



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

LA BICICLETA: UNA ALTERNATIVA DE MOVILIDAD ANTE
EL RETO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE

I N G E N I E R O C I V I L

PRESENTA:

ALEJANDRO ALVAREZ REYES



MÉXICO D. F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESTE TRABAJO ESTA DEDICADO, EN ORDEN DE EDAD:

A la memoria de Oscar Reyes Retana Rivero.

A Manuel Álvarez y a Marta Reyes Retana por todas las razones por las
que se puede estar agradecido.

A Lorenzo Reyes Retana, ingeniero extraordinario.

A Regina Reyes Retana, madrina sensacional, ejemplo de dedicación y
trabajo.

A Lorenzo Álvarez, compañero de la vida y socio fundamental.

A María Álvarez, compañera de la vida y de la Universidad.

A Emilia Saldaña Álvarez.



AGRADECIMIENTOS:

A Luis Zárate y a Sergio Macuil, profesores de la etapa de Ingeniería aplicada, por su inmenso apoyo y ayuda.

A Bernardo Baranda, amigo entrañable que me reencontró con la bicicleta.

Al Ing. Carlos Chavarri, guía y asesor constante en la aventura de la Facultad de Ingeniería.

Al Ing. Juan Ocáriz Castelazo, quien además de enseñarme mecánica clásica, me mostró desde la etapa de ciencias básicas porque la UNAM es la mejor Universidad de Iberoamérica.

Al Ing. Juan Carlos Fernández Casillas, admirado y estimado profesor de la etapa de ciencias de la Ingeniería.

A Farid Barquet, por su valiosa ayuda y apoyo y con quien comparto la enorme alegría de concluir este ciclo.

A mis primas Maite, Ana, Lorenza, Luisa, Eugenia, Julia y Tatiana por su ejemplo en estas instancias.

A mis primos Oscar, Jerónimo, Eduardo y Mauricio a quienes espero dejarles un precedente después de años de caballeridad.

A la banda del Estadio Olímpico y a los PUMAS, porque con ellos comparto otra manera de querer a la Universidad.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	PAG. 6
CAPÍTULO I	
ANTECEDENTES.....	PAG. 9
CAPÍTULO II	
LA BICICLETA EN EL SISTEMA DE MOVILIDAD.....	PAG. 21
CAPÍTULO III	
POLÍTICAS, PLANEACIÓN, GESTIÓN Y NORMATIVIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DE BICICLETAS AL SISTEMA DE MOVILIDAD.....	PAG. 39
CAPÍTULO IV	
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA PARA MOVILIDAD EN BICICLETA.....	PAG. 46
CONCLUSIONES.....	PAG. 85
BIBLIOGRAFÍA.....	PAG. 88



INTRODUCCIÓN.

El calentamiento global es sin duda uno de los fenómenos naturales más preocupantes a casi concluida una década del siglo XXI.

Estudios recientes han asociado las actividades humanas con la liberación de gases de efecto invernadero, los cuales evitan el escape de calor fuera de la atmósfera. (FAQ – *About Global...*, EPA, 2007)

Las ramificaciones y consecuencias de este fenómeno representan graves riesgos para el planeta y sus habitantes: el clima extremo, la anormal fuerza y frecuencia con la que últimamente golpean los huracanes, el derretimiento de glaciares y el consecuente aumento en el nivel del mar, por mencionar sólo algunos, son factores que ya afectan gravemente al planeta, ocasionando pérdida de vidas y cuantiosas pérdidas económicas.

Esto representa un llamado a la reflexión dirigido a los profesionales de la infraestructura, sobre la

necesidad de pensar alternativas para desarrollar nuestras actividades de manera sustentable, evitando el daño que estamos provocando en nuestro planeta.

Una de las actividades fundamentales que facilita la existencia del hombre es el transporte. Necesitamos movernos según nuestro rol en la sociedad y desplazar una enorme cantidad de insumos y mercancías. No se puede entender el ciclo económico de nuestros días sin estas dos actividades.

Estudios históricos ubican al transporte con una contribución de entre el 15 y el 31% del total de las emisiones totales de CO₂ emitidas por el hombre desde la época pre-industrial. En los últimos 100 años esta contribución ronda el 16%. (Fuglesvedt, Bernsten, Myhre, Rypdal, Bieltvedt, 2007).

Visto por sub-sector, el transporte terrestre es el mayor productor de emisiones de CO₂, y mientras que éstas emisiones aumentaron 13% entre 1990 y 2000, las emisiones atribuidas al



transporte terrestre aumentaron 25%. (Fuglesvedt et al., 2007)

Este dato cobra relevancia ya que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, órgano dependiente de la ONU, ha identificado al transporte terrestre como uno de los sectores claves con potencial de reducción de emisiones, a través del transporte no motorizado. (*Climate change...*, IPCC, 2007)

Entre otros factores, ese potencial representa una de las motivaciones clave para la realización de este manual de implementación de proyectos para promover la movilidad en bicicleta.

Este trabajo está dirigido a autoridades y gobiernos de todos los niveles, profesionales de la planeación urbana, asociaciones civiles afines al tema y a cualquier persona interesada en la movilidad sustentable.

El manual recoge la experiencia del autor, primeramente en el sector de transporte ferroviario y posteriormente en el Centro de Transporte Sustentable para la

Ciudad de México (CTS), organización no gubernamental, sin fines de lucro, conformada por expertos comprometidos con la calidad de vida de los mexicanos. En el CTS el autor estuvo en contacto directo con los actores claves en el ámbito del transporte sustentable en la Ciudad de México.

Este manual pretende ser una guía para la implementación de iniciativas favorables a la movilidad en bicicleta. Es un condensado de las publicaciones más prestigiadas en la materia combinado con la experiencia de trabajo en esta área en específico. Está pensado para su aplicación en el contexto y realidad mexicanas.

Se aborda el tema con un enfoque que va de lo general a lo particular, partiendo de los antecedentes de la bicicleta, su historia y su contexto, tanto en México como en el resto del Mundo. Después se ubica la movilidad en bicicleta en el contexto del transporte urbano, se establecen las ventajas y barreras a su uso y se describe su relación con otros modos de transporte.



En la tercera parte del trabajo se abarcan los aspectos institucionales y de gestión favorables a la movilidad en bicicleta, así como la planeación y normatividad aplicable. En la parte final, se describen las cuestiones técnicas e ingenieriles para el desarrollo de infraestructura para movilidad en bicicleta.



I. ANTECEDENTES.

I.i Historia y contexto de la bicicleta en la ciudad.

Resulta casi imposible en pensar en una ciudad hoy en día en que no existan bicicletas, desde su invención han estado presentes en el contexto urbano en mayor o menor medida.

Paradójicamente su consideración como modo de transporte es de algunos años hasta ahora y en los mejores casos unas cuantas décadas, a pesar que los beneficios de su uso en ciudad son innegables.

En la década de los setenta, debido al incremento en el número de automóviles en ciudades, la contaminación y congestión pasaron a primer plano como problemas urbanos, esto, combinado con la crisis del petróleo, llevó a algunos gobiernos a la reflexión para resolver la dependencia de éste energético que comenzaba a ser caro, escaso y finito.

De esta reflexión surgió la iniciativa de desarrollar planes y programas para darle un fuerte

impulso a la bicicleta y a los modos sustentables de transporte.

No obstante el terreno que han seguido ganando los automóviles, en las últimas décadas ya se puede hablar de promoción generalizada de la movilidad en bicicleta en Europa y un poco más tarde en algunas ciudades de Estados Unidos y Canadá.

Para el caso de Asia, la bicicleta siempre ha ocupado un papel importante, en ciudades de Japón y en Hong Kong, por ejemplo, el alto costo y lo reducido del espacio urbano han colocado a la bicicleta como una excelente opción para evitar la congestión y los altos precios de estacionamiento para automóviles.



Cicloruta Av. El Dorado. Bogotá, Colombia



En China el elevado uso de bicicleta se asocia a su modelo económico, el propio gobierno chino, impulsa desde hace muchos años su uso, por su conveniencia y bajo costo. En India, la situación de pobreza provoca que sus habitantes no compren automóviles, y esto ha derivado en varias formas de transporte no motorizado, inclusive caminar es uno de los modos de transporte mas extendidos en ciudades de este país asiático.



Templo móvil. Bombay, India.

Para el caso de América Latina esta promoción comenzó hace pocos años, ciudades como Bogotá, que cuenta con una red planeada de mas de 300 Km. y un programa integral de ciclorutas, hecho que ha cuadruplicado su uso. (Montezuma, 2003)

Ejemplos más recientes se han dado en Santiago de Chile, Lima y la Ciudad de México. Es de destacar también el caso de Cuba, donde como en el caso de China, el modelo socialista ha promovido el uso de bicicleta – en 1990 se distribuyeron casi tres millones de ellas (Nasco, 2000) –, sin embargo, el caso de la isla es mas complicado porque no obstante de ser el modo de transporte mas popular, existe desabasto de refacciones.

En los países mencionados, diversas acciones se han llevado a cabo para promover la movilidad en bicicleta, desgraciadamente en muchos casos se trata de iniciativas aisladas, que no responden a una planeación integral o a una política pública, sin embargo éstas acciones son de enorme valor.

Pueden destacarse:

- Construcción de ciclovías y estacionamientos de bicicletas.
- Desarrollo de esquemas multimodales como acceso de bicicletas a sistemas masivos de transporte.



- Soportes para transportar bicicletas en autobuses de transporte público.
- Cierres dominicales o en fechas conmemorativas.
- Instalación de estacionamientos para bicicletas en estaciones de metro, tren o en centros de transferencia modal.



Tren para llevar bicicletas. Dinamarca © - The Danish Road Directorate

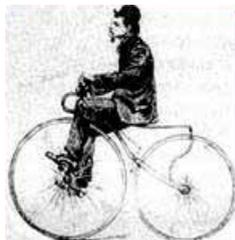


I.ii Historia y contexto en el mundo.



Celerífero de Sivrac

Los orígenes de la bicicleta se remontan al siglo XVIII, en 1791 un francés, el Conde Mede De Sivrac inventó "el celerífero", que consistía en un bastidor de madera al que se añadían las ruedas. El vehículo no tenía manubrio; el asiento era una almohadilla en el bastidor y se propulsaba y dirigía impulsando los pies contra el suelo. A partir de este modelo surgieron varios más experimentales en el transcurso de los años.



