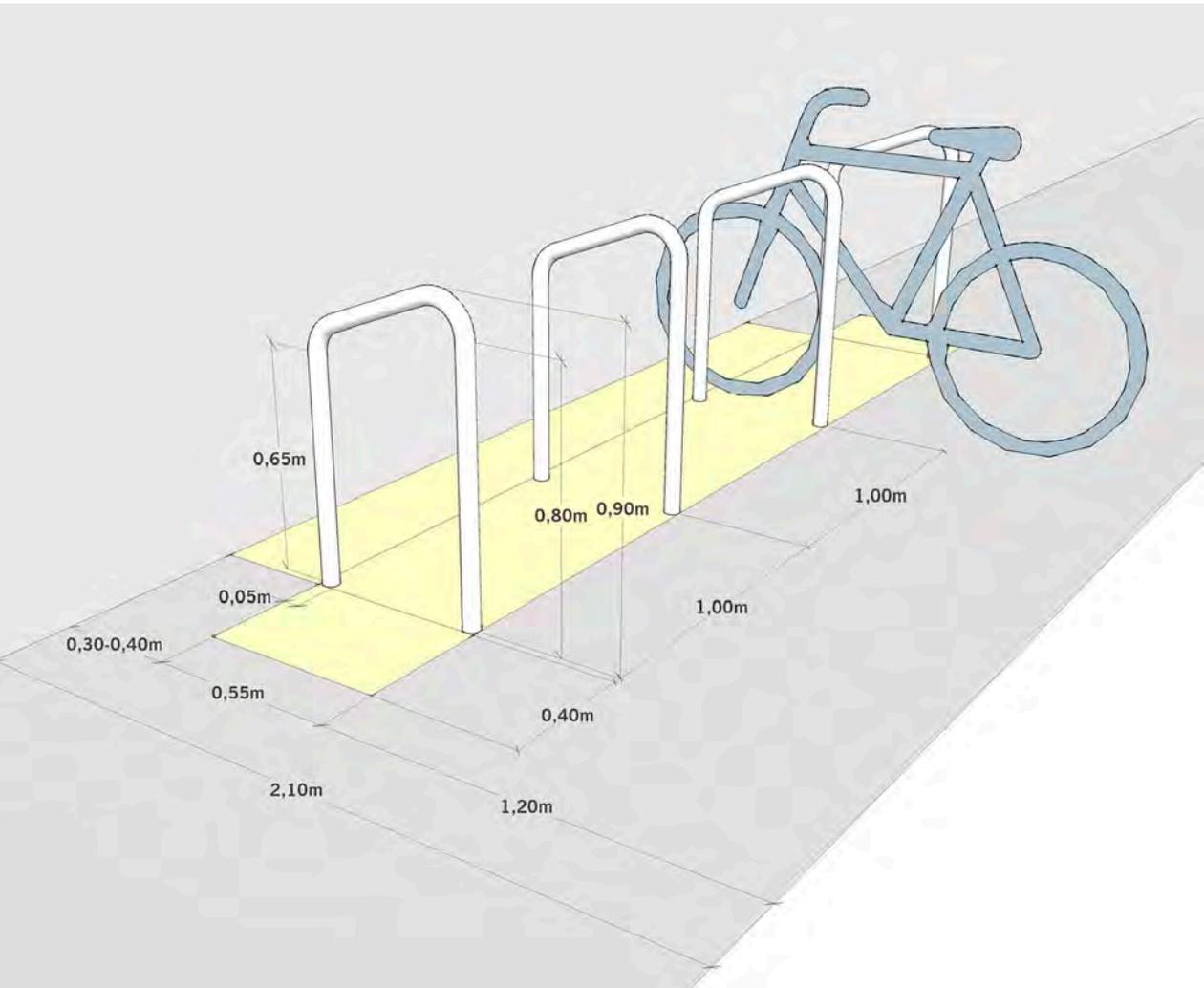


Figura 107. Dimensiones U invertida estrecha

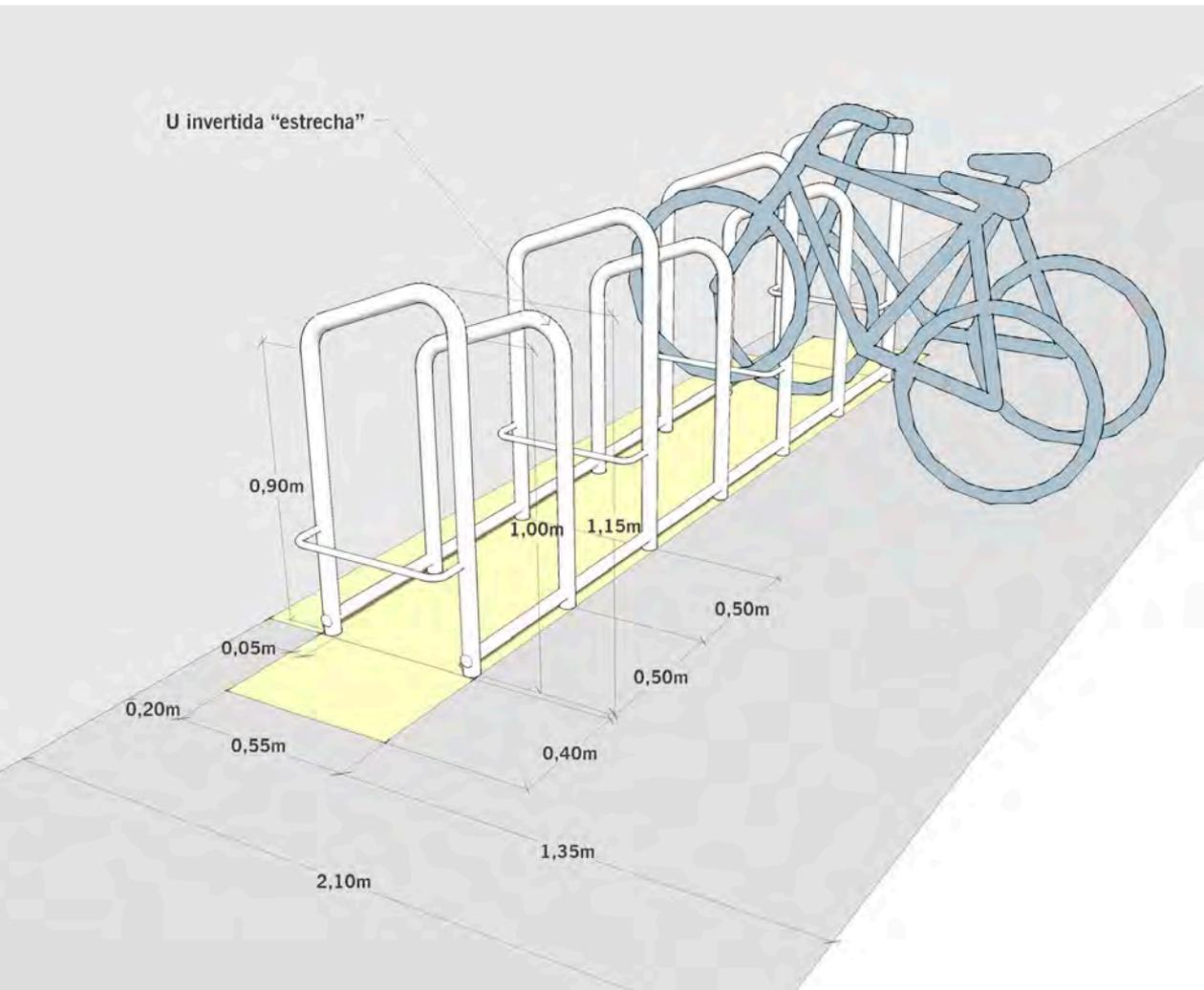


Figura 108. Dimensiones U invertida de capacidad ampliada

Tabla 42. Ocupación de espacio de las diferentes configuraciones de estacionamientos de bicicletas

CONFIGURACIÓN DEL ESTACIONAMIENTO	ESQUEMA	OCUPACIÓN BRUTA POR BICICLETA (m <sup>2</sup> )	OCUPACIÓN NETA POR BICICLETA (m <sup>2</sup> )
De fila única		2,52	1,4
De doble fila con superposición de rueda delantera		2,46	1,23
De cota alternante		1,94	1,08

Para estacionamientos de doble altura el espacio bruto ocupado por bicicleta puede reducirse a 1,3 m<sup>2</sup>, lo que resulta de utilidad en grandes concentraciones de la demanda, como las que se producen en las estaciones del transporte público. Mientras que en soportes de colocación vertical el espacio bruto requerido por bicicleta sería de 1,82 m<sup>2</sup>. En el extremo opuesto de ocupación se encuentran los estacionamientos en módulos individuales, que requieren 2,9 m<sup>2</sup> por bicicleta.



Foto 53. Estacionamiento para bicicletas de colocación vertical en el sistema Transmilenio de Bogotá

#### 4.6.4 Estándares de estacionamientos para bicicletas en el urbanismo

La obligatoriedad de implementar lugares para estacionar bicicletas de manera segura y cómoda en las edificaciones, es decir, en espacios privados, debería hacer parte de la regulación de movilidad o transporte integrada a la legislación urbanística.

Con respecto a estacionamientos para bicicletas en espacios públicos, en Colombia está la Ley 388 de 1997 en la cual se estableció, como parte del principio de la función ecológica y social de la propiedad, que los elementos que constituyen el espacio urbano deben responder a las necesidades públicas de su entorno. También el Decreto 1504 de 1998 se refiere al espacio público, y dentro de él incluye los sistemas de circulación peatonal y vehicular, constituidas como “ciclistas, ciclovías y estacionamiento para bicicletas”.



Foto 54. Estacionamiento para bicicletas en espacio privado (Universidad de los Andes) (Bogotá)

En el caso de Bogotá, existen las siguientes regulaciones y textos específicos que hablan de la provisión de estacionamientos para bicicletas:

- » Decreto reglamentario del POT 469 de 2003, Art. 256. “Notas Generales: 1. Para todos los usos, por cada 2 estacionamientos privados o de visitantes se deberá prever un cupo para el estacionamiento de bicicletas, cuyas dimensiones serán reglamentadas por la Secretaría Distrital de Planeación [SDP, anteriormente DAPD], los cuales se localizarán dentro del área privada garantizando condiciones de seguridad.”
- » Decreto 036 de 2004, artículo 3, numeral 8: “Se destinará un estacionamiento de bicicletas por cada 10 estacionamientos de vehículos. En los estacionamientos con un número de cupos de estacionamiento inferior a 120 vehículos, el mínimo de estacionamiento de bicicletas será de 12 cupos.”

- » Plan Maestro de Movilidad, Decreto 319 de 2006, Art. 28, numeral 4: “Facilitar instalaciones o mobiliario destinado al estacionamiento de bicicletas, no sólo para facilitar el intercambio modal, sino para aquellas zonas que, alejadas de otros medios de transporte, lo requieran.”
- » Plan Maestro de Movilidad, Decreto 319 de 2006, Art. 28, numeral 7: “Garantizar que todo estacionamiento disponga de suficiente espacio para el estacionamiento de bicicletas.”
- » Plan Maestro de Movilidad, Decreto 319 de 2006, Art. 57: “Toda instalación educativa, pública o privada, deberá ofrecer estacionamientos seguros para bicicletas.”

En el caso de Medellín por ejemplo, los estacionamientos para bicicletas están enmarcados dentro de los equipamientos de infraestructura para transporte y se reglamentan dentro del (Acuerdo 48 de 2014 “Por medio del cual se revisa y ajusta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín,” 2014) que indica en el Artículo 183:

- » “Todos los equipamientos existentes y futuros generadores de demandas importantes de movilidad en toda la municipalidad, así como las estaciones de transporte público colectivo, masivo o de intercambio modal, deberán estar dotados de estacionamientos para bicicletas, salvo que ello resulte imposible dada la configuración o ubicación de la infraestructura.
- » Estos equipamientos deberán además promover el uso de bicicletas mediante el desarrollo de accesos y estacionamientos adecuados.
- » La Administración Municipal reglamentará la cantidad de celdas para estacionamiento de bicicletas dependiendo de la tipología del equipamiento público o privado.”

Al margen de lo anterior, se proponen requisitos mínimos de estacionamientos para bicicleta en edificios residenciales de nueva creación que aparecen en los párrafos siguientes.

En general, toda nueva edificación residencial multifamiliar debería contar con un espacio de estacionamiento de bicicletas y de almacenamiento de vehículos no motorizados (sillas de ruedas, sillas y coches de niños, carros de mercado, etc.).

Se recomienda entonces que la capacidad de dicho espacio sea como mínimo de 1 espacio para bicicletas por cada apartamento o vivienda inferior a 55 m<sup>2</sup> construidos, de 2 espacios por vivienda inferior a 100 m<sup>2</sup>, y 3 para viviendas superiores a 100 m<sup>2</sup>. La superficie del recinto común será igual a la cantidad resultante de multiplicar 1,25 m<sup>2</sup> por el número de plazas que se deduzca de las viviendas previstas.



Foto 55. Estacionamiento en predio privado.

