

# CÓMO PROMOVER EL BUEN USO DE LA BICICLETA

Exposición del ciclista en ámbito urbano. Diagnóstico y  
Recomendaciones





# CÓMO PROMOVER EL BUEN USO DE LA BICICLETA

Exposición del ciclista en ámbito urbano. Diagnóstico y Recomendaciones



**Banco Interamericano de Desarrollo**  
Manuel Rodríguez Porcel  
Ana María Pinto

**Universidad de los Andes**  
Daniel Páez  
Miguel Ángel Ortiz  
Juan Pablo Ramos  
Olga Lucía Sarmiento  
Ricardo Morales  
Juan Pablo Bocarejo

**Anne Eriksson**, Consultora

**Hill Consulting** – Colombia  
[www.hillconsulting.co](http://www.hillconsulting.co)  
José Pacheco  
Florentino Márquez  
Juan Felipe Franco

**ITDP México**  
Alejandra Leal Vallejo  
Clara Vadillo Quesada

**Javier Cantarella**, Consultor

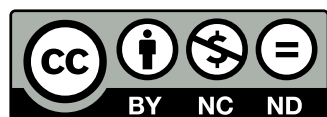
**Transporte Ativo**  
Gabriella Binatti

**Editores:** Hill Consulting

**Diseño, Diagramación y Fotografías:**  
Claudio Olivares Medina.  
[www.bicivilizate.com](http://www.bicivilizate.com)

Agradecemos la colaboración de Marisela Ponce de León y Jonathan Bernal por sus comentarios a la publicación.

Este trabajo es un producto del Bien Público Regional “Estrategia integral para el uso de la bicicleta en ciudades de América Latina” (RG-T2219) <http://www.iadb.org/es/proyectos/project-information-page,1303.html?id=RG-T2219>.



Copyright © 2017 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Hitos de las ciudades en portada: Corcovado, Río; Torre Latinoamericana, México; Colpatria, Bogotá; Monumento a la Bandera, Rosario.

# CÓMO PROMOVER EL BUEN USO DE LA BICICLETA

Exposición del ciclista en ámbito urbano. Diagnóstico y Recomendaciones

# GLOSARIO GENERAL

**Cicloinfraestructura.** Infraestructura física destinada al uso exclusivo o compartido de la bicicleta. Se incluyen ciclovías, ciclobandas, cicloestaciones y demás mobiliario urbano al servicio de los ciclistas.

**Cicloparqueadero.** Lugar confinado destinado al parqueo vigilado y organizado de bicicletas. Equivale al parqueo fuera de vía para vehículos automotores.

**Calle de uso compartido.** Calle para tránsito motorizado apto para el uso de la bicicleta, en general son vías con una velocidad máxima permitida de 30 kilómetros por hora.

**Cicloestacionamiento.** Mobiliario urbano instalado para estacionar bicicletas en el espacio público. Se requiere de un candado de seguridad. Existen diferentes tipologías y formas.

**Ciclobanda.** Infraestructura para la bicicleta visualmente segregada del tráfico motorizado por una línea pintada en la calzada. Alternativas usadas: carril bici, bici carril y ciclocarril.

**Cicloestación.** Hace referencia a un lugar físico de préstamos de bicicletas públicas o compartidas.

**Ciclovía.** Infraestructura para la bicicleta físicamente segregada del tráfico motorizado por una separación vertical (una cuneta) o una separación horizontal (un área verde o pavimentada). En Colombia este término equivale a ciclorruta.

**Ciclovía dominical.** Jornada cívica que se celebra domingos y feriados en la cual se cierran ciertas vías y se restringe el tránsito motorizado para el uso recreativo de la ciudadanía.

**Cañón urbano.** Configuración del perfil vial donde existen edificios altos, aceras peatonales pequeñas y donde se dificulta la dispersión de contaminantes.

**Zona 30.** Área claramente demarcada en cuyo interior ningún tipo de vehículo puede circular a más de 30 kilómetros por hora, con el ánimo de pacificar el tránsito y salvaguardar el transporte activo.

# TABLA DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	2
RESUMEN EJECUTIVO	4
Salud ambiental	4
Seguridad vial	5
1. SALUD AMBIENTAL	7
1.1 Contaminación del aire, ruido y sus impactos en Salud	7
1.2 Evaluación y comparación de la exposición a PM <sub>2,5</sub> para ciclistas urbanos en Bogotá y usuarios de otros modos de transporte	8
1.3 Reducción de la exposición a contaminantes atmosféricos y a ruido en usuarios de la bicicleta en ciudades	14
1.4 Escenarios conceptuales	20
1.5 Beneficios para la salud derivados del uso de la bicicleta	22
2. SEGURIDAD VIAL	25
2.1 El paradigma de seguridad vial del ciclista	25
2.2 Principios de un plan de seguridad vial para ciclistas	26
2.3 Recomendaciones específicas de un plan de seguridad vial para ciclistas	30
REFERENCIAS DE INTERÉS	32

# PRESENTACIÓN

**E**n los centros urbanos de América Latina y el Caribe la bicicleta es percibida como un vehículo cuyo uso, además de ofrecer una alternativa económica de movilidad para los menos favorecidos, tiene una fuerte connotación deportiva. En este sentido, los ciudadanos reconocen diversos beneficios en salud asociados a su uso frecuente. Entre estos la promoción de actividad física habitual, la mejoría en el acondicionamiento cardiorrespiratorio y disminución de riesgos cardiovasculares.

Por otro lado, más allá de los beneficios individuales en la salud, el uso de la bicicleta como modo de transporte urbano tiene impactos en el bienestar colectivo de las comunidades al reducir la congestión vehicular y mitigar las emisiones de gases efecto invernadero, de contaminantes del aire y de ruido ambiental asociadas al uso de automotores. Además, en el contexto psicosocial, montar en bicicleta proporciona bienestar emocional y promueve un mayor desarrollo del capital social y la equidad en el uso del espacio público. Es así como la promoción del uso de la bicicleta como modo de transporte urbano cotidiano es una apuesta por mejorar calidad de vida y la salud de personas y de comunidades enteras.





Sin embargo, para que estos beneficios individuales y colectivos sean materializados y potenciados, las ciudades deben entender las implicaciones de la interacción entre ciclistas y otros actores viales y, a partir de ello, emprender iniciativas en materia de políticas públicas, diseño de infraestructura y estrategias de participación ciudadana para que el ciclismo urbano se realice de una manera saludable y segura. Para ello, esta publicación desarrolla conceptos y propone lineamientos desde dos perspectivas:

**1. Salud ambiental:** abordada desde (i) el entendimiento del impacto de la contaminación del aire en la salud de las personas y la necesidad de reducir la exposición del ciclista; y (ii) los beneficios asociados a la actividad física cotidiana, como estrategia para disminuir la incidencia de enfermedades no transmisibles, ligadas al sistema cardiovascular principalmente.

**2. Seguridad vial:** a partir del reconocimiento del ciclista como un actor vial altamente vulnerable, se destacan tres principios fundamentales para el tránsito seguro de ciclistas en las ciudades: (i) confianza, civismo y reconocimiento mutuo; (ii) entendimiento y apropiación del vehículo, y (iii) diseño riguroso de infraestructura.

La aplicación de estos principios en el diseño de planes de seguridad vial puede ayudar a incentivar el uso cotidiano de la bicicleta, procurando reducir la exposición de los ciclistas a contaminantes atmosféricos locales y la ocurrencia de siniestros de tránsito.

De esta forma, las recomendaciones consignadas en este documento pretenden orientar a tomadores de decisiones y gestores de proyectos de cicloinclusión en ciudades de América Latina y el Caribe para mejorar las condiciones de seguridad vial y proteger la salud cardiovascular y respiratoria de los ciclistas urbanos. Esto redundará en una mayor disposición de los ciudadanos a elegir la bicicleta como su vehículo de transporte cotidiano.

Se invita a los lectores a complementar la comprensión de los lineamientos aquí contenidos, mediante la consulta de los otros documentos de esta serie de publicaciones, desarrolladas en el marco del Programa de Estrategia Integral para el Uso de la Bicicleta en ciudades de América Latina, financiado por el BID y ejecutado por la Universidad de los Andes, en Bogotá. Para más información se puede consultar el siguiente enlace: <http://www.iadb.org/es/proyectos/project-information-page,1303.html?id=RG-T2219>.



# RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años, la promoción de la bicicleta como modo de transporte cotidiano se ha convertido en un lugar común dentro de las políticas de sostenibilidad y equidad en las ciudades; esto no es de sorprender, pues los beneficios de este vehículo en términos de la reducción en el uso de espacio vial, la minimización del consumo de energía, la pacificación del tránsito, la disminución en las emisiones contaminantes, entre otros, son prácticamente evidentes. La promoción del ciclismo urbano cotidiano es una solución de bajo costo a los problemas de congestión y, sobre todo, es un patrimonio que las ciudades deben proteger e incentivar de manera responsable.

Sin embargo, el ciclista urbano es un ciudadano que se encuentra muy expuesto a riesgos sobre su integridad personal, tanto por la evidente desventaja que supone una colisión con un vehículo a motor, como por la cantidad de contaminantes del aire que respira producto de su actividad física y del estado de calidad del aire en las ciudades. De aquí se desprende una gran paradoja en las agendas de políticas públicas cicloinclusivas: ¿Cómo aumentar los viajes en bicicleta, pero evitando que los ciclistas sufran por externalidades negativas de otros actores viales?

Por esta razón, es recomendable que los tomadores de decisión, los técnicos, los diseñadores, los planificadores y los líderes comunitarios que impulsen políticas y proyectos cicloinclusivos se guíen por dos preceptos: proteger la salud de los ciclistas y minimizar los riesgos de siniestralidad. En este sentido, la presente guía ofrece conceptos clave y recomendaciones agrupadas en dos capítulos: Salud Ambiental y Seguridad Vial.

## SALUD AMBIENTAL

Garantizar un aire limpio para desplazarse en bicicleta debe ser prioridad para las autoridades locales. De otra forma, promover viajes en bicicleta puede aumentar el riesgo de exposición de los usuarios a contaminantes atmosféricos que inciden en el deterioro de su salud.