Velocipedo de Michaux

En 1866 Ernest Michaux, otro francés, introdujo el uso de pedales. Por éste hecho, se considera a Michaux el precursor directo de la bicicleta. Fue hasta 1869 cuando se patentó formalmente

la máquina con el nombre moderno de bicicleta. (Orozco, 2002)

Desde entonces hasta inicios del siglo XX se le fueron haciendo mejoras y surgió el ciclismo de competencia. Se puede hablar de un esplendor de la bicicleta, en especial en Europa, donde en 1890 se fabricaron 100,000 bicicletas y pasaron a un millón en tan sólo seis años; esto coincidió con que en 1910 ya podía adquirirse una bicicleta con el salario de un mes de un trabajador medio (*Historia de la bicicleta*, 2003)

Es en esta época, donde gracias a los avances que para la producción en serie aportó la bicicleta, se comienza a fabricar una gran cantidad de automóviles, estableciéndose éstos como un paradigma de progreso y modernidad; no obstante que el movimiento modernista nunca habló de ciudades con muchos automóviles, sino de ciudades para todos. (Berman, 1999)

Desde 1950 hasta nuestros días, mientras que la población se multiplicó por 2.7, la cantidad de



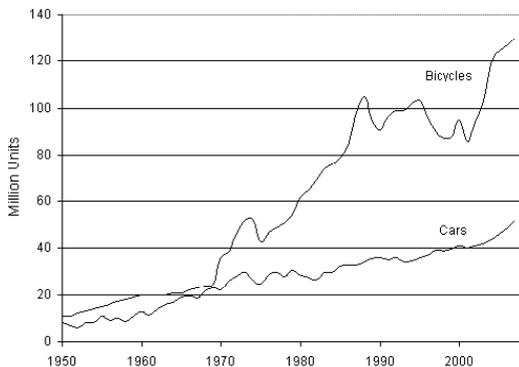
automóviles aumentó casi diez veces (Matthew, 2008), con consecuencias favorables en términos de movilidad individual pero también esto ha derivado en problemas de congestión, contaminación y accidentes. Es alentador y significa un enorme nicho de oportunidad el dato de que hoy en día, a un poco más de 100 años del primer esplendor de la bicicleta y del surgimiento del automóvil el número de bicicletas es de 1000 millones (*Bicycles produced*, 2009) aproximadamente -una y media veces el número de automóviles (*Cars produced*, 2009)- y su producción es mayor y sólo las bicicletas que existen en Asia mueven a más personas que todos los automóviles del mundo.



Primeras bicicletas modernas

Es así, como en la segunda mitad del siglo XX la evolución tecnológica de la bicicleta ya no fue tan rápida, se volvió objeto de recreación y deporte mayoritariamente, exceptuando el caso de algunos países donde siempre ha tenido una presencia importante en número de viajes alcanzando niveles del treinta o cuarenta por ciento del total, como es el caso de Holanda, Dinamarca, Suecia y China, por mencionar sólo algunos.

Producción de bicicletas vs. producción de automóviles 1950 - 2010



Source: Worldwatch; Bike Europe; Global Insight



La bicicleta en China es muy popular



En estos países del norte de Europa, el elevado uso de bicicletas esta directamente asociado con la alta calidad de vida, ya que los efectos benéficos a largo plazo asociados a la movilidad en bicicleta han tenido tiempo suficiente para crear repercusión, específicamente en la salud, medio ambiente, reducción de la contaminación, congestión y mejoras significativas en la movilidad de las personas.



I.iii Historia y contexto en México.

Los primeros vehículos de locomoción humana de los que se tiene registro en el país, aparecieron en la Ciudad de México, hacia 1888. En ese entonces éstos eran conocidos como bicislos y eran sólo accesibles para las clases sociales mas privilegiadas.

Los bicislos eran muy pesados y toscos, causaban enorme molestia entre los habitantes de la ciudad que en su mayoría transitaban a pié. El gobierno intervino y expidió decretos para proteger a los ciclistas de las continuas protestas de los otros transeúntes.



Paseo de la Reforma a principios del Siglo XX.
México, D.F.

Poco después la popularidad de los bicislos aumentó considerablemente, al grado de que para principios de siglo se encontraban registrados casi 4,000 de ellos, esta popularidad derivó en la formación de clubes de aficionados y organización de desfiles por el Paseo de la Reforma, inclusive se llegó a considerar como vehículo para el ejército. (López, Rangel, De La Sierra, 1982)

A partir del inicio del siglo XX, la introducción de la producción en serie paulatinamente fue acercando la bicicleta a los sectores más populares de la población. Esto se combinó con que en ese momento aparecieron los primeros automóviles en la ciudad, que de inmediato se volvieron símbolo de riqueza y progreso.

Finalmente unos años mas tarde surgieron los tranvías, por lo que la combinación de estos factores de alguna manera desplazó a la bicicleta como modo de transporte en la Ciudad de México.



Cuernavaca, en tiempos de pueblo ciclero.

La cultura del automóvil relegó a la bicicleta a ser un medio de transporte para las clases más desprotegidas que no podían adquirir un automóvil o simplemente como vehículo de recreación o para niños, pero dados sus innegables beneficios como un vehículo barato y eficiente, muchas personas la utilizan por gusto y algunos oficios la adoptaron como su modo de transporte principal. Un ejemplo de esto son los repartidores, los panaderos, los jardineros, los empleados de la construcción, los afiladores, los vendedores de tacos, y muchos otros que hasta la fecha continúan utilizándola.

Otro ejemplo de cómo la bicicleta ha estado siempre presente en la vida cotidiana de México, son los llamados “pueblos cicleros”, término que ha veces se ha

utilizado para describir lugares de bajo desarrollo o progreso, sin embargo éste fenómeno se dio principalmente por la conveniencia de utilizar bicicleta en pequeñas ciudades o poblaciones donde es evidente su conveniencia por la magnitud de las distancias.

Uno de los factores que propició el renacimiento de la bicicleta en México al igual que en otros países fue el ciclismo deportivo, en el cual tenemos una considerable tradición que inclusive se ha traducido en preseas olímpicas. Además, una gran parte de la población ha practicado el ciclismo en algún momento de su vida por recreación.



Belem Guerrero. Ciclista mexicana medallista en Atenas 2004.



Más recientemente en la década de los noventa el *boom* del ciclismo de montaña ha incrementado la actividad ciclista.

La combinación de estos factores también impulsó el desarrollo de la bicicleta como industria, con base en cifras del INEGI, en el año 2003 en México se producían cerca de 1.5 millones de bicicletas por año, la mayoría para exportación. (*Censos Económicos*, INEGI, 2004)

Hoy en día existe una importante variedad de marcas de bicicletas mexicanas, por mencionar sólo algunas están Benotto, Bimex, Turbo, Magistrioni, entre muchas otras.

No obstante que la bicicleta es una constante en la historia y en la cultura cotidiana de México, ésta ha sido históricamente marginada de los planes, estudios e iniciativas de gobierno en materia de transporte público no obstante que la última encuesta origen-destino realizada en la Ciudad de México en 2007, reporta alrededor de 430,000 viajes realizados en bicicleta cada día, cifra superior al de los viajes realizados en Metrobús,

trolebús, tren ligero y motocicleta. (*Encuesta Origen...*, INEGI, 2007)

Sin embargo son muy escasas las acciones que se llevan a cabo para favorecer a este modo de transporte en nuestro país.



Bicitaxi en el Zócalo. México, D.F.

Hasta el año 2002 era prácticamente nula la infraestructura y muy pocas las iniciativas favorables a la movilidad en bicicleta en México, no obstante la constante solicitud desde la década de los ochenta del Movimiento Ciclista de México y más recientemente de Bicitekas, A.C. por realizar acciones y obras en la materia en la Ciudad de México.

Existen casos similares de asociaciones civiles que promueven la Movilidad en bicicleta en algunos estados de la



República como son Morelos,
San Luís Potosí y Chihuahua.



Paisaje común en un pueblo mexicano.

Como ejemplos recientes de
obras y acciones se pueden
señalar:

- La Ciclovía de la Ciudad de México, con una extensión de 90 Km. En el trazo de la antigua vía de ferrocarril México – Cuernavaca además de dos circuitos en el Bosque de Chapultepec y uno mas sobre Avenida Chapultepec hasta el Zócalo.
- El Sistema de Transporte Colectivo – Metro Distrito Federal desde mayo de 2004 permite el acceso de bicicletas los Domingos y

mas recientemente en días
festivos.

- El Metrobús de la Ciudad de México también permite el acceso con bicicletas, sujeto a disponibilidad de espacio en domingo y entre semana en horario restringido.
- En Ciudad Juárez, Chihuahua, existe un proyecto para construir 400 kilómetros de Ciclovías.



Ciclovía. México D.F.

- En Octubre de 2003 se llevo a cabo el Primer Seminario Internacional de Vías Verdes donde se abundó sobre experiencias internacionales en la materia y se expusieron proyectos e iniciativas que se realizan en México.



- En un esfuerzo conjunto entre el gobierno y las asociaciones promotoras actualmente se trabaja en promover la instalación de estacionamientos de bicicleta en estaciones del metro, así como en la instalación de soportes para transportar bicicletas en autobuses de transporte público en el Distrito Federal fomentando a través de estos programas los viajes intermodales bicicleta – transporte público.
- Desde Julio del 2007 se realizan cierres dominicales en el Paseo de la Reforma y en algunas delegaciones para el libre tránsito de bicicletas.
- Asimismo en Guadalajara, Monterrey y Mérida también se cierran algunas avenidas los domingos para el tránsito de bicicletas, peatones, patines y demás formas de movilidad sin motor.
- El 1er Congreso Nacional de Ciclismo Urbano se llevó a cabo en Ciudad de México en junio de 2008 contando con la participación de 100 representantes de grupos ciclistas de once estados del país, autoridades del gobierno federal y especialistas de España, Chile y Estados Unidos.
- La administración 2006-2012 del Gobierno del Distrito Federal ha anunciado y promovido en forma mas consistente acciones favorables a la movilidad en bicicleta, ejemplos de esto son las llamadas ciclo estaciones que permiten rentar bicicletas a bajo costo, préstamo gratuito de bicicletas a través del Instituto de la Juventud, así como el anuncio de construcción de una extensa red de ciclovías.



Soporte para bicicletas en autobús de RTP.
México, D.F.

Si bien las acciones favorables a la movilidad en bicicleta en México todavía pueden considerarse aisladas, son de enorme valor y demuestran que existe un enorme potencial de desarrollo en la materia dado el gran número de ciudades medias y pequeñas, sin embargo es recomendable que en el futuro, éstas acciones e iniciativas respondan a lineamientos de política pública y se desarrollen con la planeación adecuada que permita que la bicicleta se inserte en el sistema de movilidad de la ciudad.



II. LA BICICLETA EN EL SISTEMA DE MOVILIDAD.

II.i La bicicleta como alternativa de transporte.

La movilidad es una necesidad esencial de los seres humanos, ya que todos los días nos trasladamos para llevar a cabo nuestras actividades dentro del rol o actividad que desempeñamos en la sociedad. Por las condiciones de complejidad y saturación que presentan las ciudades de nuestros días, la tendencia ha sido a que la movilidad camine de la mano con problemas de deterioro ambiental, pérdida de tiempo, accidentes y de mala calidad de vida en general.

Esto ha llevado a la reflexión y búsqueda de maneras de facilitarla, en especial en países en vías de desarrollo – donde la población urbana tiende a crecer en detrimento de la rural – con sus consecuentes aumentos en rubros como contaminación, congestión y niveles de accidentalidad.