En proyectos de rehabilitación o reforma de un edificio residencial multifamiliar existente debe tenerse en cuenta el criterio anterior y, en su caso, exponer razonadamente los motivos por los que no es posible atender dichos requerimientos. En este último caso se puede habilitar este espacio de almacenamiento en la propia parcela (caseta cerrada) o proponer otras alternativas para el acceso de las bicicletas y demás vehículos no motorizados a las viviendas.

Aparte de la creación de estacionamientos para bicicleta en la vía pública, conviene habilitar oportunidades de estacionar la bicicleta de forma cómoda y segura en las parcelas o edificaciones no residenciales, es decir en los destinos de los desplazamientos, donde se estaciona la bicicleta durante muchas horas.

En este grupo de destinos están los centros de trabajo, las instalaciones educativas, así como las estaciones del transporte público, donde la demanda de estacionamientos para bicicleta es de larga duración.

Así mismo, conviene habilitar estacionamientos de media duración en las parcelas o edificaciones de los equipamientos deportivos, centros comerciales, hospitales, bibliotecas y centros de ocio. En la Tabla 43 se proponen requisitos de dotación de estacionamientos para bicicleta en edificios no residenciales.

Tabla 43. Propuesta de requisitos de estacionamientos para bicicleta en edificaciones no residenciales

	USO	N° DE ESTACIONAMIENTOS
Larga duración	Centros de trabajo	1 por cada 5 empleados existentes o previstos
	Centros educativos	3 por cada 10 alumnos mayores de 9 años y 1 por cada 5 empleados
	Estaciones del transporte colectivo	1 por cada 50 usuarios diarios
Media duración	Centros comerciales	1 por cada 150 m <sup>2</sup> de superficie de ventas y 1 por cada 10 empleados
	Bibliotecas	1 por cada 5 puestos de lectura
	Centros deportivos	1 de cada 5 puestos de estacionamiento de la capacidad prevista y 1 de cada 5 empleados
	Centros hospitalarios	1 por cada 100 camas y 1 por cada 5 empleados previstos
	Centros administrativos y oficinas con público	1 por cada 100 m <sup>2</sup> edificados
	Centros de ocio	1 puesto de estacionamiento por cada 20 plazas
	- cines	1 puesto de estacionamiento por cada 20 plazas
	- restaurantes y bares	1 puesto de estacionamiento por cada 20 plazas
- teatro / auditorio	1 puesto de estacionamiento por cada 15 plazas	
- salas de concierto		

## 4.6.5 Elementos clave de una integración exitosa de los estacionamientos

Hay varios elementos que apoyan el desarrollo de una integración exitosa de bicicletas al entorno urbano y a sistemas de transporte público. Aunque la implementación de infraestructura para el estacionamiento y ubicación de bicicletas en lugares y vehículos es un paso muy importante, hay que tener en cuenta estos elementos adicionales para que el servicio sea adecuado y la integración sea totalmente exitosa.

### 4.6.4.1 OPERACIÓN

La operación de un lugar de estacionamiento debe tener en cuenta que es una prestación de un servicio como cualquier negocio, donde hay un cliente interesado en recibir una buena calidad de servicio y sin problema, y en este caso que el servicio implique la seguridad de que la bicicleta no será robada ni dañada y

que, en caso de que sea robada o dañada, haya un procedimiento a seguir previamente establecido por el operador.

Es importante hacer una salvedad sobre el precio del estacionamiento de bicicletas: aunque en algunos casos no es necesario cobrar por el estacionamiento (en lugares privados, en sistemas de transporte público donde se integra a la tarifa, en espacio público sin servicios), hay otros donde sí es necesario cubrir los costos de operación, por ejemplo, en lugares donde se presta el servicio de estacionamiento como un servicio privado. No obstante, es importante poder establecer desde el gobierno los niveles de cobro autorizados (y máximos de cobro según la duración) para evitar tarifas excesivas. Dado que la bicicleta ocupa una fracción del espacio de un automóvil (incluso es menor el espacio que el de una motocicleta), es necesario asignarle un precio a la bicicleta como tal y que éste sea menor que el que se cobra por estacionar motocicletas y automóviles.

**WOK** ★  
**SIN TRANCIÓN,  
 SIN FILAS,  
 Y CON UNA SONRISA**

Fecha

---

**SUS DATOS**

Nombre

CC

Teléfono

N° de candado

---

**DATOS DE SU BICI**

Tipo de bici

Color

Marca

---

**INGRESO**

Hora  :

**RETIRO**

Hora  :

---

..... Entregué conforme ..... Recibi conforme .....

Figura 109. Ejemplo de formato de registro de bicicletas. Fuente: Espacio-Bicivilizate - Wok

Para operar un servicio de estacionamientos de alta calidad, es importante poder registrar y monitorear el uso que se hace del mismo para así encontrar maneras de mejorar y expandir el servicio. Los formularios de registro son necesarios para un buen uso del estacionamiento, pero no deben solicitar demasiada información al usuario – esto es algo difícil de balancear (suficiente información para la seguridad del usuario y poco tiempo en el registro). No obstante, se sugieren los siguientes elementos para registrar una bicicleta de manera segura y poder monitorear su uso:

- » Nombre del propietario (e identificación)
- » Teléfono del propietario
- » Color de bicicleta (y marca / modelo si es fácilmente discernible)
- » Tipo de bicicleta (o tamaño del rin)
- » Hora de entrada – salida
- » Número de candado utilizado (o espacio asignado)
- » Espacio para firma de entrega y firma de recibo.

Si puede existir una tabulación digital de esta información (y si se pueden guardar los datos de usuarios frecuentes y sus bicicletas) sería una mejora sustancial del servicio. Es importante aclarar que algunos usuarios pueden usar el estacionamiento con más de una bicicleta, por lo que también debe haber flexibilidad del sistema en ese sentido.

#### 4.6.5.2 EVALUACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS PARA BICICLETA

Existen algunas variables en cuanto al diseño del estacionamiento que determinan la decisión de utilizarlo o no. Estas variables determinan qué tipo de estacionamiento genera un mayor beneficio para el usuario con base en cuatro variables principales según Pardo, Calderón y Caviedes (2013), como se presenta en los siguientes ítems.

## Seguridad

El objetivo de usar el estacionamiento es evitar el posible robo y maltrato de la bicicleta (o partes de esta). El usuario considera que un estacionamiento es seguro si cumple con estos requisitos:

- » Permite sujetar el cuadro/marco y una o ambas ruedas de la bicicleta
- » Permite usar cualquier tipo de candado, especialmente los candados “en U”. Si el elemento de anclaje es muy ancho, este tipo de candados no alcanzan a cubrir el marco, la rueda y el estacionamiento para bicicleta y sólo se pueden usar los de cadena o guaya, que no son los que ofrecen mayor seguridad.
- » Está ubicado en un lugar que ofrece control y vigilancia, bien sea del usuario o de la entidad o establecimiento encargado del estacionamiento para bicicleta.

## Comodidad de uso del estacionamiento

Se refiere al espacio que tiene el usuario para asegurar y desasegurar la bicicleta de manera rápida y eficaz y sin mayor esfuerzo físico.

## Facilidad de uso del estacionamiento

El estacionamiento debe funcionar de tal manera que el usuario, independientemente de su condición física, sexo, edad o estatura, no necesite asistencia para acomodar la bicicleta.

## Protección contra la intemperie

Se prefiere este tipo de estacionamientos, especialmente si los usuarios requieren dejar su bicicleta por varias horas durante el día, por ejemplo, los que van al trabajo.

En el ejemplo siguiente, se aplicó en Chía una metodología de evaluación basada en los criterios de Pardo et al (2013) para calificar la prestación del servicio de un estacionamiento de bicicletas:

- » Precio: es importante definir un precio asequible por estacionar la bicicleta. Idealmente, estacionar una bicicleta no debería tener costo, y los costos de operación del estacionamiento podrían ser integrados a los costos de tarifa del transporte público (cuando fuera parte de un sistema, como es el caso de Transmilenio) o por los demás ingresos de un estacionamiento.
- » Espacio: Las bicicletas necesitan un espacio adecuado para ser estacionadas, que no es lo mismo que un espacio de bodegaje (el último es mucho más reducido). Las dimensiones exactas necesarias se presentan en los anexos a este documento y en los documentos referenciados al final.
- » Seguridad: Es fundamental tener mecanismos de anclaje de la bicicleta que sean realmente seguros, y que el estacionamiento ofrezca este servicio, si el usuario no cuenta con su propio candado.
- » Registro y seguimiento: Es necesario hacer un registro de las bicicletas que ingresan a los estacionamientos, para evitar robos o equivocaciones en la entrega. Dado que las bicicletas no se pueden registrar de forma fácil (como las placas/registros de los automóviles), una forma adecuada de registro es tomar nota de la marca, color y tipo de la bicicleta. Pedir una tarjeta de propiedad o documento similar es inútil y poco productivo.
- » Amabilidad: siendo un servicio que busca fomentar el uso de este vehículo, es muy importante que no exista discriminación y que la persona que llega en bicicleta a un estacionamiento sea tratada de la misma manera que una persona que llega en un automóvil o motocicleta.

Teniendo en cuenta los aspectos de seguridad, comodidad, espacio, amabilidad, registro, seguimiento y precio verificados en cada estacionamiento para bicicleta, se pueden establecer puntajes para cada criterio según la Tabla 44 .

Tabla 44. Criterios de calificación de estacionamientos, pesos y ejemplo para Chía

ÍTEM	NOMBRE	PUNTAJE	PESO	PUNTAJE X PESO
1	Espacio	5.0	1	5.0
2	Seguridad	5.0	3	15.0
3	Amabilidad	5.0	1	5.0
4	Registro	4.0	1,5	6.0
5	Seguimiento	0.0	1	0.0
6	Precio	3.0	2,5	7.5
			<b>Total</b>	<b>38.5</b>

Para la evaluación de estacionamientos de bicicleta se tienen en cuenta esos seis criterios, cada uno con un peso específico sobre el puntaje total del establecimiento. El ítem con mayor peso es la seguridad del estacionamiento, correspondiente al 30% del puntaje final. En segundo lugar, se considera el precio, que representa el 25% del puntaje. El registro de las bicicletas tiene un valor de 15% sobre el total. Finalmente, el espacio, amabilidad y seguimiento en el lugar tienen un peso correspondiente al 10% cada uno. Cada ítem se califica con un puntaje entre cero y cinco, según las características del estacionamiento y luego se realiza un promedio ponderado para obtener el puntaje final del ciclo-estacionamiento.

En la Figura 110 se presenta el resultado de la aplicación de esta metodología en cinco estacionamientos para bicicleta en Chía<sup>16</sup> (entre mayor el área de cada polígono, mejor el servicio completo de estacionamiento).

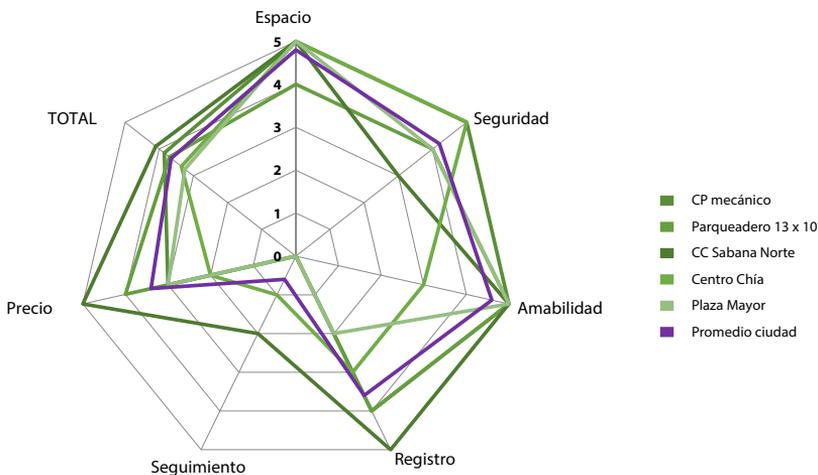


Figura 110. Ejemplo de evaluación estacionamientos en Chía.

16 Despacio ha elegido utilizar una gráfica de "telaraña", pero puede utilizarse otra.

## 4.7 INTERMODALIDAD BICICLETA-TRANSPORTE PÚBLICO

La intermodalidad es la articulación entre varios modos de transporte para completar un viaje entre un origen y un destino de desplazamiento. En este caso, la articulación se establece entre la bicicleta en sus diferentes modalidades (privada, pública, triciclo) y los sistemas de transporte colectivo como los autobuses, BRT y metro, tranvías, cables aéreos, etc., a través de una cadena cuyos eslabones se representan esquemáticamente en la Figura 111.



Figura 111. Cadena de la intermodalidad bicicleta-transporte colectivo

### 4.7.1 Estacionamientos de bicicletas en proximidad al transporte público

Aunque es generalmente recomendable que las estaciones de transporte público tengan facilidades para estacionar bicicletas, esto en algunos casos no es posible. Por esto, es relevante adecuar espacios para estacionamiento de bicicletas que estén cercanos a las estaciones de transporte público y masivo – este puede ser el caso para los lugares cercanos a las estaciones construidas hace ya varios años y/o donde no hay espacio suficiente para servicios complementarios. En algunas ciudades colombianas esto ya existe gracias al emprendimiento del sector privado, donde se presta el servicio de cuidado de bicicletas por un precio menor al del pasaje de transporte público. Esto es de especial relevancia en lugares donde hay servicios de transporte público inter-urbano donde la bicicleta se guarda durante el día.