Se ha demostrado que en las principales capitales de América Latina, el material particulado (respirable -  $PM_{10}$  y fino -  $PM_{2.5}$ ) es el contaminante de aire más crítico, dado que frecuentemente excede los límites establecidos por la normativa. En ambientes urbanos el tráfico vehicular representa la fuente más significativa de PM y otros contaminantes del aire; no solamente por las cantidades que emite, sino por la cercanía de este tipo de fuentes a las personas. Para el ciclista esta circunstancia es de gran relevancia dada la carencia de infraestructura dedicada y la ubicación de la mayoría de las ciclovías en inmediaciones de vías con alto tráfico vehicular.

Un estudio de toxicología inhalatoria de la Universidad de los Andes encontró que, al comparar la dosis potencial de exposición entre usuarios de distintos modos de transporte, los peatones y ciclistas tienen dosis mayores a las registradas en los modos motorizados evaluados (0,3 y 0,2  $\mu\text{g}/\text{km}^3\cdot\text{kg}\cdot\text{día}$ ). Lo anterior es debido a las tasas de inhalación y a la exposición directa a los contaminantes.

La exposición al ruido también puede ser perjudicial para los ciclistas, sobre todo teniendo en cuenta que la principal fuente de contaminación acústica de las ciudades es el tráfico vehicular. En Bogotá, por ejemplo, se ha determinado que los niveles de ruido en las inmediaciones de corredores con alto flujo vehicular superan los 80 decibeles.

Mejorar las condiciones de calidad del aire que respira el ciclista se puede lograr de dos maneras: reduciendo la exposición de la persona y mitigando la emisión de contaminantes atmosféricos. Lo anterior se logra atendiendo los siguientes lineamientos:

- Maximizar la distancia entre las fuentes y el ciclista
- Evitar el micro ambiente de cañón urbano
- Reordenamiento del tráfico y el perfil de la vía
- Construcción de barreras verdes entre las ciclovías y el tráfico.
- Reducción en los tiempos de viaje identificando rutas directas y promoviendo usos mixtos del suelo.
- Implantación de cicloinfraestructura en corredores con bajo flujo de vehículos pesados (combustible diésel)
- Mejoramiento en los patrones de conducción y pacificación del tránsito.

Al margen de los riesgos mencionados anteriormente, es claro que usar la bicicleta como modo de transporte es una forma de promover la actividad física moderada y frecuente en la vida cotidiana de la población, trayendo beneficios a la salud relacionados con la prevención de enfermedades crónicas, disminución de hipertensión arterial, hiperlipidemia, diabetes, obesidad y cáncer de colon y seno.

Estudios científicos realizados en ciudades europeas han asociado el uso de la bicicleta con una reducción de 28% en el riesgo de mortalidad por todas las causas, encontrando además que países con mayores tasas de uso de la bicicleta tienen menor prevalencia de obesidad (BID & UNIANDES, 2016c).

## SEGURIDAD VIAL

Debe reconocerse abiertamente que el ciclista es especialmente frágil, porque carece de carrocería o estructura protectora, y cualquier invasión de su espacio puede traer consecuencias graves en su integridad. Por eso, los planes de seguridad vial y la señalización de tránsito en las ciudades deben ser profundamente conscientes

de dichas diferencias y estructurarse a partir de las necesidades particulares del ciclista y de las condiciones de infraestructura que potencien todas sus ventajas.

- Confianza, civismo y reconocimiento mutuo: las autoridades deben trabajar en la legitimación del ciclista dentro del sistema de movilidad de las ciudades, incluyendo estrategias específicas en sus políticas públicas de transporte urbano. Lo anterior tiene la finalidad de mejorar su confianza en los demás y permitir un reconocimiento generalizado como un actor vulnerable en vía, que requiere prioridad en el tránsito, atención y respeto para salvaguardar su integridad personal.
- Entendimiento y apropiación del vehículo: se deben realizar acciones que orienten a los ciclistas sobre las prácticas seguras y buenos comportamientos; actividades e información para reconocer el estado mecánico de la bicicleta y solucionar las averías más comunes, definición de derechos y deberes en el tráfico, las rutas y vías más seguras y concurridas, ubicación de estacionamientos, talleres, almacenes, y puntos de interés para el ciclista
- Diseño riguroso de infraestructura: Las condiciones de infraestructura deberán ser excelentes en toda su extensión y los criterios de calidad no pueden ser convencionales sino muy detallados, asegurándose de que la cubierta asfáltica sea uniforme, libre de irregularidades, objetos y materiales que se opongan al desplazamiento de las bicicletas. En los puntos de mayor riesgo de conflicto vial, la infraestructura y la señalización deben ser redundantes. No se deben escatimar esfuerzos ni recursos en comunicar a los ciclistas los riesgos existentes en la vía y, a los demás modos de transporte, la presencia de ciclistas.

Para que estos principios se materialicen, es necesario que exista un plan de seguridad vial enfocado especialmente en el ciclista, que reconozca la velocidad de desplazamiento de los vehículos como variable determinante en la probabilidad y severidad de los siniestros. En espacios donde confluyan automotores y bicicletas, es necesario regular y controlar la velocidad de los vehículos, en especial si no existe infraestructura que segregue a los modos.

Es importante también asignar un segmento de la fuerza pública para la protección y seguridad de los ciclistas. Las autoridades deberán identificar las zonas donde se cometen infracciones que puedan afectar a la integridad del ciclista y donde se cometan delitos como robos de bicicletas.

De esta forma, garantizar la seguridad y la salud de los ambientes urbanos para los ciclistas permitirá evitar la paradoja de política pública planteada al comienzo y potenciará la atracción de nuevos usuarios al modo.



**REDUCIR LA EXPOSICIÓN** DE LOS  
USUARIOS DE LA BICICLETA A LOS  
CONTAMINANTES DEL AIRE DEBE  
SER UN OBJETIVO DE POLÍTICA  
Y UN CRITERIO DE DISEÑO



# SALUD AMBIENTAL

MATERIAL PARTICULADO

PM<sub>10</sub> PM<sub>2,5</sub>

*Los contaminantes más críticos en las ciudades*

## 1.1 CONTAMINACIÓN DEL AIRE, RUIDO Y SUS IMPACTOS EN SALUD

La contaminación atmosférica es uno de los principales desafíos ambientales de las ciudades de América Latina y el Caribe<sup>1</sup>. Su importancia está sustentada en la evidencia sobre su impacto negativo en la salud respiratoria y cardiovascular de las personas y, por ende, en el deterioro de su calidad de vida. De manera específica, se encuentra plenamente documentada la asociación entre la exposición a altas concentraciones de contaminantes del aire y la presencia de síntomas respiratorios negativos y alteración de la función pulmonar.

En las principales capitales de América Latina, el material particulado (por sus siglas en inglés PM) es el contaminante de aire más crítico, dado que frecuentemente excede los límites establecidos por la normativa<sup>2</sup>. El PM es una mezcla de partículas y aerosoles muy pequeños que se encuentran suspendidas en el aire (respirable - PM<sub>10</sub> y fino - PM<sub>2,5</sub>). Por su tamaño, y porque casi siempre se compone de materiales tóxicos, el PM representa un especial peligro, dado que tiene la facultad de penetrar hasta las vías respiratorias de las personas,

<sup>1</sup> Bell et al., 2006; Bell et al., 2011; Melamed, Zhu, & Jalkanen, 2013.

<sup>2</sup> Franco, 2012; Green & Sánchez, 2012.

alcanzando bronquios y alveolos. Incluso a bajas concentraciones y con cortos tiempos de exposición, el PM puede tener implicaciones en la salud humana. Esto quiere decir que es un contaminante del aire para el que no existe un umbral determinado y que cualquier exposición tiene un riesgo asociado.

En ambientes urbanos el tráfico vehicular representa la fuente más significativa de PM y otros contaminantes del aire; no solamente por las cantidades que emite, sino por la cercanía de este tipo de fuentes a las personas. Para el ciclista esta circunstancia es de gran relevancia dada la carencia de infraestructura dedicada y que la mayor parte de las ciclovías urbanas están ubicadas en inmediaciones de vías con alto tráfico vehicular (donde normalmente la calidad del aire no es la adecuada para el desarrollo de actividad física). Por lo tanto, es fundamental buscar reducir la exposición de los usuarios de la bicicleta a los contaminantes del aire.

### 1.2 EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A $PM_{2,5}$ PARA CICLISTAS URBANOS EN BOGOTÁ Y USUARIOS DE OTROS MODOS DE TRANSPORTE

El estudio de evaluación y comparación de la exposición a material particulado para ciclistas urbanos en Bogotá y usuarios de otros modos de transporte, realizado por la Universidad de los Andes y el Banco Interamericano de Desarrollo encontró numerosos estudios sobre la exposición de los viajeros a contaminantes atmosféricos, incluyendo  $PM_{2,5}$  y  $PM_{10}$  que han sido realizados en diferentes ambientes urbanos alrededor del mundo (Panis, et al., 2010) (Kingham, Meaton, Sheard, & Lawrenson, 1998). Estos estudios revelan que los niveles de exposición a PM están influenciados principalmente por el modo de transporte, la ruta, la flota vehicular y el tipo de combustible del motor. El reto consiste, en los numerosos factores individuales, ambientales y de tráfico que están involucrados en el problema, y hacen que la caracterización de la exposición a contaminantes atmosféricos en el transporte urbano no sea una tarea fácil de medir (Kaur, Nieuwenhuijsen, & Colvile, 2007).

En la ciudad de Bogotá, los niveles de  $PM_{2,5}$  y  $PM_{10}$  exceden con frecuencia los límites impuestos por la normatividad y los estándares sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (Secretaría Distrital de Ambiente, 2010). Estos altos niveles de exposición, exacerbados en la proximidad de grandes corredores viales, representan un serio riesgo para la salud de los Bogotanos. Más aún, con el incremento en el uso de la bicicleta como modo de transporte urbano que hace necesaria la determinación del riesgo asociado a esta actividad, en comparación con la exposición de viajeros que utilizan otros modos de transporte, máxime cuando esta ciudad cuenta con una de las redes de ciclorrutas más extensas de América Latina y donde el uso de la bicicleta como modo de transporte ha ganado numerosos adeptos. Se estima que entre los años 2005 y 2011 en la ciudad se presentó un aumento del 63% en el número de viajes en bicicleta que se hacen diariamente, pasando de 285 .000 a 450.000 mil viajes diarios.