En este contexto, y buscando alternativas ante esta

problemática, es que la bicicleta se presenta como una excelente opción para mejorar la movilidad en las ciudades.

Un sinnúmero de estudios demuestran que el aumento de uso de un modo de transporte, significa menos uso de otro (*Collection of cycle...*, DRD, 2000). Por lo tanto, la promoción de la bicicleta como modo de transporte tiene un impacto importante en la movilidad de las ciudades ya que el aumento de viajes en ella, significa reducción en otros modos, lo cual a la larga puede representar menor congestión, mejor calidad del aire, entre otros beneficios.



Estación de ferrocarril. Ámsterdam, Holanda.



Es también de consideración un dato que indica que pasamos aproximadamente el 10% de nuestras vidas transportándonos (De Almeida, A. Entrevista personal, 26 de Agosto de 2005)

Pensando en una expectativa de vida de alrededor de 70 años no es muy alentador considerar pasar 7 años de nuestra vida dentro de un automóvil, sobretodo cuando existen de manera muy accesible otros modos que representan beneficio para nosotros mismos y para nuestra comunidad, modos mucho mas humanos, amigables y sustentables, como la bicicleta.



II.ii Beneficios de la movilidad en bicicleta.

Eficiencia

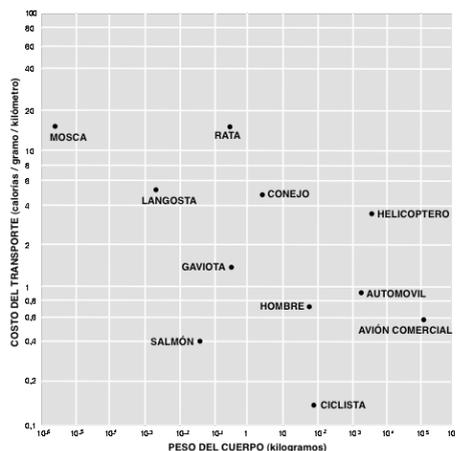
En 1973, simultáneo a la primera crisis energética, Stuart Wilson publicó un artículo que pronto se hizo clásico en las referencias a la eficiencia energética de la bicicleta.

“Cuando se compara la energía consumida en el en el movimiento en función del peso de diversos animales y máquinas, resulta que una persona caminando es bastante eficiente (consume alrededor de 0,75 calorías por gramo y kilómetro), pero no lo es tanto como un caballo, un salmón o un avión. Con la ayuda de una bicicleta, sin embargo, el consumo se reduce a la quinta parte (aproximadamente 0,15 calorías por gramo y por kilómetro). Por consiguiente, además de incrementar la velocidad del peatón por un factor de tres o cuatro, el ciclista mejora su eficiencia hasta situarse entre las criaturas móviles y las máquinas” Ver figura. (Wilson, 1973, p.82, citado por Sanz, Pérez S. Y Fernández, 1999, p.18)

Es importante resaltar que para realizar un análisis de eficiencia completo es necesario considerar todos los factores que posibilitan la movilidad. En el caso en el que la movilidad es asistida por una máquina, es necesario restar el consumo energético de su fabricación, así como de la construcción de la infraestructura que permite ésta movilidad. Sin embargo esta reducción resulta mínima si se compara con la de los vehículos motorizados.

Sólo en el proceso de fabricación, un automóvil consume entre 70 y 100 veces mas energía que la utilizada para fabricar una bicicleta. (Sanz et al., 1999).

Eficiencia energética de la movilidad de animales y máquinas. (Wilson, 1973,citado por Sanz, 1999)





Medio ambiente

Además de su reducido consumo energético la bicicleta es un modo de transporte no contaminante y sustentable, el aumento en su uso, reduce emisiones al ambiente.



Los ciclistas no contaminan.

En el tema de ruido, el que producen las bicicletas es infinitesimal comparado con el de los vehículos automotores, asimismo el consumo de espacio de la infraestructura ciclista es mínimo.

Salud y estilo de vida

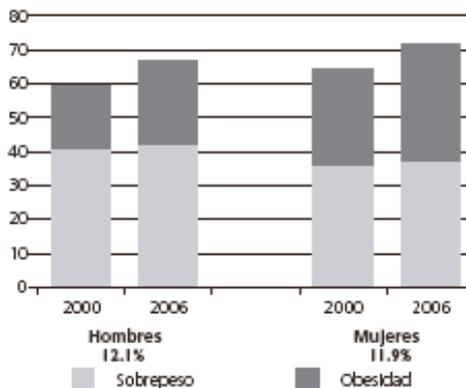
Andar en bicicleta cotidianamente tiene efectos sumamente positivos en la salud, un estudio realizado en Dinamarca donde 25% de los entrevistados utilizaba bicicleta cotidianamente

para ir al trabajo, estos resultaron tener tasas de mortalidad 30% menores comparados con quien no la utiliza. (Andersen, Schnohr, Schroll, 2000)

Es fundamental hacer esta consideración para el caso de México debido al gran incremento que ha tenido en años recientes el sedentarismo y sus consecuencias como la obesidad y diabetes. Estos dos padecimientos hoy en día son considerados problemas de salud pública, ya que de acuerdo con el Instituto Nacional de Salud Pública, mas del 60% de los adultos en México, presenta cierto grado de obesidad. (Barquera, 2007)

Aumento de sobrepeso y obesidad en adultos mexicanos, 2000 - 2006

* Encuesta Nacional de Salud 2000 y 2006.





Aunque cada modalidad de ejercicio tiene sus particulares ventajas y desventajas, andar en bicicleta presenta muchas virtudes, primero porque implica contracción rítmica de los músculos largos de las extremidades y, por lo tanto, es un ejercicio aeróbico ideal. En segundo lugar porque representa un nivel adecuado de intensidad sin tensiones excesivas de los músculos y las articulaciones y finalmente otra ventaja es que esta al alcance de prácticamente todos los niveles sociales y grupos de edad sin romper las costumbres habituales.

En paralelo a estas ventajas para la salud en lo individual, en lo general, el uso de bicicleta trae beneficios para todos. Ayuda a reducir los niveles de contaminación y ruido, por consiguiente a mejorar la salud de la población. Además de que transportándose en una bicicleta, la combinación de masa y velocidad, no pone en peligro la vida de nadie, esto es relevante, ya que según cifras del Instituto Nacional de Salud Pública, en nuestro país, los accidentes de tránsito ocupan la posición número 11 dentro de las causas

de mortalidad general, y las posiciones 1 y 2 entre las principales causas de muerte en los hombres y mujeres entre 15 y 39 años de edad. (Puentes, 2005) El grupo más vulnerable en estos accidentes son justamente los peatones y los ciclistas.

Ocupación de espacio

La combinación del tamaño de la bicicleta como vehículo, combinado con su velocidad y maniobrabilidad, le permiten una gran eficacia en el uso del espacio.



La bicicleta es el modo de transporte más rápido para distancias de 5 Km. o menos.

Para ilustrar esto, Iván Ilich, en su obra “Energía y Equidad”, plantea el siguiente ejemplo: para que 40,000 personas puedan cruzar un puente en una hora, moviéndose a 25 kilómetros por hora, se necesita que éste tenga 138 m. de ancho si viajan en



automóvil, 38 m. si viajan en autobús y 20 m. si van a pie; sin embargo, si van en bicicleta no se necesitan mas de 10m. de ancho. (Ilich, 1974, p.64, citado por Sanz, 1999, p.21)



Espacio ocupado por el mismo numero de personas, viajando en automóvil, bicicleta y autobús. Alemania.

Esta es una consideración importante dado que en muchas ciudades en México ya no se dispone de grandes espacios y los recursos públicos son limitados, por lo tanto, la infraestructura ciclista, tiene un gran beneficio en relación a su costo en espacio y recursos.

Otro ejemplo que ilustra este beneficio, es que en el mismo espacio donde se estaciona un solo automóvil, pueden acomodarse cómodamente 12 bicicletas. (Sanz, 1999, p.21)

Equidad y convivencia

La bicicleta esta prácticamente al alcance de toda la población, de casi todas las edades y de casi todos sectores sociales, por lo tanto la promoción de su uso como modo de transporte al mismo tiempo promueve la equidad.



Zona marginada. Ciclovía de la Ciudad de México.

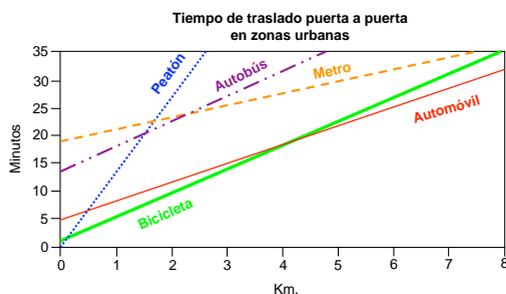
Asimismo, en países donde el uso de la bicicleta es elevado, se ha demostrado que la convivencia en las ciudades mejora significativamente, los lugares destinados para bicicletas y peatones se vuelven lugares agradables de encuentro y convivencia.

Conveniencia y rapidez

La bicicleta no solo es eficiente, amigable al medio ambiente y saludable, sino que también es el modo de transporte más rápido en viajes puerta a puerta en



distancias de 5 kilómetros o menos, por mencionar un ejemplo, en la Ciudad de México según la encuesta origen-destino de 2007, mas de la mitad del total de los viajes duran menos de 45 minutos, (*Encuesta Origen*, INEGI, 2007) lo cual significa un potencial enorme, en el resto de las ciudades mexicanas por su tamaño este porcentaje es aun mayor.



(Bracher, 1988, citado por Alvarez, Baranda, 2005)

El tráfico y la congestión prácticamente no afectan los recorridos en bicicleta en ciudad, por lo tanto, es fácil tener una previsión del tiempo de recorrido de un sitio a otro, sin importar la hora.

Otro factor que tiende a no ser muy tomado en cuenta, es la capacidad de carga que puede tener una bicicleta contando con los accesorios adecuados, hasta

8 Kg. de peso pueden ser movidos con facilidad.

Prueba de la utilidad para carga que puede tener un vehículo no motorizado son los triciclos que utilizan de forma muy común en ciudades de nuestro país los repartidores, panaderos, etc.



Triciclo de carga.



II.iii Barreras a la movilidad en bicicleta.

Para explotar el enorme potencial de desarrollo de la movilidad en bicicleta, es necesario identificar y entender las barreras que la impiden o dificultan. Aquí se propondrán medidas para aliviar o remover esas barreras.

En muchos casos las barreras se solucionan con la construcción de infraestructura, la cual brinda espacios que además de estar enfocados para promover la movilidad en bicicleta, representan seguridad y confort para sus usuarios.



Estacionamiento de bicicletas. Bogotá, Colombia.

Sin embargo, las barreras más difíciles de superar son aquellas que tienen que ver con la percepción de las personas, que

en la mayoría de los casos son por falta de información.

En este apartado se tratarán las barreras más significativas y se formularán propuestas para superarlas.