Foto 56. Espacio utilizado por estación de bicicleta pública de EnCicla en Medellín. Fuente: AMVA.

La proximidad de las estaciones de transporte público es también un espacio clave para el desarrollo de sistemas de bicicletas públicas.

### 4.7.2 Estacionamientos dentro de las estaciones de transporte público

Idealmente, todas las estaciones de transporte público, y en particular las estaciones terminales, de alta demanda o de servicios interurbano deberían tener espacios de estacionamientos para bicicleta que sean protegidas de la intemperie, con servicios de seguridad y con servicios adicionales como reparaciones y venta de accesorios, que pudieran convertirse, en algunos casos, en Centros de la Bicicleta, tal y como ocurre en otros países.

Lo ideal es planificar estos estacionamientos conjuntamente con el proyecto de estación, pero, en caso contrario, es fácil adecuar un espacio a tal fin en las instalaciones existentes. La prestación de este servicio de estacionamiento tiene un costo para quien lo vaya a operar, por lo que es muy recomendable

que dicho costo esté integrado a la tarifa del transporte público. Los costos asociados a un estacionamiento para bicicleta de alta calidad en una estación de transporte público son:

- » Costo de construcción: se trata de un costo de capital (no recurrente), y dependiendo de las características puede ser un costo que no se debe retomar sino hasta después de varios años de construido
- » Costo de mantención: según las características, este costo puede ser reducido pues los elementos necesarios para construir un estacionamiento son fijos y metálicos
- » Costo de operación: los costos de operación de un estacionamiento totalmente integrado a un sistema de transporte público incluyen las siguientes partidas:
  - Costos de prestación de servicio de pago y de operación de torniquetes y/o sistema de entrada (generalmente un salario por estacionamiento más los costos de operación de los aparatos necesarios)
  - Costo de vigilancia del estacionamiento (generalmente un salario por estacionamiento)
  - Costo de limpieza (diaria o semanal) del estacionamiento



Foto 57. Estacionamiento de bicicletas dentro de estación de sistema BRT en Bogotá

### 4.7.3 El transporte de las bicicletas en los vehículos o unidades de transporte público

Hay tres opciones para transportar las bicicletas en los vehículos o unidades de transporte público:

- » en el exterior, en un soporte especial
- » en el interior, en un espacio dedicado al efecto
- » en el interior, en bodegas o compartimentos especiales

Los soportes exteriores a los vehículos o unidades se usan generalmente en servicios cuya operación no implica paradas rápidas y en donde es relativamente fácil y práctico realizar las maniobras correspondientes. Esto ocurre, por ejemplo, en rutas rurales o en las periferias urbanas, donde hay menos paradas o mayores distancias de desplazamiento. El Ministerio de Transporte está evaluando las características de los soportes especiales para llevar bicicletas en el exterior de las unidades o vehículos de transporte público, teniendo en cuenta los elementos técnicos más relevantes para definir su reglamentación y adopción en las ciudades colombianas.



Foto 58. Soporte de bicicletas utilizado temporalmente en MetroSinú, Montería. Fuente: Gustavo Gómez.

Los soportes para estos servicios se pueden instalar en el frontal o en la parte trasera de los vehículos, teniendo en cada caso que resolverse los aspectos de seguridad y control de las operaciones de carga y descarga de las bicicletas.

Las ventajas de un servicio de este tipo son esencialmente dos: que el usuario puede continuar su viaje en bicicleta después del tramo en transporte público (muy relevante para viajes intermunicipales), y que la bicicleta no quita espacio a los demás pasajeros dentro del vehículo. Esta opción tiene costos de operación bajos y no se debe cobrar una tarifa adicional para quien lo utiliza.

Las opciones de transporte de las bicicletas en el interior de los vehículos requieren dedicar un espacio específico a este fin, lo que solo puede darse en aquellos casos en los que las dimensiones son suficientemente amplias para acomodarlas sin perturbar a las personas que viajan. Esto es más fácil para sistemas férreos, y más aún cuando son metros pesados en lugar de ligeros. Para los sistemas BRT esto es más complicado, en particular en horas de alta demanda.

El transporte de bicicletas plegables suele regularse de modo más abierto, pues al ocupar mucho menos espacio tienen mayor facilidad de ubicación dentro de los vehículos y pueden llegar a ser consideradas como equipaje de mano.



Foto 59. Bicicletas plegables dentro del transporte masivo de Medellín

## 4.8 INTERVENCIONES DE BAJO COSTO

### 4.8.1 Consideraciones con respecto a costos y efectividad

La contraposición entre el costo y la efectividad de una intervención debe comprenderse bien. Una ciclo-infraestructura de costo reducido no es necesariamente poco efectiva y, a la inversa, una ciclo-infraestructura costosa no es necesariamente eficaz para alcanzar los objetivos perseguidos.

El concepto de bajo costo es evidentemente relativo, pues depende de la perspectiva de gasto general y de la propia importancia que se le da al motivo para realizar dicho gasto en las políticas públicas. Téngase en cuenta, en cualquier caso, que la ciclo-infraestructura tiene un costo muy reducido en comparación con la infraestructura requerida por los vehículos motorizados. También existen intervenciones relativamente costosas, pero de un costo inferior a la opción de no hacer nada o de hacer otras intervenciones alternativas. Y puede haber intervenciones de bajo costo, pero mal hechas que, a la larga, resulten costosas.

Además, cuando el costo se relaciona con la efectividad, el vínculo es aún más relativo, pues el concepto de eficacia o efectividad tiene una gran carga subjetiva y requiere también situar la intervención en un contexto temporal. La efectividad depende de los objetivos establecidos y se construye a lo largo del tiempo: una ciclo-infraestructura puede ser poco efectiva en términos del número de personas que la

utilizan en el periodo inmediatamente posterior a su ejecución, pero puede contribuir al éxito, en el medio y largo plazo, de una política de promoción de la bicicleta.

En definitiva, hay que tener en cuenta las siguientes premisas:

- » **Costo:** El empleo del mínimo de recursos debe formar parte del marco de reflexión del diseño de cualquier infraestructura, incluyendo las pensadas para la bicicleta, pero lo que es realmente esencial es contrastar si con los presupuestos disponibles se pueden mejorar las condiciones reales y percibidas para utilizar la bicicleta. Se trata, por tanto, de comprender las intervenciones en ciclo-infraestructura como parte de un proceso, para el que se requiere una ESTRATEGIA, en la que el empleo óptimo de los recursos es una pieza fundamental para alcanzar las metas propuestas.
- » **Efectividad:** Los resultados deben ser analizados y medidos de manera multidimensional, evaluando la intervención no sólo desde perspectivas cuantitativas, como por ejemplo el número de bicicletas que utilizan la ciclo-infraestructura, o el crecimiento de dicho número, sino también los cambios cualitativos en la percepción de este medio de transporte por parte de la ciudadanía. Además, como se ha señalado, entendiendo la política de la bicicleta como un proceso, su efectividad debe ser considerada a lo largo del tiempo.

## 4.8.2 Premisas de las intervenciones de bajo costo

Antes de establecer una estrategia de creación de ciclo-infraestructura de bajo costo conviene tener en consideración las siguientes ideas:

### NO SIEMPRE LA INTERVENCIÓN PUEDE SER DE BAJO COSTO

El costo no es la única variable a considerar en un proyecto. Hay varias circunstancias en las cuales el costo de una ciclo-infraestructura puede ser elevado. Por ejemplo, puede ocurrir que para completar un tramo de la red ciclista y dar un salto cualitativo y cuantitativo en las opciones de la bicicleta se requiera un tratamiento profundo de un tramo de vía. O, también, que se requiera una nueva conexión ciclista atravesando un río, una autopista o un ferrocarril.

### EL CRITERIO ECONÓMICO NO DEBE SER EL ÚNICO PARA VALORAR LA INTERVENCIÓN

La idoneidad de una ciclo-infraestructura se debe evaluar desde diferentes perspectivas: la funcionalidad de la intervención para la movilidad ciclista y para los diversos perfiles de personas que potencialmente la pueden utilizar; la relación ambiental y urbanística, con los demás modos sostenibles, etc.

### LA CICLO-INFRAESTRUCTURA PUEDE SER PARTE DE OPERACIONES INTEGRALES CON PEQUEÑOS COSTOS ADICIONALES

Para que el costo correspondiente a la bicicleta pueda ser reducido o incluso desdeñable en las partidas de presupuesto cuando hace parte de intervenciones más grandes. Este es el caso de remodelaciones o nuevas vías en las que la ciclo-infraestructura ocupa una franja de la sección vial que, en cualquier caso, habría también que urbanizar.

### ALGUNOS CASOS DE CICLO-INFRAESTRUCTURA PUEDEN REALIZARSE SIN APENAS COSTO ADICIONAL APROVECHANDO LA EJECUCIÓN DE OTROS PROYECTOS VIALES

Por ejemplo, las obras de infraestructura subterránea de saneamiento o de canalizaciones de diversos servicios pueden aprovecharse para crear ciclo-infraestructura en el remate superficial. Y lo mismo ocurre con los tratamientos de reasfaltado o de mejora del material granular compactado que requieren reponer las marcas viales y, por tanto, son una oportunidad de redistribuir el espacio a favor de la bicicleta.

LAS INTERVENCIONES CICLISTAS DEBEN SER CONJUNTAS CON LAS PEATONALES Y, POR TANTO, REPARTIR LA CARGA DEL ESFUERZO ECONÓMICO ENTRE MÁS BENEFICIARIOS

Un criterio fundamental de las intervenciones en ciclo-infraestructura es que sirvan también para reducir los enormes problemas que tiene la movilidad peatonal y la calidad estancial del espacio público en las ciudades colombianas. Por ejemplo, las mejoras para el cruce de las bicicletas deben hacerse conjuntamente con las mejoras de los cruces peatonales.

EL COSTO DE LA CICLO-INFRAESTRUCTURA NO ES SOLO EL DE SU CONSTRUCCIÓN

Hay que recordar que el costo de la ciclo-infraestructura debe contemplarse desde el concepto de ciclo de vida, es decir, contemplando no solo la fase de su construcción, sino también su mantenimiento y limpieza y su duración. Puede ocurrir que una intervención de bajo costo se vuelva cara si su utilidad es corta en el tiempo o si requiere unas costosas operaciones de mantenimiento y limpieza.

LAS INTERVENCIONES DE BAJO COSTO DEBEN CUMPLIR CON LA CALIDAD ESTÉTICA / PAISAJÍSTICA DEL ESPACIO PÚBLICO

La funcionalidad de la infraestructura no sólo es garantizar la movilidad segura y fluida, sino se trata de un espacio público esencial para las ciudades, cuya concepción y apariencia condiciona en alto grado la imagen de las ciudades. Por lo tanto, las intervenciones de bajo costo deben estar en armonía con la calidad paisajística del espacio urbano.

### 4.8.3 Intervenciones temporales e intermedias

Las intervenciones de ciclo-infraestructura pueden ser realizadas progresivamente y, por tanto, valorar los costos de manera más precisa y, también, repartirlos a lo largo del tiempo. Para ello existen dos opciones complementarias:

- » Intervenciones temporales
- » Intervenciones intermedias

Las intervenciones temporales, tales como las realizadas en los días sin carro o las ciclovías recreativas, permiten ensayar determinadas opciones de gestión de la malla vial y comprobar su funcionalidad e inconvenientes sin comprometer un gasto importante.

Por su parte, se pueden denominar como intervenciones intermedias, las que se realizan con herramientas flexibles y de bajo costo con el propósito de evaluar soluciones de diseño en un lugar específico. Se trata en estos casos de comprobar la efectividad de determinados cambios en la malla vial y conocer la respuesta de la ciudadanía a los mismos. Una vez analizados los resultados, los cambios pueden ir adquiriendo con el paso de los años un carácter más definitivo, aprovechando otras obras de mantenimiento o reforma del ámbito.

Esa es la estrategia aplicada en los últimos años en numerosas ciudades de todo el mundo con las intervenciones apoyadas sobre todo en pequeñas obras, pintura, mobiliario urbano y, sobre todo, nuevos criterios de reordenamiento del espacio vial. El éxito de las intervenciones de Nueva York ha permitido la expansión mundial de esas técnicas que llevaban aplicándose de manera más silenciosa en otros lugares con anterioridad (para conocer varias intervenciones como estas, véase NACTO, 2013).



Foto 60. Intervención de bajo costo en Buenos Aires. Fuente: Subsecretaría de Transporte de la Ciudad de Buenos Aires.



Foto 61. Columbus Circle de Nueva York antes y después de una intervención de bajo costo. Fuente: New York City Department of Transportation.