Esfuerzos similares a este, se han realizado en otras ciudades del mundo, principalmente en ciudades europeas con alto tráfico de ciclistas urbanos. (Berghmans, et al., 2009), este estudio estimó la exposición de ciclistas en Mol (Bélgica) midiendo la concentración de partículas ultra finas y la concentración de  $PM_{2,5}$ . Otros estudios han considerado en sus mediciones varios modos de

transporte, incluyendo comparaciones entre transporte vehicular motorizado y bicicleta, o bien, entre peatones y vehículos automotores simultáneamente (Boogaard, Borgman, Kamminga, & Hoek, 2009) (Panis, et al., 2010). Este último incluyó también mediciones directas de la frecuencia respiratoria y la ventilación para los participantes.

Un estudio reciente realizado en la ciudad de Bogotá (Fajardo & Rojas, 2012), estimó el nivel de exposición a  $PM_{10}$  de usuarios de la ciclorruta ubicada en la Calle 80 mediante la medición de la concentración de  $PM_{10}$  en 2 sitios de muestreo sobre el segmento mencionado. La exposición de los viajeros fue estimada teniendo en cuenta el tiempo total por trayecto. Sin embargo, no se realizaron mediciones de la actividad física de los usuarios de bicicleta, debido a lo anterior debió ser asumida. La estimación de la dosis diaria para los usuarios fue comparada con la de una persona en reposo en el interior de una edificación, encontrándose que la dosis podía ser entre 9% y 40% más alta que para una persona en reposo en interiores.

Existen varios elementos diferenciadores en este estudio de caso, en primer lugar, se analizaron cinco modos de transporte (peatones, bicicleta, BRT, taxi y moto), los cuales representan casi la totalidad de los modos de transporte usados en los viajes realizados por los bogotanos en un día típico. Segundo, el número de muestras recolectadas garantizan que el muestreo es representativo en la hora y en un día de semana típico en la ciudad. Tercero, se midió, además de la exposición de los viajeros, la actividad cardíaca y la velocidad de peatones y ciclistas para así estimar de forma adecuada su tasa respiratoria, y consecuentemente la dosis de PM.

#### METODOLOGIA

El muestreo se realizó entre septiembre y noviembre de 2015 en un corredor vial (calle 80) de aproximadamente 6 km, en donde conviven los cinco modos de transporte objeto de estudio (peatón, bicicleta, BRT, taxi y moto), en distintos días de la semana, entre lunes y viernes, en dos jornadas del día, de 7 a 10 de la mañana y de 4 a 7 de la noche. Adicionalmente se registró para cada individuo, género, edad, peso y estatura para encontrar las variables del acelerómetro y frecuencia cardíaca.

#### **Medición de la concentración de $PM_{2,5}$**

¿Cómo? Utilizando dispositivos portátiles de medición personal para realizar la (i) medición de la concentración de  $PM_{2,5}$  con monitores ambientales personales, en los cinco modos de transporte, durante 25 jornadas combinando la hora pico de la mañana y la hora pico de la tarde, y (ii) medición de la concentración de  $PM_{2,5}$  con equipos de monitoreo continuo (DustTrak®) y monitores de hollín (MicroAeth AE51) para medir material particulado y monitorear la concentración de carbón negro.

#### **Acelerometría y frecuencia cardíaca**

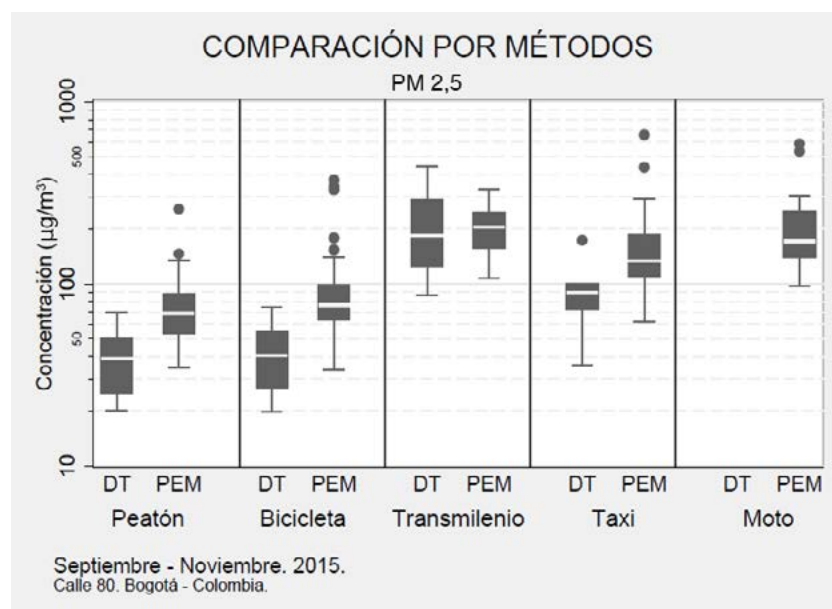
¿Cómo? (i) A través de (GT3X+), se procesaron datos crudos sobre pasos por día, tiempo dedicado al aire libre y tiempo en varias intensidades de actividades; (ii) a través del acelerómetro se obtuvo la medición de los niveles de actividad física, que ajustaron la estimación de la dosis de  $PM_{2,5}$  inhalado; y (iii) medición de la frecuencia cardíaca mediante el monitor Polar® S810 durante el período de exposición.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

**Concentración de PM<sub>2,5</sub>**

En total, se recolectaron 216 muestras con el monitor ambiental personal —PEM en 19 días de muestreo. Los monitores continuos DustTrak- DT de PM (DustTrak®) y monitores de hollín (AE51) registraron información durante 13 días.

Al comparar los resultados obtenidos con ambos métodos de estimación de la concentración de exposición (en la figura), se observa que la concentración de PM<sub>2,5</sub> en Transmilenio es la más alta para ambos métodos, y que estos ensayos concuerdan en la magnitud, con medianas de concentración cercanas a los 200 µg/m<sup>3</sup>. Para ambos métodos, las concentraciones observadas en los modos activos (peatón y bicicleta) son las más bajas. Sin embargo, para estas concentraciones bajas, las concentraciones observadas con los monitores PEM son dos veces más altas que las observadas con los muestreadores continuos DustTrak para los mismos días de muestreo. El análisis estadístico de los datos confirma que las diferencias entre los métodos solamente son significativas para los modos activos (Peatón y Bicicleta) y que no lo son para los modos motorizados considerados en el estudio.



*Distribución de la concentración de PM<sub>2,5</sub> estimada con métodos gravimétricos y monitoreo continuo.*

**Actividad Física y Tasa de Inhalación**

Con el apoyo de Actilife®, se encontró como resultado la serie de tiempo de los movimientos detectados por el acelerómetro y permitió conocer el porcentaje del tiempo en el que el individuo realizó su actividad en las diferentes categorías: sedentario, leve, moderado, vigoroso y muy vigoroso. A cada nivel, se asoció una tasa de inhalación según los valores establecidos en el Exposure Factors Handbook para el rango de edad mencionado.



## Principales resultados:

1 Las concentraciones de  $PM_{2,5}$  a las que está expuesto el usuario de modos motorizados de transporte (moto, taxi y bus BRT de Transmilenio) y modos activos (caminata y bicicleta) haciendo un recorrido similar en una vía de alto tráfico de Bogotá.

2 La dosis potencial para cada tipo de usuario haciendo un recorrido similar en una vía de alto tráfico de Bogotá.

La dosis de  $PM_{2,5}$  se estimó a partir de la siguiente fórmula:

$$D_{PM_{2,5}} = \frac{C_{PM_{2,5}} \times TI \times FE}{PC}$$

Donde  $C_{PM_{2,5}}$  es la concentración de  $PM_{2,5}$ , TI es la tasa de inhalación, FE es el factor de exposición, y PC es el peso corporal.

Las concentraciones a las que están expuestos los usuarios en modos motorizados son hasta 2,65 veces más altas que las documentadas para los usuarios de modos activos.

Al comparar la dosis potencial de exposición, se encontró que los peatones y ciclistas tienen dosis mayores a las registradas en los modos motorizados evaluados.

Es importante recordar que la dosis potencial para todos los usuarios depende de tres factores fundamentales: la concentración de exposición, la tasa de inhalación (que depende a su vez del tipo de actividad que se realice), y la duración del tiempo de viaje.

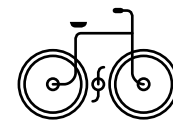
$$\text{Dosis potencial de exposición } PM_{2,5} = \frac{\mu g}{\text{km (recorrido)} \times \text{kg (peso corporal)} \times \text{día}}$$

*Elaborado con base en el reporte del Estudio de Evaluación y Comparación de la Exposición a Material Particulado para Ciclistas Urbanos en Bogotá y Usuarios de Otros Modos de Transporte. En el marco del proyecto Estrategia Integral para el Uso de la Bicicleta en Ciudades de América Latina y el Caribe (BID & UNIANDES, 2016a).*

## ¿Cuánto $PM_{2,5}$ respira un ciclista comparado con otros modos de transporte en una vía de alto tráfico en Bogotá?



0,301  
 $\mu g / km / kg / día$



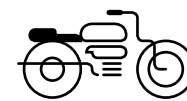
0,225  
 $\mu g / km / kg / día$



0,072  
 $\mu g / km / kg / día$



0,033  
 $\mu g / km / kg / día$



0,030  
 $\mu g / km / kg / día$

### CONCLUSIONES

Se evaluaron y compararon las dosis de exposición a  $PM_{2,5}$  a la que está expuesto un viajero adulto en bicicleta, con la exposición en otros modos de transporte en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta la concentración de  $PM_{2,5}$ , el nivel de actividad física, y el tiempo de exposición.