Peligro y accidentes

Es común considerar a la bicicleta como un modo de transporte con alto riesgo de accidentes. En general en México existe poca cultura de respeto al peatón o al ciclista, en este tema es necesario el esfuerzo conjunto de gobierno y sociedad civil para mejorar estas condiciones.

Se ha demostrado que el incremento de uso de bicicletas resulta en calles más seguras, además como ya se mencionó, es importante considerar que los ciclistas por su peso y velocidad no ponen en riesgo la vida de otros actores de la calle.

Para reducir este riesgo en términos reales se requiere crear condiciones favorables para los ciclistas a través de infraestructura. Cabe mencionar que es importante que la gente tenga información, ya que este



riesgo, que si bien es real, tiende a ser percibido como mucho mayor.



El ciclista debe tomar todas las precauciones para moverse en la ciudad. - © London Cycling Campaign.

Si se llevan a cabo iniciativas para favorecer la movilidad en bicicleta, es necesario establecer líneas base para evaluar su impacto, para el caso de accidentes es de suma importancia para poder establecer metas de mitigación de los mismos.

Esfuerzo

Es una percepción común entre los no-ciclistas que andar en bicicleta requiere de mucho esfuerzo, sin embargo estudios

realizados en el Reino Unido muestran que requiere de menos esfuerzo para viajes de 3 kilómetros o menos, que cualquier otro modo de transporte. (*Creating a chain...*, TfL, 2004) También existe el factor de la distancia, muchas veces en las ciudades se pierde la noción del largo de los recorridos, debido a la congestión y a que en ocasiones los trayectos en automóvil toman mucho tiempo aunque se trate de distancias muy cortas.

Asimismo existe la percepción que hacer recorridos en bicicleta en la ciudad puede causar mucho calor provocando la transpiración del cuerpo, lo que en muchos casos puede resultar muy incómodo para quienes asisten a su lugar de trabajo.



En bicicleta al trabajo. Londres, Reino Unido - © London Cycling Campaign.



Si bien, esto puede ocurrir las primeras ocasiones, este fenómeno se disminuye considerablemente si se utiliza la bicicleta de manera cotidiana.

Clima y contaminación

El mal clima: lluvia, granizo, nieve, vientos fuertes o racheados, así como frío o calor intensos se traducen en disminución de la movilidad en bicicleta, sin embargo, la experiencia ha demostrado que tiende a ser un factor altamente sobrevalorado por las personas que no acostumbran andar en bicicleta; es común olvidar que en países como Holanda y Dinamarca se utiliza bicicleta en condiciones climatológicas que en México podrían considerarse impensables.



El clima puede ser una molestia, no un impedimento.

Los ciclistas habituales recomiendan utilizar vestimenta adecuada y considerar trayectos alternativos y de esta manera aminorar las dificultades que puede representar el clima.

Es una percepción también sumamente común, pensar que los ciclistas están sumamente expuestos a la contaminación por emisiones, sin embargo, un estudio llevado a cabo en York, al norte de Inglaterra, demostró que los más expuestos a contaminantes como el benceno y las partículas suspendidas son los automovilistas, en segundo lugar aparecen los ciclistas circulando en calle, pero éstos resultan ser los menos expuestos cuando circulan por ciclovías exclusivas. (Kingham, Meaton, Sheard, Lawrenson, 1998)

Robo e inseguridad

Es importante considerar que la bicicleta es un vehículo que puede ser robado fácilmente si no se toman las previsiones adecuadas. Si bien abatir este problema significativamente implicaría profundas transformaciones culturales y sociales, con la ayuda de



infraestructura adecuada se puede reducir en buena medida.

Estacionamientos para bicicleta bien diseñados y colocados en lugares que cuenten con vigilancia o donde exista presencia continua de personas, combinado con que los ciclistas cuenten con candados para proteger sus bicicletas, puede ayudar a disminuir el robo de las mismas.



Es necesario proteger las bicicletas con candados adecuados.

Para evitar la inseguridad que pueda existir en la calle, es recomendable que las autoridades provean de información de rutas seguras.

Barreras culturales y de percepción

La elección de un determinado modo de transporte, no solo se

basa en su eficiencia, seguridad, costo, rapidez o conveniencia, existe un factor altamente subjetivo asociado a la mentalidad y cultura de cada persona en esa decisión, que muchas veces puede representar una barrera en el caso de la bicicleta.

Este tipo de barreras son las más difíciles de superar porque de alguna manera implican que las personas cambien su visión y algunas creencias respecto a la movilidad en bicicleta.

Sin embargo, la experiencia de otros países ha demostrado que cuando algunos sectores de la sociedad tienen aversión hacia la bicicleta se debe en la mayoría de los casos a falta de información.

Existe una tendencia a pensar, en quienes utilizan bicicleta como medio de transporte, como gente excéntrica, heroica o que no causa ningún impacto favorable. También es en ocasiones la bicicleta es percibida como un modo de transporte de poco estatus, sobretodo en comparación con el automóvil.



Una alternativa para combatir estas barreras, puede ser una adecuada campaña de promoción y concientización.

En Bogotá además de campañas se utilizó un método subjetivo pero altamente efectivo para superar las barreras culturales. Se invitó a líderes de opinión, personajes de la política, intelectuales e inclusive a personajes famosos del medio del espectáculo y de la moda a utilizar de manera constante las ciclorutas para sus viajes cotidianos en la ciudad. El impacto mediático de esta estrategia fue enorme e inclusive dio paso a un fenómeno en que se puso “de moda” utilizar bicicleta para transportarse.





II.iv La bicicleta y otros modos de transporte.

Para lograr que la bicicleta tenga un papel relevante en el sistema de movilidad de una ciudad es necesario establecer proyectos y políticas públicas que fomenten su articulación con el transporte público, e inclusive considerarla como otro modo de transporte.

Los viajes intermodales que incluyen bicicleta en alguna parte del trayecto son sumamente convenientes, ya que “acercan” de manera significativa a los usuarios a las estaciones o paraderos de transporte público. Así la bicicleta se puede convertir en un valioso “alimentador” de sistemas masivos de transporte.

Existen varias maneras de llevar a cabo esta articulación entre la bicicleta y otros modos de transporte. En términos generales estas acciones tienen una excelente relación costo-beneficio, ya que requieren de inversiones bastante reducidas y significan un aumento considerable en la calidad de la movilidad y accesibilidad en una ciudad.

Bicicletas y sistemas masivos de transporte

La articulación entre bicicletas y Sistemas Masivos de Transporte (Metro, Tren Ligerero, Tren Suburbano), puede darse de dos maneras, la primera que es una medida que prácticamente no tiene costo, esto es, permitir que puedan ingresar bicicletas a estos sistemas y transportarlas dentro de los trenes, los requerimientos para este tipo de programas son mínimos, un reglamento para el uso de bicicletas dentro de las instalaciones, y señalamientos que orienten a los usuarios en las estaciones y en los trenes. Es fundamental considerar un costo de promoción y difusión del programa.



El STC –Metro permite el acceso de bicicletas los domingos y días festivos.



La segunda manera de articular es ofreciendo en las estaciones, estacionamiento seguro para bicicletas, de esta manera los usuarios pueden llegar a la estación, realizar su viaje y posteriormente volver por su bicicleta.

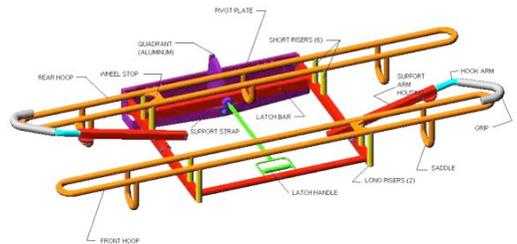
Bicicletas y autobuses

La articulación de bicicletas con autobuses, también puede darse a través de estacionamientos, pero generalmente los paraderos de autobús son solamente pequeños cobertizos que no ofrecen suficiente seguridad.

Una excelente forma de lograr esta articulación es colocando soportes para llevar bicicletas en los autobuses de transporte público, brinda gran flexibilidad a los viajes y además los viajes intermodales bicicleta – autobús compiten en buena medida en tiempo con los viajes realizados en automóvil.

Es importante señalar que un programa de este tipo, solamente funciona si se puede ofrecer en la totalidad de la flota de autobuses. En el caso de solo colocarlos en algunos, el ciclista se ve obligado a esperar el autobús y en

desventaja frente a los usuarios sin bicicleta.



Soporte para bicicletas para autobuses.
- © Sportworks Northwest Inc.

Experiencias internacionales

Existe una tendencia de años recientes de impulsar la articulación de bicicletas con el transporte público, uno de los mejores ejemplos existe en París, donde la autoridad de transporte (RATP), ha desarrollado una estrategia integral para articular las bicicletas con el transporte público, a través de distintos programas:

- Instalación de estacionamientos para bicicleta en la totalidad de las estaciones de Metro y RER.



© - RATP France



- 120 kilómetros de carriles exclusivos compartidos por autobuses y bicicletas.



© - RATP France

- Acceso a bicicletas en las líneas A y B del RER y en la línea 1 del Metro.



© - RATP France

- RATP auspicia el programa “Roue Libre” que ofrece alquiler de bicicletas a precios accesibles.

para bicicletas en las estaciones del Metro, se permite el acceso de bicicletas a los trenes suburbanos y al Metro en las líneas que circulan por la superficie.



Estacionamiento para bicicletas en una estación de metro. Londres, Reino Unido.

En varias ciudades de Estados Unidos se han implementado programas similares, en ciudades como Nueva York, Washington, Los Ángeles y Miami, se permite el acceso al Metro con bicicletas y la totalidad de los autobuses de transporte público cuentan con soportes para transportar bicicletas.

En Londres desde hace cinco años se viene promoviendo la instalación de estacionamientos



Autobús con soporte para bicicletas. Miami,
Estados Unidos.

Es de resaltar el caso de ciudades como Phoenix, Denver, Portland y San José donde se realizan más de 50,000 viajes mensuales en autobús transportando bicicletas o el caso de Los Ángeles donde se realizan 190,000 de éstos viajes cada mes.

En Bogotá, el sistema de transporte Transmilenio, ha instalado grandes estacionamientos para bicicletas en sus terminales, los cuales han resultado particularmente exitosos, ya que complementan su extensa red de 300 kilómetros de ciclorutas.



II.v La bicicleta y los peatones.

En las ciudades de hoy, sobretodo en los países en vías de desarrollo, no es común considerar el caminar como un modo de transporte, a pesar de que cualquiera que sea nuestro modo habitual de transporte, siempre, en alguna parte de nuestro trayecto, todos somos peatones.

Es por esto que es necesario reconsiderar la importancia que tienen los desplazamientos a pie, promover que sean más seguros, directos y placenteros.

Andar en bicicleta y caminar constituyen en conjunto, el concepto de movilidad no motorizada, al desarrollar iniciativas favorables a la bicicleta resulta imprescindible que éstas signifiquen mejoras también para los peatones y viceversa.