Al margen de la gran ventaja que supone el ensayo de soluciones con posibilidad de modificarlas de manera sencilla, esta manera de abordar las intervenciones ciclistas y peatonales tiene la virtud de permitir desarrollar procesos participativos. Como se indica en la publicación “Denontzako kaleak. Guía para actuaciones de mejora peatonal y ciclista novedosas y/o de costo reducido” (Sanz, Montes, Kisters, & Bolibar, 2015) presentan las siguientes virtudes con respecto a la participación ciudadana:

### **Liman las reticencias ante el cambio y las novedades**

Pues admiten la corrección y son fácilmente reversibles.

### **Posibilitan que el consenso sea el resultado final de un proceso de prueba y error**

Pues no exigen un consenso inicial completo sobre un proyecto antes de ejecutar los cambios que va a conllevar. El consenso puede ser el resultado final del proceso al que se llega después de ensayar, mejorar y rectificar.

### **Incentivan la participación ciudadana**

El momento de la ejecución no marca el punto final de la participación, sino que, por el contrario, sirve de catalizador de un debate en el que la ciudadanía se siente interpelada. La decisión de rechazar, validar o mejorar la intervención se convierte en una decisión colectiva.

## 4.8.4 Ciclo-infraestructura de bajo costo

La primera y más importante consideración es el espacio sobre el que se quiere ejecutar la ciclo-infraestructura. Lo más conveniente desde el punto de vista económico es aprovechar las vías existentes, adaptándolas o generando un lugar específico para las bicicletas. Para ello, las opciones principales son:

Tabla 45. Obtención de espacio para las vías ciclistas

OPCIÓN	COMENTARIO
Cierre de una vía al tráfico motorizado	Si se realiza en un tramo reducido de una calle, por ejemplo, en una cuadra, puede servir para ordenar la circulación, disuadiendo determinados recorridos y tráficós de paso
Reducción del ancho de los carriles	La dimensión ajustada de los carriles tiene la virtud no solo de permitir dedicar una parte de la calzada a la bicicleta, sino también de moderar la velocidad del tráfico
Reducción del número de carriles	Dedicar uno de los carriles de circulación a la bicicleta contribuye al calmade del tráfico y a la mejora de la interacción de la bicicleta con el resto de los vehículos
Supresión o reducción de la franja de estacionamiento	Mediante el cambio de batería a línea de estacionamiento o la sustitución de ésta por la vía ciclista

De las diferentes modalidades de ciclo-infraestructura, únicamente la ciclorruta, es decir, la vía ciclista segregada físicamente respecto al resto de los modos de desplazamiento, puede tener un costo relativamente elevado. La ciclobanda y las vías ciclo-adaptadas tienen inicialmente un costo muy reducido, pues se trata de intervenciones sobre todo apoyadas en señalización y elementos de canalización del tránsito.

No obstante, incluso en el caso de las ciclorrutas, hay un diferencial de costos elevado entre las diversas opciones de segregación, de ubicación de la vía y de las exigencias complementarias derivadas del lugar, del estado de la vía sobre la que se interviene y de la calidad del proyecto. En la siguiente tabla se presenta un esquema sintético de las opciones de costo, aunque indudablemente no se debe considerar de manera literal, pues los fenómenos son muy diversos y la complejidad de cada proyecto puede ofrecer sorpresas. La Tabla 46 presenta una descripción breve de algunas posibles variaciones de costos.

Tabla 46. Intervenciones de bajo costo

CONCEPTO	COSTO INFERIOR	COSTO SUPERIOR
Segregación	Elementos de protección discontinua	Elementos de protección continua
Ubicación de la vía ciclorruta	Sobre la calzada existente	Fuera de la calzada existente
Sentidos de circulación	Bidireccional	Doble unidireccional (una vía por sentido)
Estado	Pavimento en buen estado y rejillas adecuadas para el tránsito ciclista	Necesidad de repavimentar y con rejillas inseguras para el tránsito ciclista

Además, como se ha mencionado más arriba, el criterio económico no puede ser el único que intervenga en la formulación de la solución, la cual debe responder también a criterios funcionales, ambientales y urbanísticos más amplios. En ese sentido, por ejemplo, las soluciones bidireccionales pueden ser más baratas que las dobles unidireccionales, pero resultar mucho menos idóneas para garantizar la comodidad y la seguridad de las bicicletas.

Como síntesis de lo dicho anteriormente y de algunas opciones de bajo costo descritas a lo largo de esta guía, se ofrece a continuación una tabla de intervenciones donde también se indican las secciones de la guía en las que se describen con mayor profundidad, o en su defecto referencias bibliográficas para consulta adicional.

Tabla 47. Intervenciones de bajo costo

VÍAS O TRAMOS			
TIPOLOGÍA	MODO DE INTERVENCIÓN DE BAJO COSTO	SECCIÓN DE LA GUÍA	REFERENCIAS CON MÁS DETALLES
Ciclorrutas	Obtención de espacio reduciendo el dedicado al conjunto de vehículos. La segregación se realiza mediante elementos fijos como bordillos pegados, macetas, separadores "New Jersey", etc.	Capítulos 2 y 3	(ITDP & I-CE, 2011b; NACTO, 2013)
Ciclobandas	Obtención de espacio reduciendo el dedicado al conjunto de vehículos. Segregación mediante pintura y elementos canalizadores de flujos	Capítulos 2 y 3	(CROW, 2007; Ministerio de Transporte, 2015)
Vías ciclo-adaptadas	Son todas en principio de bajo costo	Capítulo 3	(Haase, 2012; ITDP & I-CE, 2011b; Alfonso Sanz, Martín, Cid, Irasuzta, & Eizaguirre, 2006)
Cierres temporales	Son en principio de bajo costo	Capítulo 5	(OPS et al, 2009)
Mejoras del espacio de circulación ciclista (adaptación de rejillas)	Sustitución o colocación adecuada de rejillas de alcantarillado	NA	(Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015)
Calles cerradas y desviadores de circulación con excepción ciclista	Los cierres ligeros, mediante pilonas o vallas discontinuas, permiten el paso de bicicletas pero impiden el de otros vehículos	NA	(Pettinga et al., 2009)

INTERSECCIONES			
TIPOLOGÍA	MODO DE INTERVENCIÓN DE BAJO COSTO	SECCIÓN DE LA GUÍA	REFERENCIAS CON MÁS DETALLES
Plataformas avanzadas de espera de bicicletas	Pintura ante semáforos	Capítulo 3, sección 3.7.4	(ITDP & I-CE, 2011a; NACTO, 2014)
Demarcación de la trayectoria ciclista	Pintura en lugares de posibles conflictos con modos motorizados (cruces, etc.)	Capítulo 3, sección 3.7	(CROW, 2007; NACTO, 2014; The Technical and Environmental Administration, 2013)
Dispositivos de calmado del tráfico	Pompeyanos, plataformas elevadas, cojines, etc.	Capítulo 4, sección 3	(CROW, 2007; Pettinga et al., 2009; Alfonso Sanz et al., 2006)
	Dispositivos reflectivos en cruces y segregación	Capítulo 4, Sección 4.3.1 (Sólo se menciona que en ocasiones se utiliza en carreteras)	(CROW, 2007; Ministerio de Transporte, 2015)

COMPLEMENTOS			
TIPOLOGÍA	MODO DE INTERVENCIÓN DE BAJO COSTO	SECCIÓN DE LA GUÍA	REFERENCIAS CON MÁS DETALLES
Estacionamientos de bicicleta	Estacionamientos en U invertida	Capítulo 4, Sección 4.8.3	(Pardo et al., 2013)
Señalización informativa	Información al usuario a través de paneles, señales y demarcación	Capítulo 4, sección 4.1	(CROW, 2007; NACTO, 2014; The Technical and Environmental Administration, 2013)



Bici escuela de Medellín. Fuente: AMVA- Felipe Gutiérrez González

CAPÍTULO 5

# Educación y promoción



Foto 62. Ciclovía recreativa de Barranquilla. Fuente: Secretaría de Movilidad de Barranquilla

# 5 Educación y promoción

*“Andar en bicicleta es de las pocas actividades callejeras que aún se pueden concebir como un fin en sí mismo.”*

**VALERIA LUISELLI, “LA VELOCIDAD A VELO” (2010)**

**L**a educación, la promoción y la participación son aspectos interrelacionados del proceso social de creación de condiciones favorables para el uso de la bicicleta y, por consiguiente, deben desarrollarse en paralelo a la creación de ciclo-infraestructura.

La participación, que se presenta en el capítulo 1 de esta guía, se refiere a cualquier proceso que integre a diferentes actores de la sociedad para tomar decisiones relacionadas con la política pública en torno a la bicicleta, y más específicamente en la definición de ciclorredes y sus componentes.

La educación se refiere al proceso mediante el cual la persona adquiere conocimientos, hábitos y criterios para vivir o desplazarse en bicicleta o empleando otros modos de locomoción.

La promoción, por su parte, se refiere al desarrollo de estrategias para generar sensibilización y cambio de comportamiento. En este caso, se refiere a las actividades que sirven para generar un mayor nivel de uso de la bicicleta como modo de transporte cotidiano.

## 5.1 FORMACIÓN VIAL Y EDUCACIÓN PARA LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

En el amplio campo de lo que se denomina educación para una ciudad ciclo-inclusiva, se pueden delimitar dos áreas bien diferentes pero complementarias: la formación vial y la educación para la movilidad sostenible.

La formación vial se refiere a las habilidades y conocimientos para comportarse cuando se circula en las vías, ya sea en el tránsito vehicular o peatonal. Un ejemplo pueden ser el manejo de la bicicleta y el conocimiento de sus regulaciones o, desde la perspectiva de otros vehículos, el respeto a la bicicleta y la comprensión de sus necesidades.

Aunque la bicicleta es un vehículo que no necesita registro, ni su conductor necesita licencia de conducción, sí debe cumplir con las normas de tránsito básicas y, por consiguiente, es fundamental que las personas que pedalean las conozcan. En Colombia, la Ley 1503 de 2011 establece que en los niveles de educación preescolar, básica y media es de enseñanza obligatoria la formación con respecto al “desarrollo de conductas y hábitos seguros en materia de seguridad vial y la formación de criterios para evaluar las distintas consecuencias que para su seguridad integral tienen las situaciones riesgosas a las que se exponen como peatones, pasajeros y conductores” (Congreso de la República de Colombia, 2011).



Foto 63. Iniciativa de educación "Biciescuela" de ChiksBikes. Fuente: Chiksbikes

Por su parte, la educación para la movilidad sostenible aborda el conjunto de conocimientos relacionados con las formas y el contexto en el que se realizan los desplazamientos, así como las interacciones en el espacio público. Es decir, el conocimiento de los aspectos sociales y ambientales de la movilidad, desde la prelación entre modos de desplazarse, hasta los aspectos de la equidad o de la responsabilidad con relación a los grandes retos de las ciudades: ocupación del territorio, consumo de energía, contaminación atmosférica, ruido o emisión de gases de efecto invernadero.

Obviamente, la formación vial y la educación para la movilidad sostenible deben ser facetas de una misma estrategia ciclo-inclusiva que integre los aspectos cognitivos o de conocimiento y los aspectos relativos al comportamiento. Hay que advertir, además, que cuando se habla de educación no debe circunscribirse a la formalizada e institucional, sino también a la que se genera en la interacción social y familiar, de manera informal. La prelación entre medios de desplazamiento, indicada a lo largo de esta guía, también se debe expresar en la formación vial.



Figura 112. Conocimiento de necesidades y normas

La infancia es una etapa clave en la conformación de los hábitos de desplazamientos y, por tanto, un ámbito prioritario tanto para la formación vial como para la educación en la movilidad sostenible. El Ministerio de Educación exige la formación vial de manera sistemática en los niveles de educación preescolar, básica primaria y básica secundaria para generar hábitos y comportamientos seguros en la vía y mejorar la capacidad de analizar el riesgo potencial de determinadas conductas (Artículo 10 de la Ley 1503 del 2011). En ese contexto, es necesario integrar adecuadamente a la bicicleta.

En un escenario ideal, y de manera complementaria a los elementos de formación en el lenguaje y las normas circulatorias, la escuela debería permitir también la formación práctica y operativa de la bicicleta que posibilite a los estudiantes desarrollar las destrezas básicas que implica la conducción de este vehículo. Estas destrezas lograrían encontrar en el ámbito escolar un punto de aprendizaje y difusión de conocimientos sobre el modo de utilización de la ciclo-infraestructura, la importancia de su uso, las precauciones que debe adoptar el ciclo-usuario para usarla y el respeto en la confluencia con los demás actores, especialmente los peatones.

En el escenario actual de las ciudades colombianas, la mayoría de las jornadas escolares siguen siendo de medio día. Aunque eso dificulta en gran medida la posibilidad de destinar una parte del tiempo educativo al aprendizaje de la bicicleta, es posible lograr acuerdos con las instituciones educativas, que hoy en día reconocen los beneficios en el uso de la misma. Así, incorporar la bicicleta y su uso a la educación escolar, no solo a partir de la recreación de los estudiantes, sino además como estrategia pedagógica y de desplazamiento real de los estudiantes, permite fortalecer su rol en el desarrollo educativo y contar con un espacio propio de aprendizaje, que no necesariamente se desenvuelve al interior de las aulas.