Entre los principales hallazgos de este estudio en la ciudad de Bogotá están:

- La concentración de exposición a  $PM_{2,5}$  fue significativamente más alta para los modos motorizados que para los modos activos considerados en este estudio.
- La mediana de las concentraciones de  $PM_{2,5}$  fue de  $205 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  para Transmilenio,  $171 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  para motos,  $134 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  para taxis,  $79 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  para usuarios de bicicleta, y  $69 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  para los peatones.
- Las concentraciones pico de corta duración pueden permanecer por encima de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante un 25% del tiempo de viaje para los usuarios de Transmilenio.
- Los tiempos de viaje promedio para los viajeros en cada modo para el corredor fueron de: 67 minutos para el peatón, 24 minutos para el usuario de Transmilenio, 19 minutos para ciclistas y usuarios de taxi, y de 14 minutos para los usuarios de moto.
- Para los modos activos (peatón y bicicleta) el acelerómetro sugiere un nivel de actividad física moderado, mientras que para los modos motorizados (moto, taxi, Transmilenio) los datos sugieren un nivel de actividad física sedentaria.
- La dosis de  $PM_{2,5}$  estimada para los modos activos de transporte fue significativamente más alta para los peatones ( $0,29 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$ ) y ciclistas ( $0,22 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$ ) que para los otros modos de transporte considerados.
- La dosis estimada para los usuarios de los modos motorizados fue significativamente menor siendo  $0,07 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$  para Transmilenio, y  $0,03 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$  para taxi y moto.

Se resalta que, bajo las condiciones actuales de niveles de contaminación cercana a las vías principales, actividades que impliquen actividad física moderada y eleven las tasas de inhalación, implican dosis de  $PM_{2,5}$  considerablemente más altas.

No obstante, el alcance del caso presenta limitaciones frente a la configuración urbanística y densificación del corredor vial analizado frente a otros en la región, pues una distribución de flota vehicular diferente, y una geometría urbana diferente modificará considerablemente las concentraciones de exposición. Adicionalmente, no se tiene en consideración los efectos a largo plazo para la salud de los ciudadanos que elijan modos activos de transporte frente a los modos tradicionales.

Por último, debe tenerse en cuenta, que los viajes típicos en la ciudad frecuentemente involucran varios modos. En particular, usuarios de BRT deben desplazarse como peatones distancias considerables hacia las estaciones y dentro de ellas. Esto causa que las tasas de inhalación (y correspondientemente la dosis) puedan estar subestimadas.

### UNA CIUDAD TRANQUILA Y SILENCIOSA ES UNA CIUDAD PEDALEABLE Y AMABLE CON EL CICLISTA

Sin embargo, los contaminantes atmosféricos no son la única amenaza para la salud de los ciclistas urbanos. La contaminación acústica también incide negativamente sobre ellos. En este sentido, el ruido hace referencia a sonidos no deseados y potencialmente dañinos para la salud de las personas. Estos sonidos son generados por distintas actividades humanas y deterioran la calidad de vida de las personas.

Estudios internacionales han demostrado que la principal causa de ruido en las ciudades es el tráfico vehicular<sup>3</sup>. La Organización Mundial de la Salud recomienda que los niveles de ruido promedio en 24 horas no superen los 50 decibeles para exteriores de zonas residenciales y 70 decibeles para exteriores de zonas industriales, comerciales y de alto tráfico.

La evidencia disponible para Bogotá demuestra que el nivel de ruido en inmediaciones de vías principales se encuentra entre 71 y 82 decibeles <sup>4</sup>. Con estos niveles de ruido, un ciclista que transite por una vía con alta congestión puede estar sometido a niveles de ruido que le causen fastidio, malestar, confusión, y posibles cambios en su comportamiento y actitud.

<sup>3</sup> OMS, 1999; Öhrström et al, 2006; Martin et al., 2006.

<sup>4</sup> Pacheco et al, 2009; Ramírez González, 2011.

## CONCEPTOS CLAVE

**Emisión.** Cantidad de gases o partículas contaminantes del aire descargados a la atmósfera producto de una actividad humana o natural. Las fuentes contaminantes del aire más comunes en una ciudad son las industrias (fuentes fijas) y el tráfico vehicular (fuentes móviles). Por ejemplo en un vehículo las unidades más representativas son g/km.

**Concentración.** Cantidad de gases o partículas contaminantes presentes en el aire ambiente. Esta cantidad representa la relación que existe entre la masa o el volumen de la sustancia y la unidad del volumen del aire en la cual esté contenida. Por ejemplo, la cantidad de material particulado en el aire normalmente se expresa en:  $\mu\text{g}$  de  $\text{PM}/\text{m}^3$  de aire.

**Exposición personal.** Relación entre la cantidad, o concentración, de un contaminante en un espacio o ambiente específico, y el tiempo que la persona pasa en dicho ambiente. Para el caso de un ciclista urbano, la exposición estará determinada por la concentración media de material particulado en inmediaciones de las vías por donde circule y el tiempo de duración de su recorrido.

**Dosis potencial.** Cantidad de gases o partículas contaminantes que ingresan al cuerpo de la persona. Está en función de tres elementos fundamentales: La concentración de exposición, tasa de inhalación (que depende del tipo de actividad que se realice) y tiempo.

### 1.3 REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y A RUIDO EN USUARIOS DE LA BICICLETA EN CIUDADES

Entendiendo el impacto de una mala calidad del aire y ruido en la salud de las personas, es importante brindar condiciones para que el uso de la bicicleta se haga de una manera saludable, lo anterior, demanda involucrar variables ambientales en la planeación de cicloinfraestructura. Mejorar las condiciones de calidad del aire que respira el ciclista, se puede lograr de dos maneras: reduciendo la exposición de la persona y mitigando la emisión de contaminantes atmosféricos.

La primera tiene que ver con generar condiciones que protejan o que sirvan de barrera entre la fuente de emisión, en este caso los vehículos, y el ciclista. La segunda se relaciona con acciones orientadas a generar menores emisiones por parte de los vehículos, principalmente a través de la redistribución de las categorías vehiculares en perfil vial, y en el patrón de operación de las fuentes de emisión.

Estos lineamientos son consecuentes con la protección de los ciclistas ante el riesgo de lesiones de tránsito; la delimitación de espacios minimiza el riesgo de contacto entre modos motorizados y no motorizados, y un reordenamiento del perfil evita que vehículos pesados y de gran tamaño, los cuales tienen un campo de visión sesgado, se encuentren más cerca de los ciclistas.

Con el objeto de reducir la exposición de los ciclistas a contaminantes atmosféricos, se proponen los siguientes criterios y lineamientos como recomendaciones para el diseño de infraestructura dedicada a la bicicleta. El seguimiento a estas recomendaciones permitirá contar con ambientes más tranquilos y silenciosos, disminuyendo la contaminación por ruido y favoreciendo un recorrido más saludable para el ciclista.





### CRITERIO DE DISEÑO 1. REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

#### **Líneamiento 1.1: Maximizar la distancia entre las fuentes y el ciclista**

El primer aspecto a tener en cuenta para disminuir la exposición de los ciclistas a contaminantes atmosféricos, es el de construir la cicloinfraestructura alejada de fuentes de emisión como las industrias y el tráfico vehicular. Esto supone que se desarrollen carriles para bicicletas sobre alamedas, parques, áreas verdes y de espacio público apartadas de la red vial principal.

Este tipo de cicloinfraestructura generalmente consta de trayectos independientes lo cual favorece el desarrollo de rutas directas y continuas. Adicionalmente, el deterioro de la infraestructura es menor, ya que la interacción con vehículos automotores es reducida, lo cual sugiere a su vez, una menor probabilidad de ocurrencia de siniestros en la vía.

Con el mismo objetivo de maximizar la distancia entre la fuente de emisión y el ciclista, es recomendable que este último estudie la posibilidad de tomar una ruta con menor tráfico motorizado para llegar al mismo destino. Esta debería ser la premisa, incluso si esto implica mayor distancia y tiempo de desplazamiento.

#### **Líneamiento 1.2: Evitar el microambiente de cañón urbano**

Aparte de las condiciones del tráfico y a la ubicación de la cicloinfraestructura en el perfil de la vía, existen variables físicas que impiden una dispersión de los contaminantes, lo cual se traduce en mayor concentración de los mismos, y por lo tanto elevados niveles de exposición. A este fenómeno se le denomina cañón urbano y se presenta cuando las construcciones contiguas a las vías de

tráfico son de una altura tal que impide el flujo de las corrientes de aire. Es así como la concentración de contaminantes tiende a ser mayor en inmediaciones de vías que cumplen con dicha condición. Por lo anterior, se recomienda que las construcciones colindantes con las vías de tráfico donde se quiera construir cicloinfraestructura sean de baja altura o en vías que cuenten con unas dimensiones entre lado y lado (ancho de la vía) que favorezcan el flujo de aire y dispersión de los contaminantes.