La aplicación de medidas para calmar el tráfico es un ejemplo clásico de acciones que favorecen tanto la movilidad en bicicleta como la movilidad peatonal, además de que elevan considerablemente la calidad del espacio público.

Si bien la realización de obras de infraestructura puede favorecer la movilidad no motorizada, éstas deben de ir acompañadas de la debida promoción.



Campana de sensibilización para automovilistas
© - THINK Road Safety – Reino Unido.

Un recurso que se ha utilizado muy comúnmente alrededor del mundo son las conocidas como “Zonas 30” donde se ha restringido la velocidad de circulación de los vehículos automotores.

Esta restricción se logra mediante señalización y un diseño especial



de las calles, mobiliario urbano, cruces peatonales y en algunos casos la inclusión de vías especiales para bicicletas.



Las "Zonas 30" son muy comunes en ciudades europeas.

El principal problema que se pretende atacar con este tipo de medidas es la velocidad e intensidad del tráfico de automóviles ya que este factor ha demostrado estar profundamente asociado con la incidencia y gravedad de los accidentes y en este caso, resultan mucho más vulnerables tanto ciclistas como peatones. Además la gente ya busca que la calle donde vive sea un espacio mucho más enfocado hacia la convivencia y la recreación (especialmente de los niños) que una vía de tránsito vehicular.

Es importante considerar ejemplos como el de la ciudad alemana de Friburgo, donde se establecieron políticas amplias que incluyeron tanto promoción a la movilidad en bicicleta, como de moderación del tráfico, obteniendo mejores resultados en el incremento de uso de bicicleta y reducción de accidentes, en comparación con otras ciudades que llevaron a cabo acciones aisladas. La política favorable a la movilidad en bicicleta fue adoptada en 1976, se construyeron 135 Km. de vías para bicicleta, y se han invertido a la fecha 13 millones de euros en "zonas 30". Los resultados hablan del doble de viajes en bicicleta entre 1976 y 1992 para un total del 20% de los viajes. (*cycling: the way...*, EC, 1999)



III. POLÍTICAS, PLANEACIÓN, GESTIÓN Y NORMATIVIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DE BICICLETAS AL SISTEMA DE MOVILIDAD.

III.i Integración de la bicicleta a políticas y planes de desarrollo.

Para la adecuada implementación de proyectos de movilidad en bicicleta, es imprescindible que exista un contexto político adecuado, que las autoridades estén comprometidas y que los proyectos cuenten con el debido respaldo en todos los niveles de gobierno y mas importante, el de la ciudadanía, siendo la beneficiaria directa de estas acciones.

La promoción en el uso de la bicicleta debe formar parte de un proyecto integral de movilidad urbana, y prever desde la fase de planeación que efectivamente la bicicleta se inserte y forme parte del sistema de movilidad, de esa manera tiene mayores posibilidades de éxito como se vio en el capítulo de integración de la bicicleta con otros modos de transporte.

La mejor vía de obtener el respaldo de la sociedad, es sometiendo a consulta pública los proyectos, de esta manera se enriquecen y complementan. Si se atiende a la experiencia europea, a nivel federal se establecen metas generales, a través de los ministerios de transporte y se destinan recursos a través de planes estatales o provinciales. Corresponde a los gobiernos locales promover las soluciones definitivas, efectuar las consultas y generar los consensos necesarios, contratar los proyectos ejecutivos y licitar las obras correspondientes.





Al delinear éstas políticas públicas favorables a la movilidad en bicicleta, es necesario tener muy claros los objetivos y proceder con la metodología aplicable a cualquier proyecto de transporte urbano, de esta manera los proyectos derivados de éstas políticas tienen un enfoque muy claro hacia la movilidad y no nada más hacia lo deportivo o recreativo.

Resulta común asociar las políticas de promoción a la movilidad en bicicleta a aspectos que tienen que ver más con lo ingenieril o con la construcción de infraestructura, si bien éstos aspectos tienen enorme importancia también hay que considerar los aspectos sociales, culturales, educativos y normativos.

Uno de los instrumentos de política mas adecuados para promover la movilidad en bicicleta para políticas y acciones de largo plazo es desarrollar un plan maestro que prevalezca aún con los cambios de administración del gobierno, la infraestructura asociada y las acciones de corto plazo lo adecuado es plasmarlas en el

plan municipal de desarrollo de la ciudad, en el caso de áreas metropolitanas que abarcan más de un municipio es conveniente que la planeación se haga a nivel metropolitano. En el siguiente apartado se abordan en detalle los aspectos a considerar para realizar la adecuada planeación.



III.ii Planeación para movilidad en bicicleta.

Un primer acercamiento para la adecuada planeación para movilidad en bicicleta es proceder bajo la misma estructura en que se planea para cualquier modo de transporte, es decir, partir de información confiable de orígenes, destinos, características de los usuarios, número y propósito de los viajes, entre otros. De esta manera se puede conocer claramente la demanda, y de ahí proponer una primera red de líneas de deseo.

Con estas consideraciones y tomando en cuenta condiciones urbanas particulares, barreras, centros emisores y de atracción de viajes, situación respecto a otros modos de transporte y crecimiento urbano previsible, se puede ir afinando esta red general.

El segundo acercamiento en la planeación debe partir de la premisa de no pensar en ciclovías, sino en vías para ciclistas, ya que proveer esta infraestructura no debe ser un objetivo en si mismo, en otras palabras, siempre tener presentes a los usuarios potenciales de la infraestructura mas que a los vehículos.

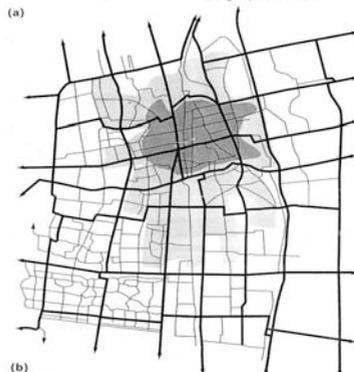
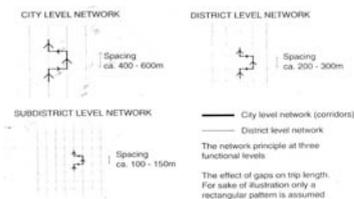


Fig. 4.5 The Delft cycle network. (a) The network principle at three functional levels: the effect of gaps on trip length. (b) The network pattern. Source: Ministry of Transport and Public Works (1987).

Red de vías ciclistas jerarquizadas en Delft.

Dicho de otra manera, no puede pensarse en hacer vías ciclistas de la misma manera en que se hacen calles, si bien son vías de acceso libre, deben administrarse y tratarse como vías especializadas, como parte de un sistema de transporte, dotándolas de una adecuada administración, vigilancia y mantenimiento. Asimismo cuidar que no sean invadidas por otros actores de la calle, y que se



apliquen sanciones adecuadas cuando esto suceda.

Esta consideración a los usuarios debe traducirse en que una vía ciclista cumpla con estos 5 requisitos fundamentales:

-Segura. La vía ciclista debe ser segura, principalmente limitando los conflictos entre los ciclistas y otros actores de la vía pública.

El volumen y velocidad del tráfico automotor afectan directamente la seguridad de los ciclistas, conforme aumenta, se vuelve mas deseable separar los dos tráfico. Reforzar esta separación en las intersecciones resulta crucial.

El alumbrado adecuado es una característica fundamental asociada a la seguridad.

La seguridad personal, tiene mucho que ver con percepción, la buena calidad de la infraestructura, ayuda a los ciclistas a sentirse mas seguros.

-CÓmoda. Las vías ciclistas deben ser suaves en su superficie, sin ser resbalosas, estar bien mantenidas y libres de basura y desechos. Asimismo deben tener pendientes

adecuadas y estar diseñadas evitando maniobras complicadas.

La lluvia y el viento inhiben el uso de las vías ciclistas, por lo que aprovechar sitios resguardados por muros o otras barreras naturales es deseable mientras no comprometa la seguridad. También se recomienda tener sitios donde protegerse del clima en destinos cruciales.

-Directa. Las vías ciclistas deben ser directas, basadas en líneas de deseo, y por tanto resultar en demoras mínimas puerta a puerta. La previsión de estacionamiento en lugares adecuados se recomienda también.

Las rutas indirectas o demoras excesivas, pueden orillar al ciclista a tomar rutas mas directas (ya que la bicicleta se lo permite) con mucho mas riesgo. Si el aumento en distancia por desvío es de alrededor del 10% los ciclistas tienden a tomar la vía mas directa. (Hudson, 1982).

-Continua. Las vías ciclistas deben ser continuas y reconocibles, comunicar todos los orígenes y destinos posibles, y ofrecer un nivel de seguridad



constante a todo lo largo de los recorridos.

Para ser reconocibles, las vías ciclistas deben utilizar estándares y diseño consistentes.

-Atractiva. Las vías ciclistas deben ser coherentes con su entorno, complementarlo y mejorarlo en todos sentidos, para así contribuir a que utilizarlas sea una experiencia agradable y placentera.

Para el caso de la Ciudad de México, existe un documento elaborado por el ITDP – México (Institute for Transportation and Development Policy) que aborda las consideraciones generales y plantea una red de vías ciclistas para de mas de 600 Km. Asimismo plantea una jerarquización de dichas vías y hace recomendaciones para infraestructura complementaria.

Según la última información disponible, el Gobierno del Distrito Federal, está en proceso de desarrollar ya como proyecto ejecutivo algunas de las vías troncales que plantea el ITDP, para dar paso a la licitación y construcción de las mismas.



Red de Vías Ciclistas propuesta por el ITDP



III.iii Gestión y normatividad para movilidad en bicicleta.

La cercanía de las autoridades locales (municipios o delegaciones) en un factor clave para la gestión favorable a la movilidad en bicicleta, en ellos debe recaer la responsabilidad de promover su uso como transporte ya que por factores de escala, estas acciones resultan fácilmente contrastables y medibles en su impacto.

Un primer acercamiento de promoción puede ser predicar con el ejemplo, que los funcionarios se desplacen a trabajar en bicicleta y reciban algún incentivo por ello.

Al no haber antecedente en México de infraestructura ni programas de alto impacto para promoción de movilidad en bicicleta, aquí se plantean esquemas de cómo puede darse una gestión adecuada de éstos programas.

Para el caso de la Ciudad de México, la gestión es previsible que se establezca en el gobierno central, es recomendable que tenga una estructura institucional

de nivel adecuado, que le permita interactuar con las delegaciones y con otras dependencias al mismo nivel. Lo ideal sería una dirección general, dentro de la Secretaría de Transportes y Vialidad o dentro de la recién creada Autoridad del Espacio Público. Esto en la lógica de que los servicios y vialidades especiales son administrados de esta forma.

Para el caso de los municipios donde la estructura institucional es más flexible y autónoma, puede crearse una dirección que se encargue del desarrollo, promoción y mantenimiento de programas para movilidad en bicicleta, y crecer de acuerdo a las necesidades de los mismos.