Un gran porcentaje de estudiantes se desplazan a pie hasta las instituciones educativas públicas, y ese factor hoy en día es determinante en el grado de deserción por cuanto en algunos casos se convierte en una barrera para acceder al servicio educativo. Una parte de la deserción es por distancias largas que se recorren a pie y podrían ser recorridas en bicicleta: “el 70% de los niños que desertan se desplazaban a pie hasta sus instituciones educativas mientras que el 24% de los niños y jóvenes que dejaron de estudiar, lo hicieron porque no les gusta estudiar (15%) o por desmotivación, pereza o cansancio (9%)” (Unicef, 2012). Por ello, la bicicleta podría funcionar como una herramienta propicia para reducir la deserción escolar ya que los estudiantes que utilizan la bicicleta de manera constante les es más fácil llegar al colegio.

Dentro de la jornada escolar existe un componente formativo de educación física que permite a los estudiantes adquirir conocimiento y habilidades en el desarrollo motor. Sin embargo, aunque este componente incluye diferentes actividades y no puede concentrarse en el aprendizaje específico de la bicicleta, sí podría facilitar una primera aproximación de los estudiantes al vehículo. Actualmente, ciudades como Bogotá han puesto en marcha programas específicos para integrar a la bicicleta en el entorno escolar. Para ello, cuentan con un equipo de pedagogos que están permanentemente en los colegios y que específicamente se concentran en el desarrollo de habilidades para la utilización de la bicicleta. En el caso de Bogotá, este programa se denomina “Al Colegio en Bici” y forma parte de la oferta de Transporte Escolar de la Alcaldía.

El elevado número de estudiantes que participan en este tipo de proyectos permite dimensionar el potencial que tienen para involucrar a la bicicleta como parte de su aprendizaje, no solo motor sino social y ambiental en la interacción con el entorno y con los demás, y bajo principios ambientales que les permitan tener una idea de la realidad sobre la cual intervienen de manera positiva usando la bicicleta.

Hay que advertir, en cualquier caso, que las tareas de formación y educación vial no deben limitarse a ese periodo inicial de la vida de las personas, sino que se deben extender a todas las edades. Téngase en cuenta, por ejemplo, que la novedad que puede suponer la incorporación de más bicicletas y de nuevas modalidades de ciclo-infraestructura en las vías urbanas debe ser comprensible y respetada por todas las personas, sean ciclistas, peatones o conductores de vehículos motorizados.

Igualmente, es necesario hacer énfasis en la importancia que tiene la infraestructura para fomentar el uso de la bicicleta. Según el informe de Unicef antes mencionado, la probabilidad de que aumente la deserción escolar parece aumentar cuando existe baja calidad de la infraestructura (Unicef, 2012). Si se relaciona esto con el uso de la bicicleta, es claro que, además de generar condiciones de aprendizaje propicias dentro del aula escolar, el elemento práctico que da el entorno y el sentido de realidad es clave para integrar a la bicicleta en el entorno escolar.



Foto 64. Elementos de promoción utilizado para enseñar normas de tránsito en Chía y para usar bicicleta en Palmira.  
Fuentes: Secretaría de Tránsito de Chía, Palmira Vamos en Bici.

### 5.1.1 Educación y riesgo en el uso de la bicicleta

Una paradoja de la ciclo-infraestructura es que, a pesar de que ofrece en apariencia una mayor seguridad a las personas que utilizan la bicicleta, no las exime completamente de riesgos. Simplificando, se puede decir que, en las vías adaptadas o exclusivas para bicicletas, la persona que pedalea lo hace de manera más relajada que como lo haría en una vía convencional, reduciendo su percepción del riesgo y, por tanto, compensando en parte la mayor seguridad que ofrece la ciclo-infraestructura.

Sin embargo, la mayor parte de las ciclorredes tienen en las intersecciones puntos de contacto con los vehículos motorizados en los que es necesario modificar el comportamiento y elevar la atención al entorno, de manera que no se produzcan en esos puntos siniestros derivados de la relajación de la atención en los tramos previos.

La ciclo-infraestructura debe contribuir a ese ejercicio de modulación de la percepción de riesgo a lo largo de sus tramos y cruces, pero también deben aportar en este sentido los procesos de educación, promoción y participación.

En el ámbito de la educación y la formación vial, es importante evitar que se alimente la imagen de las ciclorredes como garantía total frente a los siniestros y que, en consecuencia, allí donde existen se puedan elevar considerablemente las actitudes de riesgo y el incumplimiento de las normas viales.

### 5.1.2 Educación para el respeto hacia las bicicletas

El conocimiento de las características y riesgos de la movilidad en bicicleta es también fundamental por parte de los demás actores de la vía pues, como se ha indicado, estos no solo interactúan con las bicicletas en las vías convencionales o en las ciclo-adaptadas, sino que también comparten espacio con ellas en las intersecciones y otros puntos de las vías exclusivas. En ese sentido, la educación y formación vial de las personas que conducen otros vehículos deben incidir en los elementos de mayor riesgo para la bicicleta según el tipo de vehículo.



Foto 65. Hay lugares y momentos de interacción de alto riesgo en las vías colombianas

#### 5.1.2.1 VEHÍCULOS PESADOS DE CARGA

Estos vehículos tienen puntos ciegos considerables en los que las personas que conducen no perciben la presencia de otros usuarios de la vía, especialmente si son poco voluminosos como los ciclistas. Igualmente, a velocidades altas pueden generar un fenómeno de succión de la persona que pedalea al circular junto a ella (en adelantamiento o cruce), pudiendo hacer que pierda el control de la bicicleta.

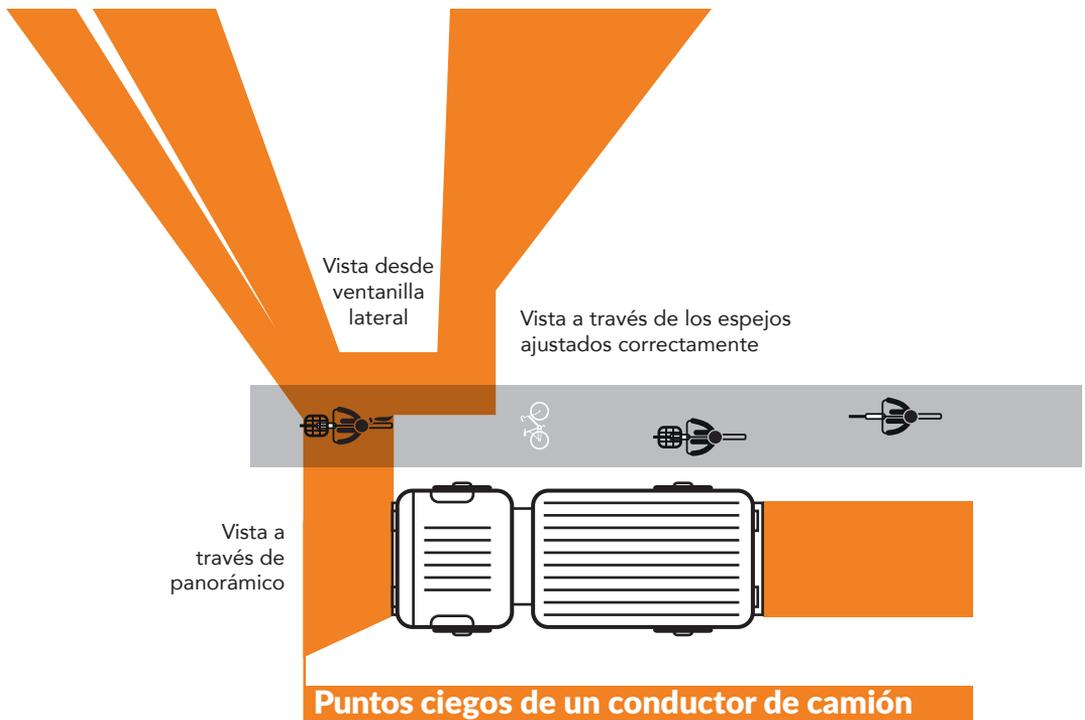


Figura 113. Puntos ciegos de un camión, adaptado según Eriksson (2015)

### 5.1.2.2 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Se trata igualmente de vehículos pesados de gran longitud y, por tanto, las personas que los conducen han de tener en cuenta que también tienen áreas ciegas o sin visibilidad de las bicicletas, debiendo extremar las precauciones cuando maniobran para aproximarse a los paraderos.

### 5.1.2.3 AUTOMÓVILES

La visibilidad mejora en estos vehículos respecto a los pesados, pero las personas que los conducen no son profesionales y, por tanto, tienen en principio menos formación y están menos preparados para hacer frente a situaciones de riesgo. Los cambios de carril y los giros a la derechas son las maniobras más conflictivas en relación con los ciclistas.

### 5.1.2.3 TAXIS

Los aspectos más conflictivos de la relación de las bicicletas con los taxis son muy similares a los de los automóviles en general y tienen que ver con las operaciones de búsqueda, bajada y subida de clientes, maniobras y apertura de puertas. Sin embargo, el comportamiento de los taxistas puede ser más imprevisible y agresivo ya que están continuamente compitiendo por el cliente y atendiendo sus demandas.

### 5.1.2.4 MOTOCICLETAS

Según el Código de Tránsito actual de Colombia, las motocicletas y las bicicletas deben compartir el mismo espacio en la vía a menos de un metro del andén (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002), por lo cual los conflictos entre estos dos vehículos son mayores cuando no hay infraestructura segregada.

### 5.1.2.5 VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS CON MOTOR (BAJO CILINDRAJE/POTENCIA)

Los avances tecnológicos y las nuevas necesidades de desplazamiento han propiciado la aparición de vehículos de dos ruedas con motores de combustión interna y eléctricos (comúnmente llamados ciclomotores y bicicletas eléctricas). Estos vehículos tienen la capacidad de impulsar el movimiento o de ayudar al pedaleo hasta alcanzar una determinada velocidad. Estos vehículos no se encuentran totalmente normalizados y su tránsito requiere ser definido explícitamente. Por esto, el Ministerio de Transporte está desarrollando la reglamentación adecuada para su circulación en condiciones seguras y equitativas. Es pertinente recordar la definición de motocicleta contenidas en el Código Nacional de Tránsito:

*Motocicleta: Vehículo automotor de dos ruedas en línea, con capacidad para el conductor y un acompañante. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2002 art. 2)*

Un factor de riesgo clave en la interacción de los vehículos motorizados con la bicicleta es la distancia de adelantamiento y sus consecuencias para la seguridad de la persona que pedalea. Aunque no está regulada en Colombia la distancia mínima de adelantamiento de las bicicletas, sí es conveniente formar a las personas que conducen para que respeten unos mínimos que, para velocidades superiores a 50 km/h, deben superar 1,5 metros.



Figura 114. Indicación de espacio entre automóvil y bicicleta para vías de velocidad superior a 50 km/h

Hay que recordar, por último, la conveniencia de que todo ese tipo de formación de personas que conducen otros vehículos tenga una faceta práctica, es decir, que puedan comprobar los requerimientos de la bicicleta en directo, pedaleando junto a los vehículos que luego van a conducir. El mejor camino a la empatía con las personas que circulan en bicicleta es haber estado percibiendo sus dificultades en directo.

### 5.1.3 Ejemplos de iniciativas exitosas de educación

Existen muchas iniciativas exitosas de educación en el mundo. Aquí se presentan unas que son relevantes para el caso de Colombia. A continuación se presentan resúmenes de estas iniciativas y referencias para encontrar mayor información.

#### 5.1.3.1 AL COLEGIO EN BICI

El proyecto “Al Colegio en Bici” de Bogotá es una iniciativa que surgió como resultado de un proceso interinstitucional entre la Secretaría de Movilidad, el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) y la Secretaría de Educación (que lo lidera hoy). El objetivo de la iniciativa es vincular a la bicicleta como herramienta pedagógica y como parte de la oferta de movilidad para los estudiantes de colegios distritales en Bogotá atendiendo a la población escolar a partir de criterios como longitud del viaje, cercanía a la red existente, nivel formativo, nivel de cobertura y localización geográfica. Hay un equipo de guías (cuatro por cada ruta) que aseguran su debido funcionamiento y hacen acompañamiento a la operación de vía diaria, desde el punto de encuentro que establece cada ruta de manera particular hasta las instituciones educativas.



Foto 66. Estudiantes del programa “Al Colegio en Bici”. Fuente: Secretaría Distrital de Educación de Bogotá.