### Lineamiento 1.3: Reordenamiento del tráfico y el perfil de la vía

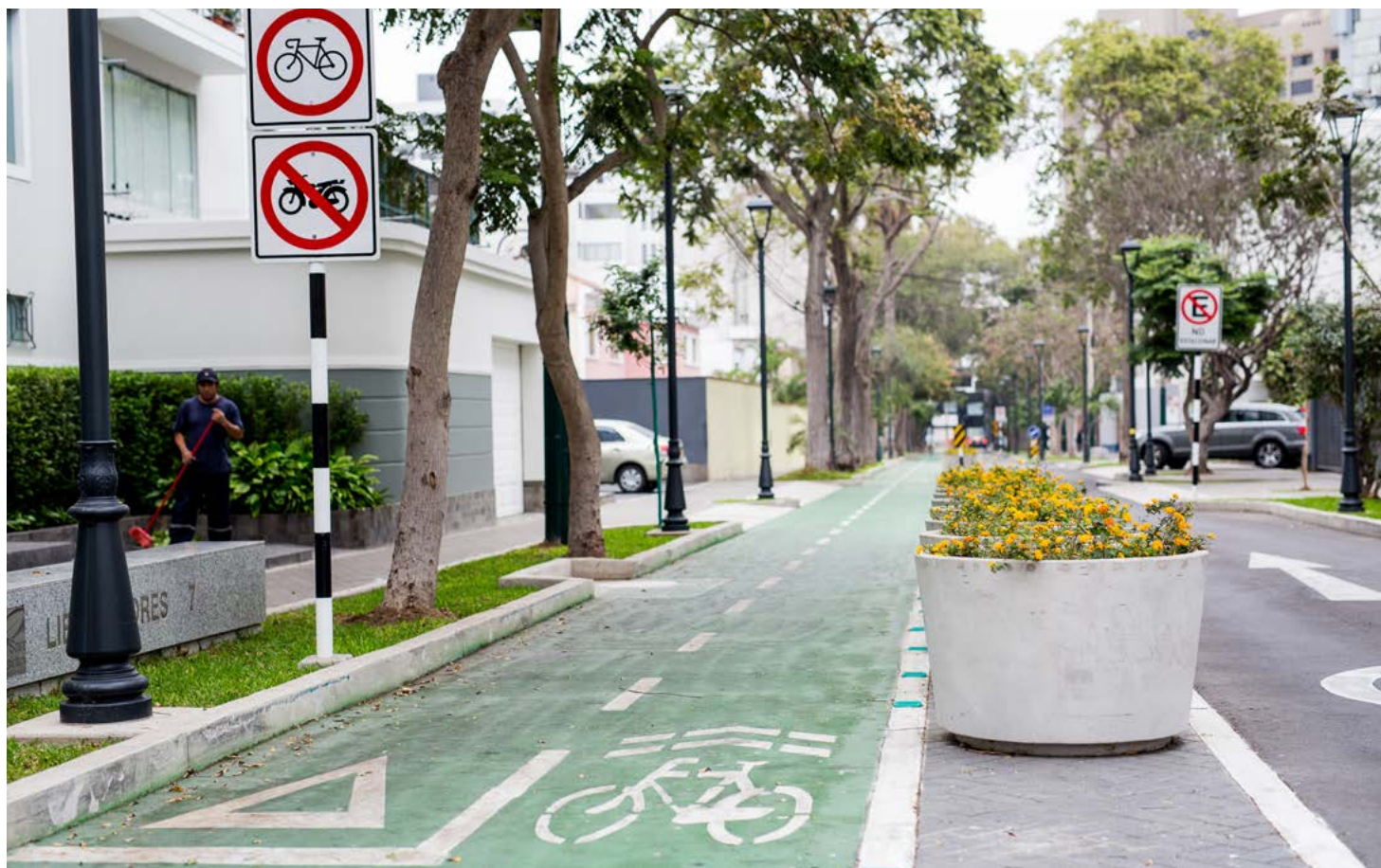
Es común encontrar cicloinfraestructura construida sobre andenes peatonales contiguos a las vías de tráfico motorizado donde generalmente la distancia entre los vehículos y la bicicleta es muy reducida. Cuando sobre las calzadas transitan muchos vehículos de carga y buses de pasajeros, las consecuencias en exposición personal a material particulado para los ciclistas son muy perjudiciales. Una medida apropiada consiste en reordenar el perfil vial para que los vehículos de transporte público y de carga transiten por los carriles que se encuentren más alejados de la ciclo vía.



#### **Líneamiento 1.4: Construcción de barreras**

Uno de los criterios más importantes que deben ser tenidos en cuenta en la construcción de cicloinfraestructura es la inserción de barreras físicas como árboles y mobiliario urbano, que separen al ciclista del tráfico motorizado y lo protejan de las emisiones de contaminantes del aire.

Las barreras físicas tienen el potencial de interceptar los contaminantes durante su proceso de dispersión, evitando o reduciendo el contacto del ciclista con estos. Este concepto es especialmente importante en la mitigación de la problemática causada por el material particulado, ya que una de las medidas para la remoción de este contaminante consiste en propiciar su impacto sobre superficies de contacto. Adicionalmente, esta aproximación permite renovar el espacio público a través de una intervención estética en el paisaje urbano y aumentar el área de zonas verdes en la ciudad.



**Lineamiento 1.5: Reducción en los tiempos de viaje**

El concepto de exposición personal involucra la variable tiempo: la duración del lapso en el cual las personas permanecen en un microambiente determina la magnitud de su exposición a contaminantes. Por lo tanto, es deseable que se reduzca el tiempo de viaje de los ciclistas mediante la construcción de rutas cómodas, directas y coherentes que permitan una conducción más eficiente de la bicicleta.

La construcción de pasos pompeyanos priorizando la bicicleta en intersecciones viales, los carriles homogéneos y espaciosos, el mantenimiento periódico de la infraestructura, la señalización adecuada y la iluminación del espacio público, son elementos que reducen los tiempos de viaje para el ciclista.





## CRITERIO DE DISEÑO 2. REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE

### Lineamiento 2.1: Caracterización de los corredores viales

La construcción de ciclovías en vías arteriales, generalmente con alto flujo vehicular, obedece más a un pragmatismo de obra civil que a un entendimiento cabal de las necesidades del ciclista. Por lo anterior, aunque no es recomendable construir cicloinfraestructura en cercanías al tráfico vehicular, cuando esta sea la decisión, se sugiere que el tránsito de vehículos pesados que usan diésel como combustible, sea el menor posible. El flujo predominante debe corresponder a otras tipologías vehiculares como automóviles o de tecnologías menos contaminantes, tales como eléctricas e híbridas.

### Lineamiento 2.2: Mejoramiento en los patrones de conducción

Científicamente se ha demostrado que los patrones de manejo irregulares, con altas frecuencias de detención y arranque, suponen una mayor demanda de energía por unidad de tiempo (potencia) y, por consiguiente, una mayor emisión de contaminantes. Esta condición es propia de corredores congestionados, donde además es común el uso indiscriminado de la bocina. De esta manera la gestión del tráfico orientada a la práctica de patrones de manejo más homogéneos y regulares impactará de manera positiva reduciendo la emisión y las subsecuentes concentraciones a las que está expuesto el ciclista.

Las zonas de tráfico calmado contribuyen también a este propósito, ya que generan las condiciones para una conducción menos agresiva, a velocidades menores y más homogéneas (generalmente de 30 kilómetros por hora). Así mismo, el reordenamiento de cruces viales, ciclos semafóricos y control policial pueden propiciar mejores condiciones de tránsito, reducir la congestión y optimizar los patrones de manejo.

LAS **ZONAS DE TRÁFICO CALMADO** CONTRIBUYEN A LA REDUCCIÓN DE EMISIONES



## 1.4 ESCENARIOS CONCEPTUALES

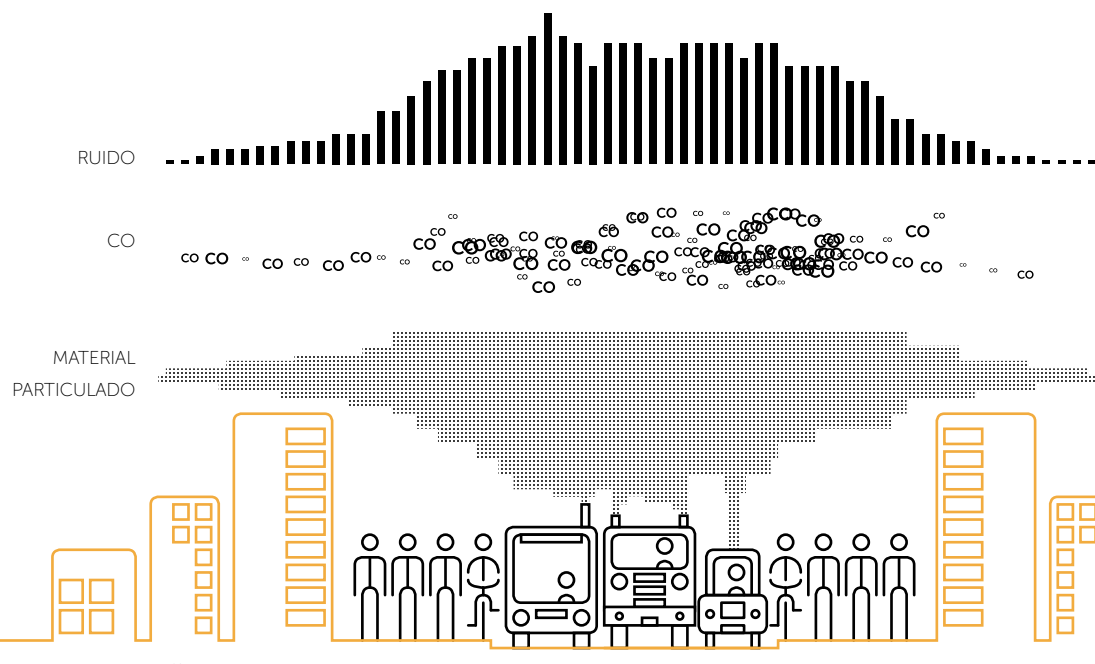
A continuación, se presenta una comparación gráfica de dos escenarios de diseño de infraestructura dedicada a la bicicleta. Estos escenarios integran los criterios y sus lineamientos descritos anteriormente. El primer escenario es el menos deseable desde el punto de vista de la configuración del perfil vial y de la condición de calidad del aire a la que está expuesto el ciclista. El segundo escenario representa las condiciones ideales para el uso saludable de la bicicleta.

Las figuras presentan de manera gráfica los niveles de concentración de contaminantes, PM y monóxido de carbono que se esperarían en la realidad, teniendo en cuenta la simulación del comportamiento teórico de las especies y sus fuentes de emisión, así como algunos referentes de concentraciones reales medidas en vía para Bogotá<sup>5</sup>.

### ESCENARIO MENOS DESEABLE

En esta situación, existe un gran volumen de vehículos pesados tipo bus y camión, que generalmente usan motores que operan con diésel, y son importantes emisores de PM. Se presenta la condición de cañón urbano, edificios de gran altura a cada lado de la vía, lo cual impide la dispersión de contaminantes, haciendo más crítica la condición de exposición personal. Adicionalmente, la distancia entre los vehículos y los ciclistas es mínima. Estos últimos comparten el espacio con los peatones, aumentando la probabilidad de incidentes entre estos dos modos no motorizados.

<sup>5</sup> Fajardo y Rojas, 2012; Franco et al., 2016.