La normatividad y reglamentación que involucre bicicletas, debe partir de la base de que el ciclista es un actor de la calle que esta en constante desventaja, no cuenta con la protección que a los peatones brinda la banqueta, y al circular sobre las calles, es sujeto de ser afectado por los automóviles, que son mucho mas pesados y veloces.



En el Distrito Federal y Zona Metropolitana, desde el año 2007, los ciclistas aparecen en el Reglamento de Tránsito, lo cual fue un gran avance. Asimismo ocurre en la versión más reciente del 2009. Todo esto brinda alguna protección a los ciclistas, dándoles preferencia de paso en algunos casos, y también conmina a los mismos a circular por vías exclusivas cuando éstas existan.

Si bien esto representa un avance, el reglamento resulta poco exhaustivo, y las sanciones a los automovilistas que interfieren con la circulación de ciclistas son muy leves y no se aplican. Sería interesante equiparar la invasión por parte de un automóvil al carril del Metrobús con la invasión de una vía ciclista o ciclovía y cuidar de la misma manera que la disposición se respete.

Otra cuestión que tiende a no atenderse es resolver los conflictos entre peatones y ciclistas. Los peatones de manera natural buscarán utilizar las vías ciclistas por estas segregadas del tráfico motorizado, si bien esta

convivencia es deseable, debe estar regulada, tanto físicamente, con las medidas de infraestructura necesarias, como normativamente. Debe ser claro que espacio está destinado a cada tipo de usuario, para mantener esta convivencia armónica.



Los automovilistas constantemente invaden las vías ciclistas



IV. DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD EN BICICLETA.

IV.i Geometría y trazado de vías ciclistas.

Como se menciona en el capítulo anterior, la geometría y trazo de vías para la circulación de bicicletas están íntimamente relacionados con su entorno y deben ser congruentes con la demanda así como responder a criterios de seguridad, confort y eficiencia.

IV.i.i. Ciclovías.

El concepto de ciclovía difiere de otras vías ciclistas por no estar sobre la calle y existen tres clasificaciones:

- Ciclovía exclusiva
- Vía ciclista – peatonal
- Ciclovía paralela a la calle

Ciclovía exclusiva

Cuando está diseñada adecuadamente ésta vía es la mas segura para los ciclistas, por estar completamente separada de las calles y los peatones. Estas vías se utilizan principalmente para transporte y

recreación. Es de particular importancia el cuidado en el diseño de las intersecciones de éstas vías con las correspondientes a otros modos de transporte.

Vía ciclista – peatonal

Algunas vías se diseñan para recibir a más de un tipo de usuarios (ciclistas, corredores, patinadores, personas en silla de ruedas, etc.), cuando los volúmenes de tráfico son bajos los problemas son pocos, sin embargo, en zonas urbanas, donde estos volúmenes pueden ser mayores, el riesgo de conflictos y accidentes aumenta, reduciendo la eficiencia y comodidad principalmente para los ciclistas. En estos casos, es recomendable separar a los peatones y ciclistas. La mejor manera de separar y reducir estos conflictos es asignando áreas dentro de la vía para cada usuario, teniendo especial atención en el material de pavimentación, ya que si el pavimento en el área de peatones tiene una mínima incomodidad, éstos tenderán a utilizar el área para ciclistas. Si se dispone de espacio se recomienda que exista un área de al menos un



metro entre la vía ciclista y la vía peatonal. Cuando no se dispone de espacio, la recomendación es aumentar el ancho total de la vía en 1,5 metros y separar con líneas en el pavimento las áreas para ciclistas y peatones.

Ciclovía paralela a la calle

Este tipo de vías puede tener mayores restricciones, a reserva de que en cada caso requieren un análisis particular. Aquí se presentan las más comunes. El derecho de vía de manera natural restringe el espacio disponible para construir una vía ciclista. Cuando se trata de incorporarla a calles o caminos existentes, es común que no exista suficiente espacio y sea necesario adquirirlo, con el correspondiente incremento en costo. Idealmente este espacio se considera cuando se construyen nuevas calles. Cuando se trata de carreteras rurales la vía ciclista deberá estar a por lo menos 5m. de distancia, está aumenta a 15m. cuando se trata de autopistas. Existen otros obstáculos para este tipo de vías, tales como intersección con autopistas, en este caso lo ideal es incorporar a los ciclistas a la banqueta aunque ésta deba

ampliarse. Otros a considerar son los elementos de mobiliario urbano, tales como buzones de correo, bolardos, entradas, parabuses, entre otros. Si bien es fácil mover estos elementos hay que tenerlos en cuenta para los costos de los proyectos.

La existencia de una vía ciclista en una calle con banqueta puede derivar en los siguientes conflictos:

- Entre ciclistas y automovilistas utilizando entradas de auto.
- Entre ciclistas y peatones.
- Entre ciclistas y usuarios de transporte público.

Este tipo de vía puede ser considerado buena opción en las siguientes circunstancias:

1. Cuando no existen las condiciones para crear un carril de bicicletas.
2. Cuando es posible separar ciclistas y peatones.
3. Cuando la calle tiene pocas entradas de automóvil o las que hay son de poco uso.
4. Cuando se dispone de espacio para separar a los ciclistas del arroyo vehicular.



5. Cuando el pavimento es tan cómodo como el de una ciclovía exclusiva.
6. Cuando el derecho de vía es suficiente para acomodar la banqueta y la vía ciclista entre el arroyo vehicular y el límite de éste.

Existen dos métodos para la creación de ciclovías anexas a la calle. El primero es colocarla en la parte exterior de la banqueta, de manera que los peatones caminan entre la ciclovía y el arroyo vehicular. Este método solo es apropiado para el caso de poco tráfico peatonal.

Ofrece las siguientes ventajas:

- El corredor peatonal sirve de separador entre el arroyo vehicular y los ciclistas.
- Ahorra espacio, deben instalarse separadores de poca altura que dividan a los peatones de los ciclistas y en el otro extremo cuando se requiera, por ejemplo al pasar frente a estacionamientos o centros comerciales.
- Los costos de construcción tienden a ser bajos, ya que no es necesario mover la

banqueta, solo ampliarla para crear el espacio para ciclistas.

- Los ciclistas no pasan sobre coladeras que generalmente son resbalosas cuando se mojan.
- Facilita la situación de los parabuses, ya que la ciclovía puede pasar detrás de ellos.

Asimismo, este método tiene sus desventajas:

- Los peatones pueden sentirse atrapados entre el tráfico ciclista y vehicular. Para esto puede considerarse un espacio de transición entre los 50cm. y 1m.
- Provoca el encuentro de peatones y ciclistas en intersecciones, entradas de automóviles y entradas de espacios públicos.
- Necesita adaptaciones considerables en las intersecciones para facilitar las vueltas.

El segundo método es construir la ciclovía entre el arroyo vehicular y la banqueta, con espacio de transición entre ambos. Este método hace que los ciclistas sean más visibles para los automovilistas en



intersecciones pero tiene dos desventajas principales:

- Las entradas de vehículos causan incomodidad a los ciclistas.
- Se dan mayores conflictos entre ciclistas y peatones en intersecciones y paradas de transporte público.

IV.i.ii. Carriles para bicicletas.

Tipos de carriles para bicicletas

Existen dos principales tipos de carriles para bicicletas:

- Carril bidireccional. Permite la circulación en dos direcciones del mismo lado de la calle.
- Carril unidireccional. Permite la circulación en una sola dirección. Puede existir un carril solo en un lado de la calle o uno en cada lado.

Además de ser bidireccionales o unidireccionales, los carriles para bicicletas pueden a su vez dividirse en cuatro categorías:

1. Carril para bicicletas que no esta junto a un carril de estacionamiento, construido sobre el arroyo vehicular. Se separan de los carriles de automóviles

por una línea pintada o por bolardos si es necesario.

2. Carril para bicicletas ubicado entre el carril de estacionamiento y la banqueta. El carril se separa de los carriles de automóviles por una línea pintada o por bolardos.
3. Carril para bicicletas protegido, se separa por una barrera física continua (guarnición). Puede haber un carril de estacionamiento entre el carril ciclista y los carriles de automóviles.
4. Carril para bicicletas ubicado entre los carriles de automóviles y el carril de estacionamiento. Esta opción es la que menos protección ofrece a los ciclistas, deberá usarse en distancias cortas solamente. Este tipo de carril siempre es unidireccional, con los automóviles y las bicicletas circulando en la misma dirección.

Criterios para carriles para bicicletas

La decisión de crear un carril para bicicletas responde a criterios



cuantitativos y cualitativos. Estos criterios ayudan a planear y decidir que calles son las adecuadas para la creación de carriles para bicicletas y evaluar su eventual adición a una red.

Es factible la creación de un carril para bicicletas dada una o más de las siguientes circunstancias:

1. Cuando no existe otra opción que circular en calles con tráfico automotor mayor o igual a 3,000 vehículos por día.
2. Cuando el tráfico automotor representa una amenaza para los ciclistas. (velocidad alta, vehículos pesados)
3. Cuando el derecho de vía impide la construcción de un ciclovía.
4. Cuando existen muchas intersecciones.

Un carril para bicicletas no puede crearse si reduce el carril de automóviles adyacente a menos de 3.5 metros de ancho. En el caso de que sea un carril protegido, (con un camellón o bolardos, por ejemplo) situado a la izquierda del carril de automóviles, el ancho mínimo de éste será de 3.65 metros. Para el

caso de encontrarse de lado derecho, el ancho deberá ser de 4 metros. El ancho del carril para bicicletas se determinará según normas que se definirán mas adelante.

Recomendaciones

Los carriles para bicicletas no deben tener obstáculos, sin embargo, si éstos son insalvables, el carril debe tener el ancho suficiente para permitir a los ciclistas librarlo. En caso de que existan obstáculos estos deberán estar debidamente señalizados al aproximarse a ellos.

Es imprescindible colocar las coladeras y rejillas al nivel de la superficie de rodamiento, y en su caso, orientarlas perpendicularmente al sentido de la circulación.

Es necesario considerar los efectos que sobre el tráfico automotor conlleva la creación de un carril para bicicletas. Puede ser que reduzca la velocidad y volumen de éste, lo cual en algunos casos es deseable, en zonas residenciales por ejemplo. Es necesario considerar que también puede crear congestión.



El impacto en intersecciones también deberá ser estudiado.

Las zonas residenciales generalmente albergan a muchos ciclistas jóvenes. Esto puede significar especial riesgo para ellos, lo cual las hace lugares ideales para la creación de carriles para bicicletas.

El estacionamiento de automóviles en banqueta causa problemas para la planeación de carriles para bicicleta. Antes de efectuar una prohibición total del estacionamiento, es recomendable hacer algunas consideraciones:

- Construir el carril para bicicletas entre la banqueta y el carril de estacionamiento.
- Cambiar las reglas y permitir el estacionamiento de automóviles solamente en un lado de la calle.
- Reubicar el estacionamiento de automóviles en calles adyacentes.

Las restricciones de estacionamiento sobre los carriles para bicicleta sujetas a un horario, no han probado ser muy efectivas, resultan complicadas y confusas.