#### 5.1.3.2 BICIESCUELA MEDELLÍN

Por su parte, en el 2015, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá implementó una estrategia de promoción de la bicicleta en la ciudad de Medellín llamada Ciclo-Escuela PURA VIDA para los niños de la ciudad. La actividad se realizó durante dos días en los que participaron 500 niños que, mediante el juego, desarrollaron habilidades motrices y de comprensión de la bicicleta en un contexto urbano. El aprendizaje se realizó a partir de actividades dinámicas en las que los niños “aprendieron de manera inconsciente a bajar y subir de la bicicleta, conducir en línea recta, esquivar obstáculos, conducir la bicicleta con una sola mano, entre otras habilidades” (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2015). Para esto, se les pedía a los niños alcanzar otros logros diferentes a montar bicicleta únicamente. Por ejemplo, para desarrollar la habilidad de conducir la bicicleta con una sola mano, se les solicitaba a los niños que explotaran



Foto 67. Bici escuela de Medellín. Fuente: AMVA- Felipe Gutiérrez-González

burbujas de jabón que estaban cerca de ellos. De esta forma, los niños se concentraban en alcanzar otros logros y aprendían inconscientemente diferentes habilidades ciclísticas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2015). AMVA realizó también un Evento de CicloJuegos inspirado por el entrenamiento de uso de bicicleta en jardines infantiles daneses, donde los niños de 3-6 años aprenden de la felicidad de montar en bicicleta. La lógica de estos ejercicios ha sido que la bicicleta hace parte de un juego y se planta una semilla para desarrollar la cultura del ciclismo.

#### 5.1.3.3 JUEGO DE ROLES CON TAXISTAS

La Secretaría de Movilidad de Bogotá realizó una campaña de educación para los conductores de taxi en la ciudad de Bogotá. La actividad consistió en generar consciencia en los conductores sobre la situación que experimentan los ciclistas al transportarse por la ciudad. Los participantes fueron los taxistas con mayores comparendos y se les solicitó que se transportaran por un tramo de la ciudad en bicicleta. Esto permitió que los conductores entendieran las problemáticas que presencian los ciclistas en la ciudad y se espera que sean más tolerantes y respetuosos con los mismos. “El objetivo de la actividad es generar un espacio en el que los conductores de servicio público individual experimenten el rol de los ciclistas en la vía de tal forma que puedan vivir las diferentes situaciones que afrontan estos actores viales en la ciudad, procurando inculcar un cambio comportamental con el fin de comenzar a armonizar la convivencia en la vía entre los diferentes actores.” (Secretaría Distrital de Movilidad, 2015).

#### 5.1.3.4 JUEGO DE ROLES – CONDUCTORES DE BUS Y CICLISTAS

La Secretaría de Movilidad de Bogotá generó una campaña de educación para los ciclistas de la ciudad sobre la experiencia que tienen los conductores del SITP y viceversa. En la campaña participaron 20 operadores de Consorcio Express y 10 ciclistas urbanos. Por un lado, los ciclistas tuvieron la oportunidad de utilizar el simulador en el cual se preparan los operadores; el objetivo era evaluar la destreza en la conducción de los tipos de vehículos que se usan en la troncal de Transmilenio montando a los ciclistas en un simulador de un bus SITP para que se concienticen sobre las experiencias que viven los conductores (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2015). De igual forma, los conductores de buses SITP fueron expuestos a la realidad del ciclista urbano a partir de un recorrido en bicicleta, realizado con el fin de sensibilizarlos y concientizarlos sobre el respeto que le deben tener a los ciclistas.



Foto 68. Usuario de bicicleta en simulador de SITP. Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad

#### 5.1.3.5 CARRERA DE MODOS

Es una competencia entre las diferentes formas de desplazarse en la ciudad, en la que se trata de comprobar cuál es la más eficiente en términos de rapidez, consumo energético, costo y emisiones en un determinado recorrido. La bicicleta ha sido casi siempre la ganadora de estas pruebas. Estas carreras han tenido lugar desde el año 2009 en diferentes ciudades del mundo como Sao Paulo, Nueva York, Santiago, Bogotá, Pasto, entre otras. En el caso de Bogotá, ha contado con varias versiones lideradas por la Universidad de los Andes, Despacio e ITDP. La distancia de cada carrera está relacionada con la distancia promedio de un viaje común de cada ciudad: por ejemplo, en Bogotá la distancia promedio es de 8 km y las carreras que han tomado lugar en esa ciudad han sido de esa magnitud.

Con independencia de la distancia de la carrera (entre 5 y 10 km), la bicicleta resultó ganadora incluso frente a la motocicleta. Cada medio de transporte debe actuar de manera normal, sin correr o acelerar de más. Los vehículos como la motocicleta o el carro particular, deben salir de un lugar de parqueo permitido y llegar a un lugar de parqueo permitido. Cuando se analizan las demás variables de estudio como los costos, emisiones y velocidad, la bicicleta también es la protagonista. Por medio de estos ejercicios se ha logrado demostrar que la bicicleta es el medio más efectivo y eficaz en diferentes ciudades del mundo, utilizando diferentes variables dentro de los recorridos como por ejemplo, incluir viajes multimodales, diferentes distancias, hacerlo en horas pico de la mañana y de la tarde.



Foto 69. Artículo de periódico resaltando la carrera de modos.  
Fuente: El Tiempo ("La bicicleta le ganó al TransMilenio en Bogotá," 2009)

## 5.2 PROMOCIÓN DEL USO DE LA BICICLETA

Los procesos de promoción de la bicicleta tienen una abundante literatura específica que no es cuestión de resumir ni replicar en este documento. Lo que sí es importante aquí es establecer los vínculos entre las estrategias de promoción y la ciclo-infraestructura. Para ello se sintetizan algunas claves de las estrategias de promoción y se aportan unas cuantas iniciativas de interés para ese enlace con la ciclo-infraestructura. Hay varios documentos que describen el tema en más detalle, por lo que se dirige al lector a ellos para mayor información (Bicycle Federation of America, 1999; Pardo, 2006, 2012; UNEP RISOE Center & Solutiva Consultores, 2009).

### 5.2.1 Objetivos y personas a las que va dirigida la promoción

Una primera reflexión necesaria para vincular la ciclo-infraestructura con la promoción de la bicicleta es la relativa a los objetivos perseguidos con ambas herramientas que se podrían resumir en los tres siguientes:

- » Generar una mayor frecuencia del uso de la bicicleta para quienes la emplean con frecuencia baja
- » Generar uso de la bicicleta como modo de transporte para quienes ya la utilizan como vehículo para la recreación y/o el deporte
- » Generar un cambio modal hacia la bicicleta de parte de quienes utilizan modos de transporte motorizados.

Como se puede comprobar, la ciclo-infraestructura puede contribuir a cada uno de esos objetivos que están definidos pensando en un colectivo de personas en particular. La ciclo-infraestructura puede respaldar así la promoción de la bicicleta en los tres casos, haciendo más seguro, cómodo y conveniente el desplazamiento.

## 5.2.2 La ciclo-infraestructura en el cambio de comportamiento

Una precisión importante en el desarrollo de la promoción del uso de la bicicleta es que cambiar la actitud y el conocimiento hacia este medio de transporte es una condición necesaria pero no suficiente: es también indispensable cambiar el comportamiento para que la transformación sea relevante. La literatura sobre cambio de actitudes y comportamiento ha identificado este fenómeno en el que una persona ha modificado su actitud, pero aún no ha cambiado de comportamiento; desde ese punto de partida se han desarrollado varios modelos que pueden ser útiles a efectos de vincular correctamente la ciclo-infraestructura con la promoción de la bicicleta. Uno de ellos es el descrito en la figura 115, donde se pueden observar cinco etapas del cambio hacia el uso cotidiano de la bicicleta.

### 5.2.2.1 ETAPAS DE CAMBIO



Figura 115. Las etapas de cambio de Prochaska et al. adaptadas a a la promoción de la bicicleta. Fuente: Pardo (2006)

En todas esas etapas la ciclo-infraestructura puede adquirir un papel relevante en combinación con las medidas promocionales. En particular, se pueden indicar algunos efectos potenciales de dicha combinación en las diferentes etapas de este modelo.

**Precontemplación:** la persona no considera relevante el cambio hacia la bicicleta o ni siquiera la considera como opción de transporte. Las ciclorredes ofrecen la oportunidad de generar una imagen pública diferente de un modo de transporte.

**Contemplación:** la persona percibe la bicicleta como un posible modo de transporte, pero no ha cambiado su modo de desplazamiento ni piensa hacerlo aún. En esta etapa ya comienza un cambio de actitud que puede ser potenciado conforme la infraestructura mejora la visibilidad de la bicicleta.

**Preparación:** la persona sí se interesa por utilizar la bicicleta como modo de transporte y está más informado sobre sus características y sobre la ciclo-infraestructura que le puede facilitar el uso. En esta etapa ya hay un cambio de actitud pero no de comportamiento.

**Acción:** la persona ha utilizado en alguna ocasión (o algunas ocasiones) la bicicleta como modo de transporte para algunos viajes y ha podido comprobar a través de las ciclovías o de la ciclo-infraestructura cómo algunas dificultades no son tan decisivas para sus desplazamientos. Aquí hay un cambio de actitud significativo y comienza el cambio de comportamiento.

**Constancia:** la persona utiliza la bicicleta como modo de transporte para la mayoría de sus viajes; la ciclo-infraestructura le facilita los desplazamientos y refuerza las ventajas de su uso. En esta etapa ya hay un cambio de actitud y de comportamiento.

Hay que advertir, en cualquier caso, que en las ciudades colombianas hay un conjunto de personas que utilizan la bicicleta a pesar de no tener una actitud positiva hacia ella y lo hacen por obligación (estas serían personas en etapa de precontemplación), por no tener capacidad adquisitiva para viajar en transporte público o medios motorizados privados.

Por consiguiente, las estrategias de promoción deben tener muy claro en qué etapa de cambio está una población (o un segmento de la misma) para generar una campaña efectiva que los jalone progresivamente hacia el uso de la bicicleta.

### 5.2.3 Estrategias de promoción y ciclo-infraestructura

La denominada “teoría de las actitudes” (Maio, 2010) describe tres componentes o canales principales de la actitud de las personas que han de ser atendidos por cualquier estrategia de promoción de la bicicleta:

- » El canal racional. Es el que contiene información y “datos duros” sobre transporte. Es lo que se diría que se conserva en el “hemisferio izquierdo” del cerebro (Kandel & Schwartz, 2013) y que da un fundamento racional a un posible cambio de comportamiento.
- » El canal afectivo. Se refiere a todo lo que contiene información de carácter emocional y que puede ser utilizado para persuadir en relación a cambios que afectan la actitud y, también, el comportamiento). Es lo que se utiliza generalmente en las campañas de promoción en las que se presentan imágenes persuasivas que no necesariamente tienen contenido “racional” o informativo.
- » El canal motor. Es todo lo que implique acciones concretas, específicamente la utilización de la bicicleta en el caso que se describe aquí. Se materializa en ciclopaseos o actividades para usar la bicicleta como modo de transporte.

Las ciclorredes pueden contribuir a alimentar esos tres canales de aproximación al cambio de actitud ofreciendo “datos” sobre la conveniencia de utilizarlas para los desplazamientos; “emociones” de identificación y de emulación; y “experiencias” de uso.



Figura 116. Vinculación de los conceptos clave de la promoción con la implantación de las ciclorredes

### 5.2.3.1 BICICLETA AL TRABAJO

La movilidad al trabajo supone una parte muy importante del conjunto de desplazamientos que se realizan cotidianamente en las ciudades de forma recurrente. Por este motivo, incentivar el uso de la bicicleta para desplazarse al trabajo debe ser un objetivo destacado en las políticas de promoción de la bicicleta. Por ejemplo, el programa Confa En Bici de Manizales con el acompañamiento del colectivo ciudadano VamosEnBici.org, pretende incentivar la utilización de la bicicleta entre los colaboradores de la organización a través de la habilitación de infraestructura, estrategias de promoción, capacitación, seguimiento y control. Confa ha realizado diferentes acciones para promover el uso de la bici, instaló bici-parqueaderos en dos sedes. Los colaboradores inscritos en el programa Confa en Bici hacen parte de capacitaciones en seguridad vial, beneficios de la bici y otros temas de interés para ellos.

### 5.2.3.2 PACTO POR LA MOVILIDAD – BARRANQUILLA

La Asociación de Biciusuarios del Atlántico, "BICI ATLANTICO", firmó un pacto con la Alcaldía de Barranquilla y la Gobernación del Departamento de Atlántico para mejorar la situación de la movilidad a partir del transporte sostenible. El pacto fue iniciativa de BICI ATLANTICO quienes también convocaron a otros ciclo-usuarios, entidades ecologistas, gremios y administraciones entre otros (Char, Verano, & Hernandez, 2015).

El pacto presenta la promoción y educación del uso de la bicicleta como medio de transporte teniendo en cuenta "el incremento de kilómetros de ciclorruta, bici carriles y ciclo parqueaderos en la ciudad". Del mismo modo, propone mejorar la cultura vial para reducir la siniestralidad y la eficiencia del ordenamiento del territorio para reducir la congestión. El pacto apuesta por una movilidad equitativa a partir del respeto entre los usuarios de los diferentes modos de transporte.