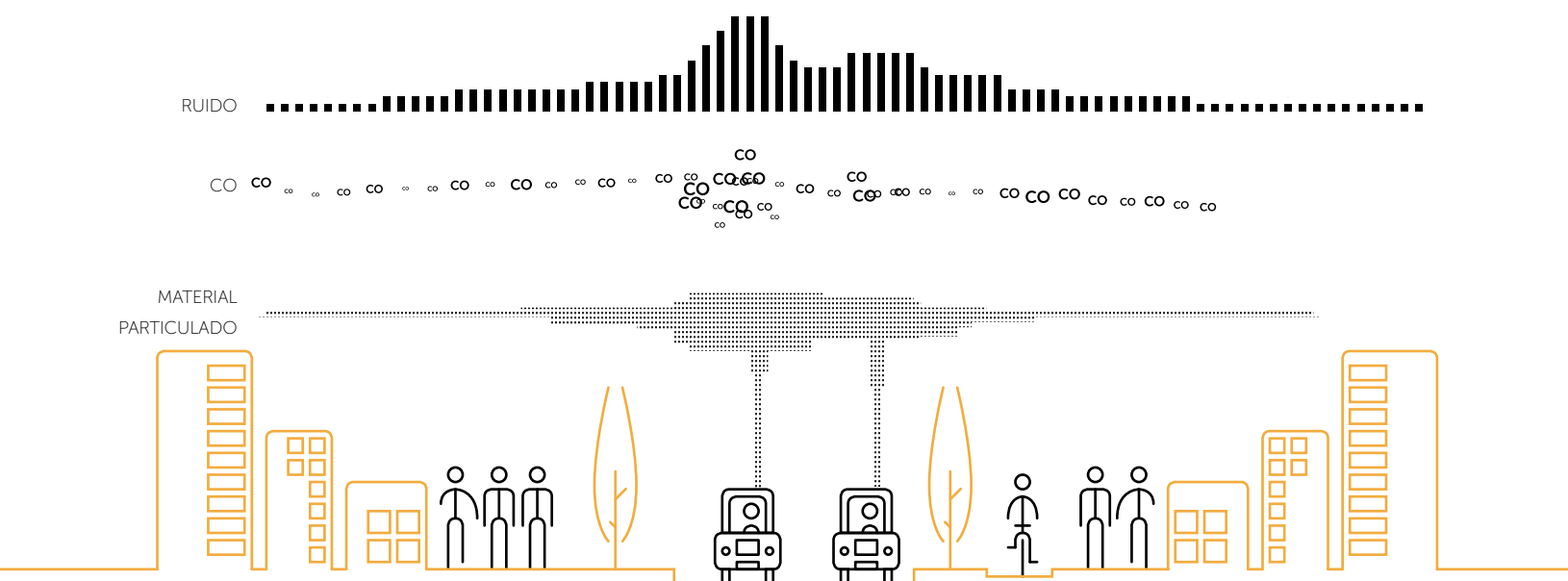
*Escenario menos deseable. Poca distancia entre los vehículos y el ciclista, cañón urbano, presencia de vehículos pesados y alta probabilidad de incidentes con peatones.*

### ESCENARIO IDEAL

Teniendo en cuenta los lineamientos presentados anteriormente, es ideal que la infraestructura para bicicletas se construya en lugares apartados de la red vial principal y de las industrias, maximizando el tránsito por parques, alamedas, escenarios deportivos, entre otros.

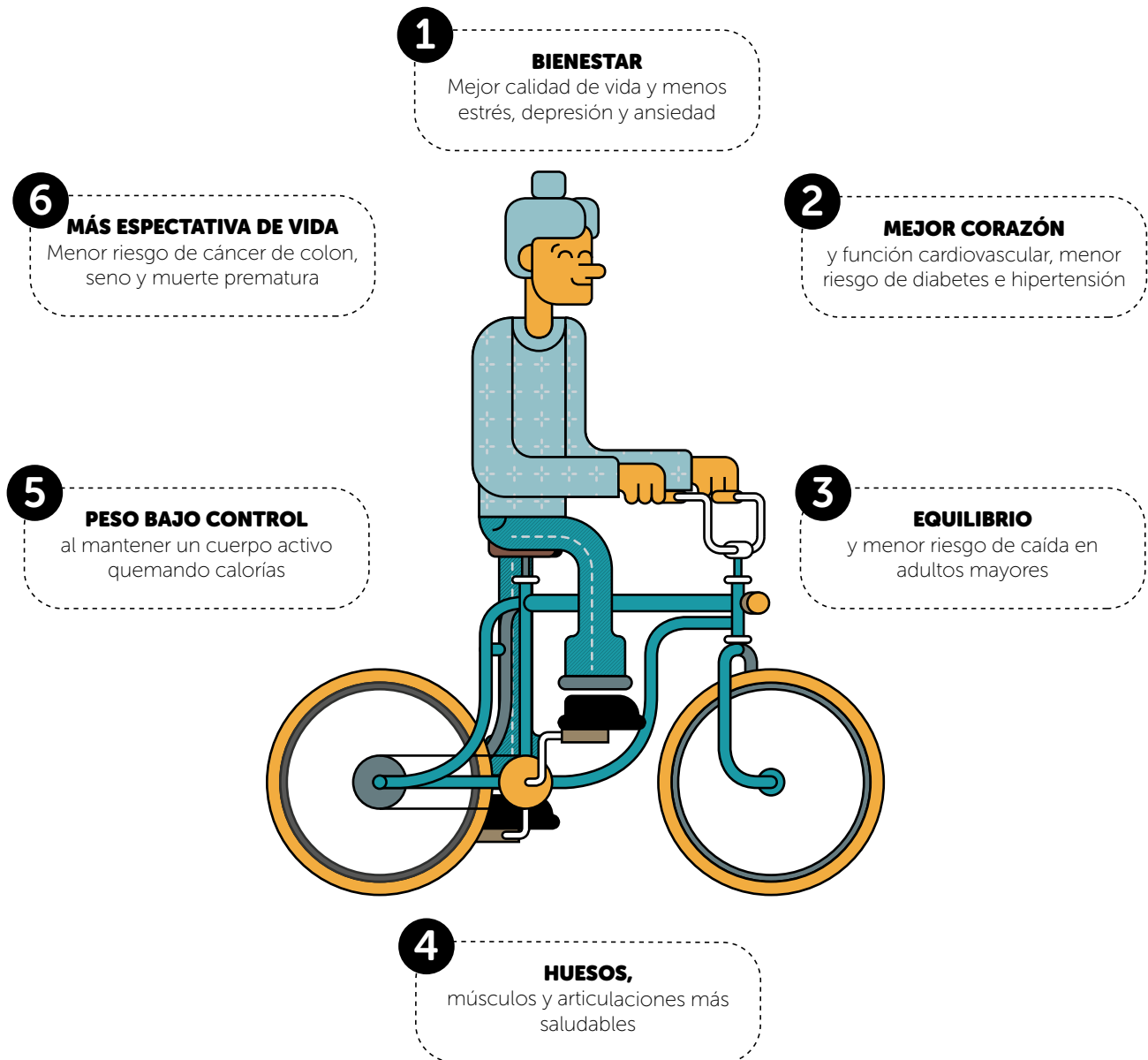
Sin embargo, teniendo en cuenta las disposiciones del espacio público y el diseño de los sistemas de transporte, es recurrente que dicha infraestructura se construya sobre las vías de tráfico motorizado. En estos casos, debe procurarse que los ciclistas se encuentren lo más alejados posible de las fuentes de emisión y que idealmente el tráfico predominante corresponda con vehículos livianos.

A su vez, debe garantizarse que exista un espacio entre la infraestructura para bicicletas y la vía, independiente del tipo de vehículos que predominen en ella. Finalmente, es deseable que, a las variables ya mencionadas, se añadan barreras naturales y que el espacio público circundante se aproveche para generar cambios urbanos y paisajísticos en la ciudad.



*Propuesta de escenario ideal para la construcción de cicloinfraestructura.*

## 1.5. BENEFICIOS PARA LA SALUD DERIVADOS DEL USO DE LA BICICLETA



Construída a partir de: Folleto informativo ¿Nos movemos hacia ciudades más saludables? Evidencias sobre transporte activo en Bogotá y Colombia (UNIANDES, 2015).

## BENEFICIOS DEL USO DE LA BICICLETA

Usar la bicicleta como modo de transporte es una forma de promover la actividad física moderada y frecuente en la vida cotidiana de la población, trayendo beneficios a la salud relacionados con la prevención de enfermedades crónicas, disminución de hipertensión arterial, hiperlipidemia, diabetes, obesidad y cáncer de colon y seno.

Estudios científicos realizados en ciudades europeas han asociado el uso de la bicicleta con una reducción de 28% en el riesgo de mortalidad por todas las causas, encontrando además que países con mayores tasas de uso de la bicicleta tienen menor prevalencia de obesidad (BID & UNIANDES, 2016c).

Se estima que montar en bicicleta por 30 minutos cada día combinado con disminución en ingesta calórica se asocia con una pérdida de peso que es comparable a realizar tres clases de aeróbicos a la semana. Igualmente, niños que usan la bicicleta para ir al colegio han mostrado una asociación positiva con los niveles de actividad física y una relación inversa con sobrepeso y obesidad.

Revisiones de casos específicos para ciudades de América Latina demuestran que las principales intervenciones para promover el uso de la bicicleta en América Latina son las Ciclovías Dominicales y la construcción de infraestructura dedicada a la bicicleta para transporte urbano.





LOS PLANES DE SEGURIDAD VIAL  
URBANOS DEBEN ESTRUCTURARSE  
A PARTIR DE **LAS NECESIDADES**  
PARTICULARES **DEL CICLISTA** Y DE LAS  
CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA  
QUE POTENCIEN TODAS SUS VENTAJAS

Más información en la publicación “Cómo impulsar el ciclismo urbano:  
Recomendaciones para las instituciones de América Latina y el Caribe”  
<https://publications.iadb.org/handle/11319/8228>



# SEGURIDAD VIAL

# 2

## 2.1 EL PARADIGMA DE SEGURIDAD VIAL DEL CICLISTA

Las carreteras, los vehículos y nosotros los humanos, conformamos el sistema vial de transporte. Estos tres actores son muy diferentes en cuanto a tamaño, robustez y, sobre todo, vulnerabilidad.

El ciclista es especialmente frágil porque carece de carrocería o estructura protectora, y cualquier invasión de su espacio puede traer consecuencias graves en su integridad. Los planes de seguridad vial en ciudades, por tanto, deben ser profundamente conscientes de dichas diferencias y estructurarse a partir de las necesidades particulares del ciclista y de las condiciones de infraestructura que potencialicen todas sus ventajas.

El paradigma tradicional de seguridad vial se enmarca en la existencia y cumplimiento de las señales de tránsito, donde el vehículo motorizado se concibe como el actor central del sistema vial. Pocas veces la señalética está dirigida a influenciar el comportamiento y salud de otros usuarios, como peatones y ciclistas; por ejemplo, las dimensiones y ubicación de estas responden al campo visual de los conductores de vehículos motorizados, las indicaciones para arribar a un destino casi siempre están pensadas para el desplazamiento a bordo de un automóvil, y la mayoría de regulaciones en seguridad vial beneficia, en primera instancia, a dichos usuarios.