Las rutas de autobuses de transporte público imponen también ciertas restricciones. Cuando un carril para bicicletas coincide con alguna ruta de autobús puede ser inconveniente para ambos. Una opción razonable es la creación de islas para colocar las paradas del autobús. Si es necesario que el autobús se detenga sobre el carril para bicicletas, debe colocarse la señalización adecuada. Esto debe evitarse sobre carriles para bicicletas bidireccionales.

Idealmente un carril para bicicletas deberá ser ubicado del lado iluminado de la calle. Esto puede obviarse si el resultado es problemas con la circulación del tráfico vehicular, por ejemplo, si se trata de un carril para bicicletas bidireccional, y éste queda de tal forma que los ciclistas de un lado circulan en contra del tráfico vehicular.

Es posible la creación de carriles para bicicletas en contraflujo si la calle en cuestión es de un solo sentido, en este caso, se hace imperativa la colocación de una barrera o bolardos y la señalización apropiada para asegurar que los automovilistas



adviertan la presencia de los ciclistas.

Problemas asociados a carriles para bicicletas bidireccionales

Dado que estos carriles pueden causar que los ciclistas circulen en contra del tráfico automotor, solo deben construirse bajo las siguientes condiciones:

1. Separados del tráfico automotor con bolardos u otra barrera física continua.
2. De un lado de una calle de un solo sentido, de manera que el tráfico de bicicletas en el lado junto al tráfico automotor, circule en la misma dirección que éste.
3. Colocados entre la banqueta y un carril de estacionamiento si el número de vehículos estacionados es suficiente para brindar protección a los ciclistas. En este caso la circulación de bicicletas puede quedar en sentido contrario de los vehículos estacionados, esto facilita a los automovilistas la ver a los ciclistas antes de abrir la puerta.
4. En calles de doble sentido, si el carril para bicicletas

se encuentra debidamente protegido (bolardos, camellón).

La probabilidad de accidentes es alta en un carril para bicicletas bidireccional en una calle de doble sentido, si no existe la debida protección. El ciclista más cercano al tráfico vehicular se encuentra en una posición incómoda, en medio de dos carriles de tráfico en contra.

En las intersecciones también se dan numerosos conflictos cuando los carriles para bicicletas están sobre calles de doble sentido. Estos problemas se derivan principalmente de las condiciones de visibilidad tanto de automovilistas como de ciclistas.

Para decidir que lado de la calle conviene utilizar para la colocación de un carril para bicicletas se necesita hacer un análisis global. Es necesario considerar los siguientes factores:

- Facilidad de acceso en los extremos.
- Numero de cruces. (accesos de automóviles públicos o privados)



- Estacionamiento de vehículos sobre la calle.
- Características de las intersecciones.
- Conexión con otras vías ciclistas.
- Accesibilidad a parques, escuelas, etc.

Es imperativo que si se trata de un carril para bicicletas bidireccional, se conserve del mismo lado, a todo lo largo de la calle. Esto evitará confusión en los automovilistas y evitará que los ciclistas circulen en sentido contrario por la complicación de estar cambiando de lado.

En general, mantener los carriles para bicicletas de un lado de la calle tiene sus ventajas y desventajas, como principal ventaja se puede mencionar que sus costos de construcción tienden a ser bajos y que se logra concentrar el equipamiento del mismo lado de la calle. Como desventajas se pueden mencionar que si el carril se encuentra entre el carril de estacionamiento y la banqueta esto puede complicar su mantenimiento. La otra desventaja es que en muchos casos se vuelve necesario

prohibir el estacionamiento de automóviles del lado donde se encuentra el carril lo que no siempre es posible.

IV.i.iii. Ancho de las vías ciclistas.

Los anchos que se especifican en esta sección aplican solo a ciclovías y a carriles para bicicletas. Estos estándares aplican para la segura y cómoda circulación de los ciclistas en condiciones normales, sin embargo son estándares mínimos. En condiciones que afecten la seguridad de los ciclistas, como pendientes pronunciadas o tráfico pesado, el ancho puede y debe aumentarse.

En todos los casos, las dimensiones que se presentan incluyen la superficie de rodamiento y la línea divisoria, pero excluyen separadores, marcas o guarniciones.

Ancho de ciclovías

Éste está determinado por el volumen de tráfico ciclista.



Para tráfico de 1,500 ciclistas/día o más:

- Ciclovía unidireccional:
2.50 metros
- Ciclovía bidireccional:
3.00 metros

Para tráfico menor de 1,500 ciclistas/día:

- Ciclovía unidireccional:
2.25 metros
- Ciclovía bidireccional:
2.75 metros

(Technical Handbook..., Vélo Quebec. 1992)

Espacio lateral y vertical que requiere una ciclovía

Como regla, la velocidad de circulación es más alta en ciclovías exclusivas. Debido a esto, es necesario reducir el riesgo de colisión con obstáculos (postes, bancas, árboles, etc.) en situaciones de emergencia, proveyendo de buen espacio lateral. Requiere especial atención aquella vegetación que reduce la visibilidad.

Este espacio lateral de separación deberá ser de por lo menos 1 metro, y aumentarse a 1.50 metros en sitios donde los ciclistas se detendrán con frecuencia. Inclusive debe

aumentarse aún más en determinados sitios que generen mayor interés.

El espacio vertical libre deberá ser de 2.50 metros.

Ancho de carriles para bicicletas

Ver tabla al final de este capítulo, pag. 83.

Vías ciclistas debajo del estándar

Es muy probable que en el diseño de vías ciclistas se llegue a la situación de tener que diseñar con anchos menores al estándar. Se requiere analizar cuidadosamente la situación, evaluar los posibles riesgos y considerar planteamientos que cumplan con la norma.

La creación de vías ciclista que no cumplan con la norma de ancho, deberán estar soportadas por alguna de las siguientes justificaciones técnicas:

1. El tramo estrecho es una medida temporal o es muy corto.
2. El derecho de vía no permite que el ancho sea el adecuado, pero la ruta es vital para los ciclistas, por lo que debe hacerse lo más segura posible.



3. La interferencia de grandes obstáculos imposibles de remover, como túneles, puentes o vegetación.

Asimismo se hace imperativa la colocación de señalización adicional para indicar a los usuarios la existencia de un tramo estrecho.

IV.i.iv. Calles secundarias de tráfico mixto.

Características

Una calle secundaria de tráfico mixto, es aquella que comparten automovilistas y ciclistas que es designada de manera oficial como vía ciclista. Esta designación responde a que se ha establecido que el riesgo para ciclistas es mínimo.

Esta vía ciclista no requiere divisiones físicas ni líneas de separación, solo se indica con señalización horizontal y vertical.

Criterios

1. Una calle secundaria de tráfico mixto debe establecerse en una calle o camino local con bajo volumen de tráfico de 3000 vehículos por día o menos,

con los menos vehículos pesados posibles.

2. Debe tener pocos accesos y estar bien iluminada.
3. Debe ser ruta directa para los ciclistas.

Creación de una calle secundaria de tráfico mixto

La clave para este objetivo es la señalización, que debe informar a automovilistas y ciclistas. Debe colocarse a lo largo de la calle, al principio y en intersecciones.

Para asegurar que este tipo de vía será utilizada debe procurarse que sea agradable, tranquila y que recorra sitios de interés general. Idealmente debe haber pocas señales de alto.

También es recomendable modificar los dispositivos de control de tráfico; alargar el tiempo de luz verde en los semáforos; prever proteger a los ciclistas de automóviles dando vuelta.

Para incrementar la seguridad de los ciclistas y reducir el tráfico de vehículos, debe considerarse la posibilidad de reducir el límite de velocidad y prohibir algunas vueltas.



IV.i.v. Vías férreas abandonadas.

En varias partes del mundo se ha dado una tendencia a abandonar corredores ferroviarios. El derecho de vía que ocupan tiene enorme potencial para desarrollo recreativo y turístico como parques lineales, y en especial, ciclovías.

En España, existe un programa auspiciado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, que de 1993 a la fecha ha promovido la creación de mas de 1,700 kilómetros de estas vías organizados en 70 itinerarios diferentes, con una meta de convertir los 7,600 Km. de vías férreas abandonadas que existen. (*Vías verdes*, 2009)



Extracto del mapa de la red nacional de vías para bicicletas del Reino Unido

La mas exitosa de este tipo de asociaciones, es *Sustrans* en el Reino Unido, ha logrado consolidar una red nacional de vías para bicicletas de mas de 12,000 millas.

Para el caso de los Estados Unidos de América, existe una asociación llamada "*Rails-to-trails*" que ha promovido reconocimiento legal y presupuesto para apoyar ciclovías en vías de ferrocarril en desuso. Desde su fundación en 1986, esta organización ha apoyado la creación de 13,935 millas de estas vías y cuenta con mas de 100,000 afiliados. (*About Rails-to*, 2009)

Por muchas razones el derecho de vía de las vías férreas es muy adecuado para el desarrollo de ciclovías:

- Las pendientes generalmente no exceden el 3%, lo cual implica no demasiado esfuerzo de los ciclistas para subir.
- No es necesario construir mucho dada la infraestructura existente.
- La sub-base de la vía férrea resiste perfectamente el tráfico ciclista y el eventual



- acceso de vehículos para mantenimiento.
- La existencia de túneles y puentes permite librar los obstáculos de manera segura.
 - La infraestructura de drenaje ya esta construida.
 - La extensión de los tramos generalmente es larga, lo que permite adiciones substanciales a la red de ciclovías cuando es el caso.

Para asegurar el éxito de este tipo de ciclovías es necesario hacer las consideraciones que se detallan a continuación.

Romper la monotonía

Generalmente los trazos de vías férreas son muy directos, con pocas curvas, lo cual puede resultar monótono para los ciclistas. Para el caso de las pendientes muy largas, pueden dividirse y generar plataformas intermedias planas, para evitar que tenga que hacerse un esfuerzo muy prolongado para ascenderlas.

Se recomienda la creación de áreas de servicios y descanso, donde sea factible que los ciclistas se detengan. Estas estaciones deberán de colocarse por lo menos cada 5 kilómetros.

Para este propósito resultan ideales las estaciones abandonadas del ferrocarril.

También se recomienda hacer adecuaciones al paisaje. Una de ellas es crear pantallas con vegetación para acercar el horizonte visual, también se recomienda remover la vegetación existente para permitir vista panorámica en sitios que lo ameriten.

Accesibilidad

Debe colocarse un acceso a la ciclovía en promedio cada 500 metros, para asegurar su conectividad con las calles y promover los viajes en bicicleta. Estos accesos deberán ser directos y a nivel.

Si la superficie de rodamiento de la ciclovía se encuentra elevada, en los accesos deberá ensancharse para que los ciclistas que ingresan tengan espacio para detenerse antes de circular.

En los contextos urbanos, las vías férreas generalmente se encuentran aisladas. La señalización debe ser factor para orientar a los ciclistas ya que la



visibilidad puede estar bloqueada por los edificios aledaños.