### 5.2.3.3 CICLOVÍA RECREATIVA

La ciclo vía recreativa es uno de los íconos de la promoción del uso de la bicicleta en Colombia y ha demostrado su efectividad en términos de beneficios para la salud, costo-beneficio e impactos generales para la sociedad (Gomez et al., 2015; Sarmiento & Behrentz, 2008). Tiene versiones que varían según su frecuencia, expansión, entidades a cargo y ambición (CRA, 2014). En Bogotá, nació desde la ciudadanía y ha ido creciendo durante los últimos cuarenta años, convirtiéndose en un referente para varias ciudades colombianas que han hecho versiones propias de este evento. El 11 de diciembre de 1974 más de 5.000 ciclistas salieron a las calles de Bogotá a pedir más espacio para las bicicletas, lo que llevó a que el entonces alcalde, Luis Prieto Ocampo, decretara su creación (Alcaldía Mayor de Bogotá, 1975). Desde entonces ha pasado por diferentes etapas, creciendo hasta llegar a 121 km los días domingos y festivos (El Tiempo, 2014; Instituto Distrital de Recreación y Deporte, 2014). La esencia es cerrar en unas horas determinadas el espacio que normalmente usan los automóviles y devolvérselo a las personas, de manera que se sientan seguras de salir en familia, a caminar, trotar, ir en patines o en bicicleta.

Aunque tiene un enfoque principalmente deportivo y recreativo, la ciclo vía ha permitido promover una cultura alrededor de la bicicleta como medio de transporte cotidiano. Además, facilita que quienes comienzan a montar en bicicleta puedan practicar sus viajes en un entorno más seguro y, de esta forma, mejorar sus habilidades ciclistas y romper los mapas mentales que sobrestiman las distancias urbanas. En general, la ciclo vía recreativa es una intervención temporal y de bajo costo que logra generar un espacio ciclo-inclusivo. Cuando se implementa bien, cumple con los cinco requisitos de infraestructura ciclo-inclusiva y es un ejemplo a seguir en términos de planeación participativa, promoción de transporte sostenible, intervención efectiva y grandes impactos.



Foto 70. Ciclovía recreativa dominical de Bogotá

# HÅNDBOG I CYKELTRAFIK

EN SAMLING AF DE DANSKE VEJREGLER PÅ CYKELOMRADET



Design manual for bicycle traffic

CROW-record 25

ciclociudades	EDUCACIÓN Y PROMOCIÓN	V
ciclociudades	INTERMODALIDAD	VI
ciclociudades	INFRAESTRUCTURA	VII
ciclociudades	RED DE MOVILIDAD EN BICICLETA	VIII
ciclociudades	PROGRAMA DE MOVILIDAD EN BICICLETA	IX
ciclociudades	LA MOVILIDAD EN BICICLETA COMO POLÍTICA PÚBLICA	X

## Urban Street Design Guide

### Ciclistas y ciclismo alrededor del mundo

Creando ciudades vivibles y bicicleteables

Plan 2002-2012

Ride your bike!

The Dutch Bicycle Master Plan

EGSV

## Urban Bikeway Design Guide

### Cyclists & Cycling Around the World

Creating Liveable & Bikeable Cities

Manual de Planejamento Cicloviário

De

CAPÍTULO 6

# Referencias



# Referencias

“Se me ocurrió la teoría de la relatividad cuando andaba en bicicleta”

**ALBERT EINSTEIN (1933)**

**E**sta sección presenta las referencias que han sido mencionadas dentro de la guía. En los anexos se presentan dos listas más: una que presenta las fichas de resumen de los manuales que se consultaron para la elaboración de esta guía, y otra es una lista de referencias recomendadas sobre temas relevantes (que no necesariamente han sido mencionadas en la guía).

Acevedo, J., Bocarejo, J. ., Lleras, G., Ospina, G., Rodríguez, A., & Echeverry, J. (2010). *El transporte como soporte al desarrollo de Colombia. Una visión al 2040*. (Uniandes, Ed.) (Primera ed). Bogotá: Universidad de los Andes.

Acuerdo 48 de 2014 “Por medio del cual se revisa y ajusta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín” (2014).

Agence Française de Développement, & Soumerou, V. (2010). *Quien paga qué en materia de Transporte urbanos?. Guía de buenas prácticas*. Quercy: CODATU.

Alcaldía de Medellín. (2013). *Manual del ciclista urbano*. Medellín.

Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 566 de 1975 (1975). Colombia.

Alcaldía Mayor de Bogotá, & Instituto de Desarrollo Urbano. (1998). *Plan Maestro de Ciclorrutas. Manual de diseño*. Bogota: Consorcio Projekta Ltda. Interdiseños Ltda. Recuperado de <https://movilidadurbana.files.wordpress.com/2007/10/manual-de-diseno-de-ciclorutas.pdf>

AMVA. (2015). EnCicla- información. Recuperado de <http://www.metropol.gov.co/Movilidad/Pages/EnCicla.aspx>

Anaya, E., & Castro, A. (2011). *Balance General de la Bicicleta Pública en España*. Recuperado de <https://bicicletapublica.files.wordpress.com/2013/03/balance-general-de-la-bp-en-espac3b1a.pdf>

Andersen, T., Bredal, F., Weinreich, M., Jensen, N., Riisgaard-Dam, M., & Nielsen, M. (2012). *Collection of cycle concepts*. Holstebro, Dinamarca. Recuperado de <http://www.cycling-embassy.dk/wp-content/uploads/2013/12/Collection-of-Cycle-Concepts-2012.pdf>

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2015). *Ciclo-Escuela PURA VIDA*. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Elejalde López, H. D., & Martínez Ruiz, J. E. (2015). *Plan Maestro Metropolitano de la Bicicleta 2030*. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Recuperado de <http://encicla.gov.co/noticias/plan-maestro-metropolitano-de-la-bicicleta-2030/>

- Arnstein, S. R. (1969). A Ladder of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, **35**(4), 216–224.
- Arteaga, I., Roa, F., Pedraza, L. M., & Villalba, M. F. (2011). *Bicitaxis: Nuevo transporte informal en Bogotá*. Bogotá.
- Augé, M. (2009). *Elogio de la bicicleta*. (GEDISA, Ed.). Barcelona, España.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2013). *Guía Práctica: políticas de estacionamientos y reducción de congestión en América Latina*. (Espacio & ITDP, Eds.). Washington: BID. Recuperado de <http://publications.iadb.org/handle/11319/3577?locale-attribute=es>
- Bartmann, A., Spijkers, W., & Hess, M. (1991). Street environment, driving speed and field of vision. *VISION IN VEHICLES--III/EDITED BY AG GALE; CO-EDITED BY ID BROWN... ET AL.--*.
- Bautz, N. (2011). *Planning for Cycling in Germany : Cycling Coordinators and Offices*. Bonn, Alemania.
- Bicycle Federation of America. (1999). *Guide to bicycle advocacy*. Washington: Bikes Belong Coalition.
- Bogotá Como Vamos. (2014). *Resultados de la Encuesta de Percepción Bogotá Cómo Vamos 2014*. Bogotá.
- Cadena, C. (2015). El dilema Palacé. Retrieved November 1, 2015, from <http://www.elmundo.com/portal/resultados/detalles/?idx=253091&idprevia=1>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2014). *Resultados encuesta de percepción sobre las condiciones, calidad y servicio a los usuarios del Transmilenio, SITP y TPC*. Bogotá.
- CCB. (2015). *Resultados encuesta de percepción a los usuarios sobre las condiciones, calidad y servicio del TransMilenio, SITP y TPC - 2014*. Bogota.
- Celis Consult. (2014). *Handbog I Cykeltrafik*. Arhus: Celis Consult.
- Celis, P., & Bolling-Ladegaard, E. (2008). *Bicycle parking manual*. (P. Celis, Ed.). Copenhagen: The Danish Cyclist Federation.
- Char, A., Verano, E., & Hernandez, F. (2015). *PACTO POR LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN BARRANQUILLA Y EN EL ATLANTICO*.
- Congreso de Colombia. LEY 1083 DE JULIO 31 DE 2006: Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones. (2006).
- Congreso de la República de Colombia. Ley 1239 de 2008 por la que se modifican los artículos 106 y 107 de la Ley 769 del Código Nacional de Tránsito (2008). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31604>
- Congreso de la República de Colombia. LEY 1503 DE 2011: Por la cual se promueve la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguros en la vía y se dictan otras disposiciones (2011).

- Constitución Política de Colombia (1991). Recuperado de [http://www.procuraduria.gov.co/guiamp/media/file/Macroproceso Disciplinario/Constitucion\\_Politica\\_de\\_Colombia.htm](http://www.procuraduria.gov.co/guiamp/media/file/Macroproceso_Disciplinario/Constitucion_Politica_de_Colombia.htm)
- Cortázar, J. (1962). *Historias de cronopios y de famas*. (ALFAGUARA, Ed.).
- CRA. (2014). Ciclovías Recreativas de las Américas. Recuperado de <http://www.cicloviasrecreativas.org/>
- CROW. (2007). *Design manual for bicycle traffic*. Ede, Países Bajos: CROW.
- Dalkmann, H., & Brannigan, C. (2007). *Transporte y Cambio Climático*. (GIZ, Ed.). Eschborn, Alemania: GIZ. Recuperado de <http://www.sutp.org/documents/Modules/5e/5e-TCC-ES.pdf>
- Decreto 1504 de 1998: Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial. (1998). Recuperado de <https://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://4bf625308434d0c6ffc715b0cb6d7f>
- Departamento Nacional de Planeación. (2002). *Documento CONPES 3167: Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros*. Recuperado de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios Economicos/191.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios_Economicos/191.pdf)
- Dhingra & Kodukula, S., C. (2010). *Public bicycle schemes: Applying the concept in developing cities*. (GTZ, Ed.).
- DNP. (2015). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018*. Bogotá. Recuperado de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Bases PND 2014-2018F.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Bases_PND_2014-2018F.pdf)
- El Tiempo. (2014). La ciclovía, una conquista de 40 años. *El Tiempo*. Bogotá. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/bogota/40-anos-de-la-ciclovia-en-bogota-informe/14971356>
- El Tiempo. (1987, Julio 15). Página 2-B. El Tiempo, p. 2-B. Bogotá.
- Eriksson, A. (2015). Seguridad en el Tráfico y percepción de seguridad – Cómo ir en bicicleta y sobrevivir. In *Ciclistas y ciclismo alrededor del mundo – Creando ciudades vivibles y bicicleteables*.
- Federal Ministry of Transport. (2012). National Cycling Plan 2020. Joining forces to evolve cycling. Berlin. Recuperado de <http://edoc.difu.de/edoc.php?id=1u032rd6>.
- Ferrando, H., Anaya, E., González, D., & Sterbova, E. (2009). *Manual de aparcamientos de bicicletas*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Recuperado de <http://www.scribd.com/doc/235837731/Manual-de-Aparcamientos-de-Bicicletas-Del-IDAE>
- Forester, J. (1993). *Effective Cycling*. MIT Press. Recuperado de <https://books.google.fr/books?id=0n2t7P1v2M8C>
- Fortuijn, B.(2003) Pedestrian and Bicycle-Friendly Roundabouts, Dilemma of Comfort and Safety, Delft University of Technology. Recuperado de <http://www.mnt.ee/failid/SlowTrRoundb.pdf>

- Gauthier, A., Hughes, C., Kost, C., Li, S., Linke, C., Lotshaw, S., ... Treviño, X. (2014). ***The Bike-Share Planning Guide***. New York: Institute for Transportation and Development Policy. Recuperado de <https://go.itdp.org/display/live/The+Bike-Share+Planning+Guide>
- Gehl, J. (2010). ***Cities for People***. Island Press; 1 edition. Recuperado de <http://www.amazon.com/Cities-People-Jan-Gehl/dp/159726573X>
- GIZ. (2011). ***Financing Sustainable Urban Transport***. Eschborn: GIZ Transport Policy Advisory Services. Recuperado de [www.sutp.org](http://www.sutp.org)
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. (2013). ***Manual del ciclista***. Recuperado de <http://www.buenosaires.gov.ar/ecobici/pedalea-seguro/manual-ciclista>
- Gomez, L. F., Sarmiento, R., Ordoñez, M. F., Pardo, C., de Sá, T. H., Mallarino, C. H., ... Quistberg, D. A. (2015). Urban environment interventions linked to the promotion of physical activity: A mixed methods study applied to the urban context of Latin America. ***Social Science & Medicine***, **131**, 18–30. <http://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.02.042>
- Gorham, R. (2009). ***Demystifying induced travel demand***. (GTZ, Ed.). Eschborn, Alemania: GTZ.
- Haase, M. (2012). ***German guidelines for cycling infrastructure design (ERA2010)***. Berlín.
- Hook, W. (2004). ***Training course. Non-motorized transport***. Eschborn, Alemania: GTZ.
- Hook, W. (2006). ***Preservar y expandir el papel del transporte no-motorizado. Texto de referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades en desarrollo***. Eschborn: GTZ.
- IDRD. (2015). 40 años de Ciclovía bogotana. Recuperado de <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/?q=node/1121>
- Instituto de Desarrollo Urbano. (2014). ***Guía de Gestión social para el desarrollo urbano sostenible***. Bogotá: Instituto de Desarrollo Urbano.
- Instituto Distrital de Recreación y Deporte. (2014). La Ciclovía Bogotana y su Historia. Recuperado de <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/?q=es/node/166>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). ***Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España***. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Ed.). Madrid.
- ITDP & I-CE. (2011a). ***Ciclociudades Manual Integral de Movilidad ciclista para ciudades mexicanas: I. La Movilidad en Bicicleta como Política Pública***. Ciudad de México: Grupo Fogra.
- ITDP & I-CE. (2011b). ***Ciclociudades Manual Integral de Movilidad ciclista para ciudades mexicanas: IV. Infraestructura***. Ciudad de México. Recuperado de <http://mexico.itdp.org/documentos/ciclociudades/>
- ITDP México, & I-CE. (2011). ***Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Ciclociudades*** (Vol. V). México: ITDP. Recuperado de <http://ciclociudades.mx/>