Por lo tanto, el primer paso en la estructuración de una agenda en seguridad vial para la promoción del uso seguro de la bicicleta, consiste en superar dicho paradigma y abordar la situación desde las verdaderas necesidades, riesgos y beneficios para el ciclista, reconociendo su vulnerabilidad, importancia social, derechos y deberes. Los países avanzados han desarrollado conceptos y filosofías frente a esta nueva visión de seguridad vial<sup>6</sup>, que expresan que los humanos somos los protagonistas del sistema, que somos poco tolerantes a las colisiones, y que tenemos destrezas limitadas, generando situaciones que propicien responsabilidades compartidas en la vía. De ahí que la infraestructura debe ser redundante en seguridad y permisiva ante los descuidos humanos.

Este capítulo desarrolla conceptos a la luz de la estructuración de un plan de seguridad vial para ciclistas, describiendo unos principios de reflexión y entendimiento, así como los principales contenidos que debe contener dicho plan y recomendaciones puntuales para su ejecución. Este plan debería integrarse dentro de un plan maestro para la bicicleta, como se hace mención en el documento “Cómo impulsar el ciclismo urbano, recomendaciones para las instituciones de América Latina y el Caribe” en el siguiente enlace: <http://www.iadb.org/es/proyectos/project-information-page,1303.html?id=RG-T2219>.

## 2.2 PRINCIPIOS DE UN PLAN DE SEGURIDAD VIAL PARA CICLISTAS

El propósito de esta sección es orientar la planificación de la seguridad vial de los ciclistas con tres perspectivas para reducir el riesgo a lesiones de tránsito.

**Confianza, civismo y reconocimiento Mutuo:** Es poco común encontrar en ciudades de América Latina y el Caribe que la proporción de usuarios de la bicicleta sea grande; rara vez la partición modal supera el 10% de los viajes<sup>7</sup>, lo que sugiere un reconocimiento limitado de este modo de transporte frente a otros. Sumado a esto, la desventaja estructural frente a los vehículos motorizados y la carencia de infraestructura exclusiva, genera desconfianza y aprensión por parte de los ciclistas, en especial por parte de los potenciales nuevos usuarios. Las máquinas pueden ser muy hostiles y generar miedo.

Por lo anterior, las autoridades deben trabajar en la legitimación del ciclista dentro del sistema de movilidad de las ciudades, incluyendo estrategias específicas en sus políticas públicas de transporte urbano. Lo anterior, para mejorar su confianza en los demás y permitir un reconocimiento generalizado como un actor vulnerable en vía, que requiere prioridad en el tránsito, atención y respeto para salvaguardar su integridad personal. Así mismo, la sociedad deberá retribuir con acciones y comportamientos preferentes que reconozcan al ciclista como un actor ejemplar e importante en la construcción de una comunidad más equitativa, sostenible y tranquila.

Dicha legitimación requiere, además, trabajar en la recuperación de dos principios cotidianos que resultan fundamentales para convivir armónicamente en los sistemas de movilidad urbana y permitir un reconocimiento mutuo de los actores viales: el **civismo** y el **respeto**. El civismo, entendido como la actitud y el comportamiento de una persona que cumple con sus deberes como ciudadano,

<sup>6</sup> Visión Cero (Suecia), Sustainable Safety (Holanda), 4P- Safe System (Corben Logan, et al., 2010).

<sup>7</sup> Consultar la guía de BID de “Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe: Guía para impulsar el uso de la bicicleta” — <https://publications.iadb.org/handle/11319/6808#sthash.B5nzDo8q.dpuf>.



contribuyendo al bienestar común de la sociedad. El respeto, entendido como el valor de reconocer el espacio público y de reconocerse a sí mismo, y a los demás actores en la vía.

Un ciclista cívico sabe vivir en comunidad y reconoce tanto sus derechos como sus responsabilidades, entendiendo que es un usuario más de la vía y que comparte el espacio urbano con otros actores, como los peatones y los conductores de los vehículos motorizados, quienes también requieren desplazarse con sus propias prioridades y limitaciones de tiempo y espacio. Por eso, adelantar estrategias para mejorar la confianza, el civismo y el reconocimiento mutuo de los actores viales es crucial para garantizar una movilidad segura para los ciclistas urbanos.

Dentro de las prácticas más propositivas a favor de una dialéctica cordial entre los actores viales, se reconoce el uso de iluminación y señales reflectivas por parte de los ciclistas. Estas son acciones de bajo costo que, además de advertir a conductores incautos sobre la presencia del ciclista, logra visibilizar y enriquecer la figura de la bicicleta de una manera pacífica y estética.

**Entendimiento y apropiación del vehículo:** El paradigma del transporte sostenible aboga por un “cambio de modo” hacia formas de transporte más eficientes. Dicho cambio de modo es útil si se logra mantener en el tiempo y ser usado de manera correcta. A diferencia de los usuarios de transporte público, sobre los ciclistas recae una gran responsabilidad en el funcionamiento de su vehículo y en el éxito del viaje: mantener la bicicleta en buenas condiciones mecánicas, elegir las rutas, usar indumentaria adecuada y especial, y preservar la motivación ante exigencias físicas y condiciones meteorológicas incómodas, entre otras. Lo anterior, hace que perpetuar el uso de la bicicleta como alternativa de transporte y fidelizar a los usuarios sea un reto, sobre todo cuando están constantemente tentados por vehículos motorizados rápidos y asequibles como la motocicleta, por ejemplo. Muchas veces, algo tan sencillo como una llanta mal inflada se convierte en el obstáculo para la realización de un viaje en bicicleta y en la pérdida gradual de interés en el modo.

Por lo anterior, se deben realizar acciones que orienten a los ciclistas sobre las prácticas seguras y buenos comportamientos: actividades e información para reconocer el estado mecánico de la bicicleta y solucionar las averías más comunes, definición de derechos y deberes en el tráfico, las rutas y vías más seguras y concurridas, ubicación de estacionamientos, talleres, almacenes, y puntos de interés para el ciclista.



**Diseño riguroso de infraestructura:** La bicicleta es un vehículo unipersonal sencillo muy sensible a las irregularidades del terreno; un bordillo muy alto o un hueco pequeño, que dentro de un vehículo motorizado son casi imperceptibles, pueden causar daños en la estructura de la bicicleta y la pérdida de equilibrio del ciclista. Por esto, las condiciones de infraestructura deberán ser excelentes en toda su extensión, y los criterios de calidad no pueden ser convencionales sino muy detallados, asegurándose que la cubierta asfáltica sea uniforme, libre de irregularidades, objetos y materiales que se opongan al desplazamiento de las bicicletas.

En los puntos de mayor riesgo de conflicto vial, la infraestructura y la señalización deben ser redundantes. No se deben escatimar esfuerzos ni recursos en comunicar a los ciclistas los riesgos existentes en la vía y, a los demás modos de transporte, la presencia de ciclistas. La instalación de señalización visible, reductores de velocidad, las intervenciones físicas a la medida de cada contexto y el uso de materiales de alta calidad, son consideraciones fundamentales para planificar las intervenciones de infraestructura.

### PLAN DE SEGURIDAD VIAL

Un plan de seguridad vial es un derrotero para la toma de decisiones conducentes a reducir el número de víctimas por siniestros de tránsito. Es apropiado estructurar planes desde la escala local que aboguen por problemáticas específicas, que planteen resultados en el mediano plazo y construyan capacidades en el sentido correcto. Sin embargo, la seguridad vial de ciclistas y peatones es un asunto que debe estar consignado de manera categórica en los planes maestros y políticas nacionales; con acciones, metas, indicadores y responsabilidades claras. Un plan de seguridad vial debería contemplar fundamentalmente los siguientes capítulos:

#### **Diagnóstico y análisis de los problemas de seguridad vial.**

Esta línea base deberá caracterizar las causas, lugares y magnitud de los siniestros, de tal manera que pueda revelar la génesis de las problemáticas. Así mismo, será necesario cuantificar indicadores que permitan priorizar las intervenciones y monitorear los beneficios del plan. Es preciso reconocer que no todos los fenómenos son cuantificables y que la percepción de la ciudadanía es muy importante, ya que el miedo y la falta de confianza son sensaciones que alejan a las personas para usar la bicicleta.

---

#### **Período del plan.**

El horizonte temporal permite escalar las actividades, costos y cronogramas de ejecución del plan. Plantear un plan a largo plazo, decenal, por ejemplo, permite que el plan sea independiente a cambios políticos y tengan mayor inercia y autonomía, así como asegurar recursos con mayores credenciales. Un plan a mediano plazo, por ejemplo un período legislativo municipal, es también positivo, porque permite autonomía en la ejecución del gasto y la toma de decisiones, los responsables son claramente identificados, y es posible que exista el compromiso político con los electores de la ciudad. No obstante puede resultar insuficiente para completar el ciclo de planificación, estructuración y ejecución de las estrategias definidas.

---

**Meta.**

Debe ser entendible para todos los ciudadanos, por supuesto, deberá ser objetiva frente al alcance del plan. De manera general, se recomienda abordar este punto con la siguiente oración: “En el año XX, la meta del plan es lograr una reducción en el número de muertos y heridos graves en YY %, tomando como base los números del año ZZ, donde el número de muertos era A y el número de heridos graves era B”. Plantear metas específicas para distintos actores de la vía es ideal, ya que esto supone un mayor compromiso y trabajo dirigido sobre ciertos modos, como la bicicleta y la caminata. El éxito del plan depende del cumplimiento de las metas planteadas.

**Propuestas de medidas a implementar.**

Este es quizá el contenido más notorio y central del plan, ya que corresponde a las acciones tangibles que se ejecutarán para el cumplimiento de las metas. Este inciso se deriva de un análisis de los indicadores de siniestralidad vial y su respectiva propuesta de solución. Por ende, cada medida presentada debe respaldarse con estudios técnicos de diseño, análisis de costo beneficio y marco regulatorio correspondiente.

**Costos y beneficios.**

Los resultados esperados del plan deben estar claramente identificados y estimados. Partiendo del éxito del plan, la reducción de siniestros impacta directamente en el beneficio de la sociedad. Estos aspectos deben ser transmitidos a la comunidad en aras de sensibilizar a los individuos y lograr su cooperación como actores viales.

**Responsables.**

La seguridad vial es reconocida con suma importancia por los gobiernos y por ello asignan la responsabilidad a los ministerios de los sectores de transporte y salud, o a agencias de seguridad vial a nivel nacional, así como a secretarías de tránsito o movilidad a nivel subnacional, con participación de autoridades policiales y entes de control. Es necesario consolidar la institucionalidad en la que existan profesionales designados para velar por la ejecución del plan, garantizando su asignación presupuestal y el empoderamiento dentro del organigrama para que se tomen decisiones de la manera más acertada y ejecutiva posible<sup>8</sup>.

**Monitoreo y reporte.**

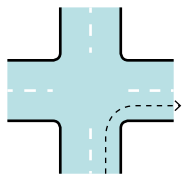
Ser conscientes del estado de ejecución de un proyecto es importante no solo para verificar el cumplimiento de los cronogramas, sino para comunicar a la sociedad el avance y los resultados preliminares más relevantes durante la ejecución del plan. Lo anterior permite crear relaciones de confianza con la comunidad y su entorno, que son al final el público objetivo del plan. Es muy importante dar a conocer la ocurrencia, ubicación y causa de los siniestros, para construir una memoria colectiva frente a los riesgos existentes en la ciudad. Algunos países han optado por crear Observatorios de Seguridad Vial como instrumento para difundir la información y mantener una retroalimentación con la comunidad y demás actores.

<sup>8</sup> “Cómo impulsar el ciclismo urbano: Recomendaciones para las instituciones de América Latina y el Caribe” – <https://publications.iadb.org/handle/11319/8228#sthash.NiOjijIT.dpuf>.

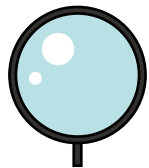
## 2.3 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE UN PLAN DE SEGURIDAD VIAL PARA CICLISTAS

**La velocidad de desplazamiento de los vehículos es una variable determinante en la probabilidad y severidad de los siniestros.** En espacios donde confluyan automotores y bicicletas, es necesario regular y controlar la rapidez de los vehículos, en especial si no existe infraestructura que segregue a los modos. En primera instancia, es conveniente instalar reductores de velocidad y sensores que reporten la velocidad de desplazamiento a los conductores, con el objetivo de inducir en los actores viales su auto regulación. Sin embargo, se debe realizar el control, vigilancia y fiscalización de su cumplimiento, ya que esta es una de las amenazas más grandes para la seguridad y representa peligro para todos los actores de la movilidad.

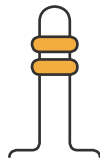
**Los puntos de mayor potencial de conflictos, como intersecciones y cruces, son los lugares más frágiles de la red.** Se deben priorizar recursos en levantar diseños técnicos bien fundamentados y asegurarse de ser redundante con la infraestructura, para que en dichos espacios la prioridad de los modos no motorizados sea evidente. Los radios de giro de los vehículos pueden hacerse más cerrados para obligar a bajar la velocidad, e incluso prohibirlos en los casos más difíciles. La instalación de espejos convexos, señalización reflectiva, y buenas condiciones de iluminación y visibilidad son criterios conducentes a resultados positivos en seguridad vial. El ajuste de los ciclos semafóricos puede usarse para darle prioridad en el arranque a las bicicletas, para que ingresen al campo visual de los conductores y puedan emprender su marcha con mayor tranquilidad. Instalar una luz bombilla exclusiva para ciclistas en los semáforos es, además, un acto de reconocimiento y legitimización contundente.



Reducir radios de giro



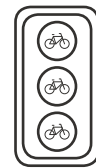
Espejos convexos



Señalización reflectiva



Buena iluminación



Ajuste de semáforos

*Las intersecciones son los puntos de mayor conflicto potencial dentro de la malla vial. El uso adecuado de estos elementos ayuda a reducir los riesgos mejorando la seguridad.*

**El conflicto menos deseable y extremo de todos, es aquel en el cual se involucran ciclistas y vehículos pesados de gran tamaño.** En espacios donde estos modos confluyan, deberían realizarse las adaptaciones y advertencias para que el ciclista esté protegido por infraestructura física y sea visible, ya que el campo visual de los conductores de estos vehículos se ubica superior en el horizonte, perdiendo el detalle sobre actores pequeños como las bicicletas y peatones. En ese sentido, organizar la operación del transporte público asignando paraderos fijos y establecer la logística del reparto de mercancías puede traer muchos beneficios, disminuyendo el número de encuentros entre dichos modos.

**Desarrolle coaliciones y acuerdos de colaboración con actores y grupos de interés.** Por ejemplo, con clubes de automovilistas y motociclistas, empresas de transporte público y gremios de camioneros, entre otros. Los pactos entre agrupaciones civiles tienen un valor especial en la fe de su cumplimiento y son pasos constructivos hacia los objetivos de la seguridad vial.

**Reconozca la bicicleta como un vehículo y trabaje en un proceso gradual de formalización de sus conductores y de sus derechos y deberes.** Promueva que las escuelas de conducción aborden el modo bicicleta y se desarrollen sistemas de registro e inventarios. Estas acciones organizadas por parte del estado se interpretan como buenos gestos para el ciclista, generando un compromiso civil y moral con el sistema de movilidad.

**Involucre el criterio de usos del suelo en el diseño de rutas para bicicleta;** por lo regular las zonas residenciales tienen un tráfico calmado y los parques y alamedas demuestran ser un espacio de integración social con el entorno de la ciudad. La guía “A todo Pedal” publicada por el BID en el 2016, tiene lineamientos interesantes para diseñar infraestructura ciclo inclusiva, que pueden ser útiles en el momento de adoptar estas recomendaciones de seguridad enfocadas a los ciclistas. Enlace: <https://publications.iadb.org/handle/11319/7530>.

**Asigne un segmento de la fuerza pública para la protección y seguridad de los ciclistas.** Las autoridades deberán identificar las zonas donde se cometen infracciones que puedan afectar la integridad del ciclista y donde se cometan delitos como robos de bicicletas. Para esto es necesario compartir el mismo espacio e itinerarios de dichos usuarios. Los patrulleros en bicicleta generan mucha confianza en los ciclistas y su presencia puede ser complementada con capacidades de asistencia mecánica y de primeros auxilios, labores de educación y promoción del buen uso, así como con acciones de comando y control.

**Nunca olvidar que el cambio de comportamiento es una misión de largo plazo** y cuyos resultados es posible que sean visibles con el cambio de generaciones, y que necesita de trabajo consciente y dedicado todos los días. Se sugiere adoptar la estrategia de “visión cero” donde la meta es que no ocurra ninguna fatalidad en ninguno de los modos.

# REFERENCIAS DE INTERÉS

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Universidad de los Andes (UNIANDES) (2016a). Estudio de evaluación y comparación de la exposición a material particulado para ciclistas urbanos en Bogotá y usuarios de otros modos de transporte. Bogotá, Colombia. Reporte en el marco del proyecto Estrategia Integral para el Uso de la Bicicleta en Ciudades de América Latina.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Universidad de los Andes (UNIANDES) (2016b). ¿Nos movemos hacia ciudades más saludables? Evidencias sobre transporte activo en Bogotá y Colombia. Folleto informativo en el marco del proyecto Estrategia Integral para el Uso de la Bicicleta en Ciudades de América Latina.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Universidad de los Andes (UNIANDES) (2016c). Revisión Sistemática de los beneficios en salud del uso de la bicicleta en poblaciones de América Latina. Reporte en el marco del proyecto Estrategia Integral para el Uso de la Bicicleta en Ciudades de América Latina.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Universidad de los Andes (UNIANDES) (2016d). Seguridad Vial con enfoque en la Bicicleta. Reporte en el marco del proyecto Estrategia Integral para el Uso de la Bicicleta en Ciudades de América Latina.

Bell, M. L., Cifuentes, L. A., Davis, D. L., Cushing, E., Gusman Telles, A., & Gouveia, N. (2011). Environmental health indicators and a case study of air pollution in Latin American cities. *Environmental Research*, 111(1), 57–66. <http://doi.org/10.1016/j.envres.2010.10.005>

- Bell, M. L., Davis, D. L., Gouveia, N., Borja-Aburto, V. H., & Cifuentes, L. A. (2006). The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo, and Mexico City. *Environmental Research*, 100(3), 431–440. <http://doi.org/10.1016/j.envres.2005.08.002>
- Corben, B.; Candappa, N.; Van Nes, N.; Logan, D.; Peiris, S. (2010) Generation of intersection designs within the safe system context. Task 5 report, Intersection study. Victoria, Australia.
- Fajardo, O. A., & Rojas, N. Y. (2012). Particulate matter exposure of bicycle path users in a high-altitude city. *Atmospheric Environment*, 46, 675-679.
- Franco, J. F. (2012). Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *Revista EAN*, (72), 193–204.
- Franco JF, Segura JF and Mura I (2016) Air Pollution alongside Bike-Paths in Bogotá-Colombia. *Front. Environ. Sci.* 4:77. doi: 10.3389/fenvs.2016.00077
- Green, J., & Sánchez, S. (2012). Air Quality in Latin America: An Overview. Clean air Institute. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Martin, M.; Tarrero, A.; González, J.; Machimbarrena, M. (2006) Exposure-effect relationship between road traffic noise annoyance and noise cost valuations in Valladolid, Spain. *Applied Acoustics*, 67, 945-958.
- Melamed, M. L., Zhu, T., & Jalkanen, L. (2013). Urban Air Pollution: a new look at an old problem. *Global Change*, (80), 20–23
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (1999) Guidelines for community noise. Londres, Reino Unido.
- Öhrström, E.; Skanberg, A.; Sevenddon, H.; Gidlöf-Gunnarsson, A. (2006) Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration*. 295, 40-59.
- Pacheco, J.; Franco, J.F.; Behrentz, E. (2009) Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: estudio piloto. *Revista de Ingeniería, Universidad de los Andes*, 30, 72-80.
- Ramírez González, A.; Domínguez Calle, E.; Borrero Marulanda, I. (2011) El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles. *Revista Academia Colombiana de la Ciencia*, 35 (135), 143-156.