- Jacobsen, P. (2003). Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, *9*, 205–209. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1731007/>
- Jacobsen, P., & Rutter, H. (2012). Cycling safety. In J. Pucher & R. Buehler (Eds.), *City Cycling* (pp. 141–156).
- Juzgado 27 Administrativo Oral del Circuito de Bogotá. Decide solicitud medida cautelar (2015).
- Kandel, E., & Schwartz, J. (2013). *Principles of Neural Science, Fifth Edition*. McGraw-Hill Education. Recuperado de <http://books.google.com.co/books?id=s64z-LdAlSEc>
- La bicicleta le ganó al TransMilenio en Bogotá. (2009, November 14). *El Tiempo*, pp. 1–20.
- Ley 1753 de 2015 Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 Todos por un nuevo País (2015). Colombia. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1753\\_2015.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1753_2015.html)
- Luiselli, V. (2010). *Papeles Falsos*. Madrid: Sexto Piso. Recuperado de <http://www.sexto piso.es/822-papeles-falsos/>
- Maio, G. R. (2010). *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*. SAGE Publications. Recuperado de <http://www.barnesandnoble.com/w/psychology-of-attitudes-and-attitude-change-gregory-r-maio/1100205580?ean=9781412929752>
- García Márquez, G. (1955). “La fiebre del ciclismo” en Bogotá. *El Espectador*.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1538 DE 2005: por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 361 de 1997. (2005). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16540>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono ECDBC*.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Ley 86 de 1989: Por la cual se dictan normas sobre sistemas de servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros y se proveen recursos para su financiamiento. (1989). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3426>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Desarrollo Económico, & Ministerio del Medio Ambiente. Ley 388 DE 1997: Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. (1997). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339>
- Ministerio de Minas y Energía. (2010). Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. RETILAP. Recuperado de [http://www.sic.gov.co/recursos\\_usuario/reglamentos\\_tecnicos/reglamento\\_tecnico\\_RETILAP.pdf](http://www.sic.gov.co/recursos_usuario/reglamentos_tecnicos/reglamento_tecnico_RETILAP.pdf)

- Ministerio de Transporte. (2014). Plan Nacional de Seguridad Vial Colombia 2011-2021.
- Ministerio de Transporte. (2015). *Manual de Señalización Vial 2015*.
- Ministerio de Transporte de Colombia. Ley 769 de 2002: Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones (2002). Bogotá: PODER PÚBLICO - RAMA LEGISLATIVA (Colombia). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5557>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2013). *Plan sectorial de transporte para la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte, & Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Ley 310 de 1996: Por medio de la cual se modifica la Ley 86 de 1989. (1996). Recuperado de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0310\\_1996.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0310_1996.html)
- Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 798: Por medio del cual se reglamenta parcialmente la Ley 1083 de 2006 (2010). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39179>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2015). *Vialidad ciclo-inclusiva*. Santiago de Chile. Recuperado de [http://www.minvu.cl/opensite\\_20150512124450.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20150512124450.aspx)
- Ministerio del Interior y de Justicia, & Ministerio de Comercio Industria y Turismo. Decreto 879 de 2008: Por el cual se reglamentan la Ley 232 de 1995, el artículo 27 de la Ley 962 de 2005, los artículos 46,47 Y48 del Decreto Ley 2150 de 1995 y se dictan otras disposiciones. (2008). Recuperado de <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/co/co046es.pdf>
- Morales, R., Mellado, W., Garavito, S., Mancipe, J., Mariño, M., Martínez, M., & Orzoco, A. (2014). Análisis socio-técnico del bicitaxismo en la localidad de Kennedy (Bogotá D.C.) Caso de estudio: UPZ 82 - Patio Bonito y UPZ 83 - Las Margaritas. Recuperado de <http://www.ustatunja.edu.co/cong-civil/images/Articulos/-ANALISIS SOCIO TECNICO DEL BICITAXISMO EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY.pdf>
- Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Cole-Hunter, T., Nazelle, A. de, Dons, E., Gerike, R., ... Nieuwenhuijsen, M. (2015). *Health impact assessment of active transportation: A systematic review*.
- NACTO. (2013). *Urban Street Design Guide*. Island Press: New York, NY: NACTO.
- NACTO. (2014). *Urban Bikeway Design Guide* Island Press: New York, NY: NACTO.
- Neruda, P. (1957). *Tercer libro de las odas*. Buenos Aires: Losada.
- OPS, Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud, Universidad de los Andes, Vía RecreActiva de Guadalajara, & Ciclovía de Bogotá. (2009). Manual para implementar y promocionar la ciclovía recreativa. Recuperado de <http://cicloviarecreativa.uniandes.edu.co/>

- Pardo, C. (2006). *Sensibilización ciudadana y cambio de comportamiento en transporte sostenible*. (GIZ, Ed.). Eschborn: GIZ.
- Pardo, C. (2012). *Estrategias para la promoción de transporte sostenible y bajo en carbono para américa latina*. Washington D.C., USA: Clean Air Institute. Recuperado de <http://www.cleanairinstitute.org/caifiles/file/Promo-Nov8-CFP.pdf>
- Pardo, C., Calderón, P., Baranda, B., Medina, C., Hagen, J., & Treviño, X. (2010). *Experiencias y lecciones de sistemas de transporte público en bicicleta para América Latina*. ITDP. Recuperado de [http://www.itdp.org/documents/Experiencias\\_y\\_lecciones\\_de\\_sistemas\\_de\\_transporte\\_p%C3%BAblico\\_en\\_bicicleta\\_para\\_Am%C3%A9rica\\_Latina.pdf](http://www.itdp.org/documents/Experiencias_y_lecciones_de_sistemas_de_transporte_p%C3%BAblico_en_bicicleta_para_Am%C3%A9rica_Latina.pdf)
- Pardo, C., Caviedes, Á., & Calderón Peña, P. (2013). *Estacionamientos para bicicletas. Guía de elección, servicio, integración y reducción de emisiones*. (Espacio & ITDP, Ed.). Bogotá: Espacio & ITDP. Recuperado de <http://espacio.org/2013/11/29/guia-de-estacionamientos-de-bicicleta/>
- Pardo, C., & GIZ. (2011). *Sustainable Transport in Developing Cities - Examples of Success*.
- Pettinga, A., Rowette, A., Braakman, B., Pardo, C., Kuijper, D., de Jong, H., ... Goedefrooij, T. (2009). *Cycling Inclusive Policy Development: a Handbook*. (T. Godefrooij, C. Pardo, & L. Sagaris, Eds.) *Division 44. Water, Energy, Transport* (1st ed.). Eschborn: GIZ, I-CE. Recuperado de [www.i-ce.nl](http://www.i-ce.nl)
- Ríos, R. A., Taddia, A., Pardo, C., & Lleras, N. (2015). *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe: guía para impulsar el uso de la bicicleta*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://publications.iadb.org/handle/11319/6808?locale-attribute=en>
- Rivera, J. H. (2011). *Contrato de Préstamo BID 2079/OC-CO, PPCI-3: Programa de Apoyo al Proceso de Participación Privada y Concesión en Infraestructura, Tercera Etapa (PPCI-3)*.
- Sanz, A. (2008). *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*. Ministerio de Fomento, Gobierno de España. Madrid.
- Sanz, A., Martín, I., Cid, J., Irasuzta, A., & Eizaguirre, I. (2006). *Manual de las vías ciclistas de Gipuzkoa*. (Diputación Foral de Guipuzcoa, Ed.). Recuperado de [http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/adj/documentacion/Manual\\_ViasCiclistasGipuzkoa.pdf](http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/adj/documentacion/Manual_ViasCiclistasGipuzkoa.pdf)
- Sanz, A., Montes, M., Kisters, C., & Bolibar, I. (2015). *Denontzako kaleak. Guía para actuaciones de mejora peatonal y ciclista novedosas y/o de costo reducido*. Ayuntamiento de Legazpia, Udalsarea 21. Gobierno Vasco.
- Sanz, A., Pérez Senderos, R., & Fernandez, T. (1999). *La bicicleta en la ciudad: Manual de políticas y diseño para favorecer el uso de la bicicleta como medio de transporte*. Madrid, España: Ministerio de Fomento, Gobierno de España. Recuperado de [http://www.gea21.com/publicaciones/movilidad\\_ciclista](http://www.gea21.com/publicaciones/movilidad_ciclista)
- Sarmiento, O., & Behrentz, E. (2008). La ciclovía, un espacio sin ruido y sin contaminación. *Nota Uniandina, s.v.*, 3.
- Sarmiento, O., & Gómez, J. et. al. (n.d.). *Manual de Criterios para la evaluación de las Ciclovías Recreativas*.

- Saroyan, W. (1952). *The Bicycle Rider in Beverly Hills*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. (2015). *Juego de Roles entre operadores SITP en el marco de la VIII Semana de la Bicicleta*.
- Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. (2014). *Manual del ciclista: Mi estilo es bici*. Recuperado de <http://www.movilidadbogota.gov.co/?sec=612>
- Téllez Oliveros, V. (2015). Juez da vía libre a bicicarril en el norte de Bogotá. *El Espectador*.
- The Economist. (2015, January). The Big Mac index: Global exchange rates to go. Recuperado de <http://www.economist.com/content/big-mac-index>
- The Technical and Environmental Administration. (2011). *Good, better, best. The city of Copenhagen's bicycle strategy 2011-2025*. Copenhagen: City of Copenhagen.
- The Technical and Environmental Administration. (2013). *Focus on cycling. Copenhagen guidelines for the design of road projects*. Copenhagen.
- Transport for London. (2014). *London Cycling Design Standards* (2014 editi). London, UK: Transport for London. Recuperado de <https://tfl.gov.uk/corporate/publications-and-reports/cycling>
- UNEP RISOE Center & Solutiva Consultores. (2009). *Planificación e implementación de campañas destinadas a promover el uso de la Bicicleta en países de América Latina: Guía para tomadores de decisiones*. (J. Rogat, Ed.). UNEP Riso Centre. Recuperado de [http://www.unep.org/transport/PDFs/public\\_transport/NMT\\_PlanificacionImplementacion.PDF](http://www.unep.org/transport/PDFs/public_transport/NMT_PlanificacionImplementacion.PDF)
- Unicef. (2012). *Iniciativa global: por las niñas y los niños fuera de la escuela*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002248/224885s.pdf>
- Verma, P., López, J. S., & Pardo, C. (2015). *Bogotá 2014 Bicycle Account*. Bogotá: Despacio. Recuperado de [www.bicycleaccount.org](http://www.bicycleaccount.org)
- Welle, B., Li, W., Adriaola, C., King, R., Obelheiro, M., Sarmiento, C., & Liu, Q. (2015). *Cities safer by design*. Recuperado de <http://www.wri.org/publication/cities-safer-design>
- Wells, H. G. (1905). *Una utopía moderna*. Madrid: Oceano.
- Wittink, R. (2009). Social marketing and citizens' participation: good relationships build better cycling facilities. In T. Godefrooij, C. Pardo, & L. Sagaris (Eds.), *Cycling-Inclusive Policy Development: A Handbook* (pp. 163–176). Utrecht, Holanda: Interface for Cycling Expertise, German Technical Cooperation.



*"Aprendí todas las cosas sin las cuales nunca podría ser el escritor que soy. No tenía aún dieciséis años cuando entendí muchas cosas, por haber andado en bicicleta por tanto tiempo, sobre estilo, velocidad, gracia, propósito, forma, integridad, salud, humor, música, respirar y finalmente y tal vez lo mejor, de la relación entre el principio y el fin"*

**WILLIAM SAROYAN (1952).**



# Guía de

## ciclo-infraestructura

### para ciudades colombianas

La bicicleta es un ícono en Colombia. Le ha dado gloria y buen nombre internacional por sus triunfos en competencias de ciclismo y, también, por ser la cuna de las ciclovías recreativas dominicales. Además, está contribuyendo con sus virtudes a las transformaciones urbanas que las ciudades colombianas requieren para afrontar los enormes retos que tienen delante. Sin embargo, no existía hasta ahora en el país un documento oficial dedicado a sistematizar y establecer recomendaciones para incluir a la bicicleta en la planificación de las ciudades colombianas. Ese es el principal propósito de esta Guía.

Antes de esta guía no ha habido ninguna iniciativa nacional para definir con precisión los lineamientos de diseño e implementación de infraestructura para bicicletas en el país, ni para establecer las condiciones bajo las cuales se deberían desarrollar. Por esto, la Unidad de Movilidad Urbana Sostenible (financiada por el Banco Mundial), adscrita a la Dirección de Transporte y Tránsito del Ministerio de Transporte, tomó la decisión de desarrollar un estudio para su elaboración.