Seguridad de los usuarios

Cuando este tipo de vías ciclistas se encuentren elevadas, deberán tener espacio de por lo menos 1 metro junto a la superficie de rodamiento para evitar eventuales caídas. Si la elevación es de 3 metros o más, el espacio adyacente deberá ser de 1,5 metros o bien una barrera de 1,3 metros.

En las áreas con tráfico ciclista bajo, deben fomentarse otras actividades, como caminar, correr, patinar, etc., para evitar que los ciclistas se sientan aislados.

También debido al relativo asilamiento dentro del entorno que pueden tener estas vías, se recomienda equiparlas con la adecuada iluminación para aumentar la seguridad.

Un último aspecto a considerar es que si este tipo de vías se encuentra cerca de vías férreas en uno, deberá estar alejada entre 3 y 5 metros.

IV.i.vi. Pendientes y curvas.

La calidad de las vías ciclistas también depende en gran medida de que cumplan con los estándares para pendientes y curvas.

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño de una vía ciclista determina el radio y peralte de curvas, las distancias de visibilidad y el ancho. En condiciones normales la velocidad ideal es de 30 Km./HR, aunque la mayoría de los ciclistas pueden mantener velocidades promedio de 20 Km./HR, esto brinda un satisfactorio margen de seguridad.

En el caso de pendientes tendidas o pronunciadas, modificar la velocidad de diseño tomando en cuenta que la velocidad de los ciclistas aumenta al descender.

Pendientes

En el proceso de diseño de vías, en lo que se refiere a pendientes, es necesario considerar el esfuerzo que se requiere para ascenderlas y las condiciones de seguridad para descenderlas.



Como regla general, las pendientes de 3% o menos no causan ningún tipo de problemas. Si es posible, las pendientes en una vía ciclista no deberán ser mayores al 6%.

Cuando se dé el caso de una pendiente corta y pronunciada, mayor a 10%, es necesario que la anteceda una superficie plana suficiente para que los ciclistas puedan tomar velocidad previo a su ascenso, también para este caso puede colocarse un descanso horizontal a la mitad de la pendiente.

Las pendientes, dada la velocidad al descenderlas, requieren de espacio extra para maniobras. Los ciclistas altas velocidades utilizan mayor distancia para modificar su trayectoria. Asimismo los ciclistas ascendiendo una pendiente ocupan mayor espacio a lo ancho por el balanceo que deben hacer para mantener el equilibrio.

Cuando se trata de pendientes cortas (menos de 75 metros) o suaves (menos de 6%), no es necesario hacer modificaciones de ancho.

Pendiente (%)	Longitud (metros)		
	25 a 75	75 a 150	> 150
> 3 y <= 6	-	20cm.	30cm.
>6 y <= 9	20cm.	30cm.	40cm.
>9	30cm.	40cm.	50cm.

Ancho extra requerido en función de la pendiente y su longitud. Fuente: (*Technical Handbook...*, Vélo Quebec. 1992)

Los problemas asociados con las pendientes pueden tener una relación muy directa con el mantenimiento de las vías ciclistas. La presencia de polvo, basura, baches o deterioro pueden causar problemas para controlar la bicicleta.

Curvas

Para determinar el radio mínimo de una curva en una vía ciclista, deben tomarse en cuenta la sobre elevación, la velocidad y la fricción entre la superficie de rodamiento y la rueda de la bicicleta.

Se utiliza la siguiente fórmula:

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

R = radio de curvatura (metros)
 V = velocidad de diseño (Km./HR)
 e = peralte (m/m)
 f = coeficiente de fricción



El coeficiente de fricción en superficies duras, normalmente es de 0.4, debe considerarse la mitad si se trata de superficies sueltas (con gava, residuos orgánicos, etc.).

Para calcular el peralte, tal y como se hace en otros casos de vías para vehículos, la pendiente siempre deberá ser hacia el interior de la curva. Ésta nunca deberá exceder el 12%, ya que esto resulta incómodo para los ciclistas que circulan lento. También debe evitarse en vías ciclistas bidireccionales, la combinación de pendiente de 4% o más, con peralte mayor a 8%.

Otras Recomendaciones de Geometría

En las curvas cerradas de menos de 32 metros de radio, los ciclistas tienden a circular por la parte interior de la curva. Esto puede aumentar el riesgo de colisiones en vías bidireccionales, por lo que se debe considerar ensancharlas en la parte interior de las curvas.

Otro factor de suma importancia en el diseño de vías ciclistas es la distancia mínima de frenado, para evitar colisiones.

Esta distancia está en función de la percepción del ciclista y su tiempo de reacción, del coeficiente de fricción entre la superficie de rodamiento y la rueda, así como de la velocidad y la pendiente.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{V^2}{255(G + f)} + 0.694V$$

S = distancia mínima de frenado (metros)

V = velocidad de diseño (Km./HR)

f = coeficiente de fricción (0.25)

G = pendiente (%).



IV.ii Superficies y pavimentos para vías ciclistas.

La calidad de la superficie es fundamental para la seguridad y el confort en una vía ciclista. Es necesario poner especial atención en el caso de vías que comparten automóviles y bicicletas ya que sus requerimientos son muy distintos.

Uno de los factores a considerar en la superficie y pavimentación de una vía ciclista es el mantenimiento. La experiencia internacional muestra que es más deseable tener costos de construcción tal vez altos que impliquen costos bajos de mantenimiento.

IV.ii.i. Ciclovías paralelas a la calle y carriles para bicicletas.

En general el pavimento que comúnmente se utiliza en México para pavimentar calles funciona bien para que circulen bicicletas. Sin embargo es necesario hacer algunas consideraciones especiales cuando ciclistas y automovilistas comparten la calle.

Las recomendaciones generales para este tipo de vías ciclistas son las siguientes:

- Evitar, en la medida de lo posible, que el trazo de la vía ciclista incluya coladeras y tapas, cuando esto suceda deben estar a nivel con la calle.
- Procurar que la superficie se conserve en buen estado y limpia para evitar accidentes.
- Deben eliminarse baches o irregularidades que causen incomodidad a los ciclistas.
- Cuando existan rejillas debe procurarse que sean de aberturas pequeñas y perpendiculares al sentido de la circulación, para evitar que las ruedas de las bicicletas caigan en ellas.
- Debe procurarse que la superficie por donde circulan las bicicletas tenga un color (el rojo óxido y el verde son los de uso más común) y marcas que la distingan aunque el material de la superficie sea el mismo.

IV.ii.ii. Ciclovías exclusivas.

Existen tres elementos constructivos fundamentales en una ciclovía: la sub-base, la base



y la superficie de rodamiento para los cuales se harán recomendaciones individuales.

Sub-Base

En general el peso de los ciclistas y otros usuarios de vehículos no motorizados, no requiere que se construya una sub-base como la de una calle, pero existen buenas razones para hacerla sólida:

- Durante la construcción es probable que la sub-base sea sujeta de cargas pesadas de la maquinaria que desarrolla la propia construcción de la vía.
- En las intersecciones, vehículos pesados transitarán sobre la ciclo vía y es factible que el mantenimiento sea realizado por vehículos pesados que circularán sobre ella.
- La buena construcción en general reduce las necesidades de mantenimiento.
- El mínimo estándar de compactación es de 90% Proctor.
- Se recomienda utilizar material compactable que se encuentre en el sitio para bajar costos de construcción.

Base

La base distribuye el peso de los vehículos que transitan sobre la superficie de rodamiento. Se recomienda que este hecha de material lo mas limpio posible y libre de materia orgánica. Para la base deben observarse las siguientes recomendaciones:

- Deben colocarse capas de no mas de 150 milímetros de espesor, compactadas al 95% Proctor como máximo.
- No debe colocarse la base si existe humedad en la sub-base.
- Se recomienda que la base se extienda por 30 centímetros a cada lado de la superficie de rodamiento.

Superficie de rodamiento

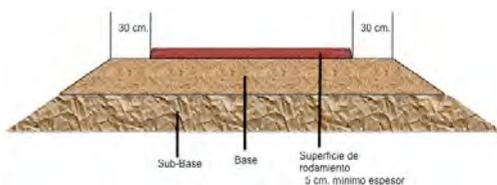
La superficie de rodamiento tiene la función principalmente de proveer una superficie cómoda y segura para la circulación de ciclistas así como de proteger la base y la sub-base.

Los materiales que mas comúnmente se utilizan para la superficie de rodamiento son: concreto asfáltico, concreto hidráulico, baldosas y adoquín, más adelante se abordan las



ventajas y desventajas de cada material.

Se recomienda que la superficie tenga una pendiente del 2%, en corona o hacia alguno de los costados para que drene el agua adecuadamente.



- **Concreto Asfáltico.** También conocido como asfalto, ofrece poca resistencia al rodamiento y buena resistencia al deslizamiento. Es fácil de mantener y de conectar con las calles existentes. Sin mantenimiento se puede deteriorar y volverse incómodo y peligroso para los ciclistas. Cuando se trata de ciclovías que pasan por áreas naturales no se integra bien al entorno.
- **Concreto Hidráulico.** Esta es una excelente superficie por su resistencia y por su muy escasa necesidad de mantenimiento. Requiere de muy buena base para evitar su hundimiento y consecuente

fractura. Resiste adecuadamente el ataque de raíces de árboles. Su principal desventaja es que tiene elevados costos de construcción.

- **Baldosas.** En general se debe procurar utilizar lo menos posible esta superficie, solo cuando el entorno urbano o la estética lo requieran. La comodidad en el rodamiento no es la ideal. Su costo es más elevado que el del asfalto y además requieren de guarnición para ser contenidas. Las juntas pueden resultar incómodas y propiciar que el agua deslave la base.
- **Adoquín.** Tienen similares condiciones para el rodamiento que las baldosas, puede utilizarse en calles de tráfico mixto poniendo especial atención en las juntas. Su mantenimiento es costoso y complicado y se erosionan con el tiempo.

Elementos complementarios

Es importante en el tema de superficies y pavimentos de las vías ciclistas hacer consideraciones especiales en cuanto al entorno. Debe



buscarse que la vía sea lo mas adecuada y armoniosa con su entorno. Por ejemplo, si la vía ciclista atraviesa un parque, tal vez ahí conviene utilizar adoquín o baldosas, sacrificando calidad de superficie, por armonía con el entorno, ya que generalmente será una distancia corta.



IV.iii Diseño de intersecciones.

Las intersecciones son el punto más delicado al momento de diseñar vías para bicicletas, en especial para los ciclistas. En ellas tienen lugar la mayoría de los incidentes, conflictos y accidentes entre ciclistas, automovilistas y peatones. Sin embargo, existen ciertas medidas, muchas veces sencillas y sin mayores complicaciones en su implementación que aumentan de manera significativa la seguridad para todos los usuarios que confluyen en ellas.

Asimismo, las intersecciones determinan la comodidad y rapidez de las vías ciclistas, ya que la interrupción constante de la marcha de un ciclista le implica pérdida de inercia y el correspondiente esfuerzo por retomar el ritmo.

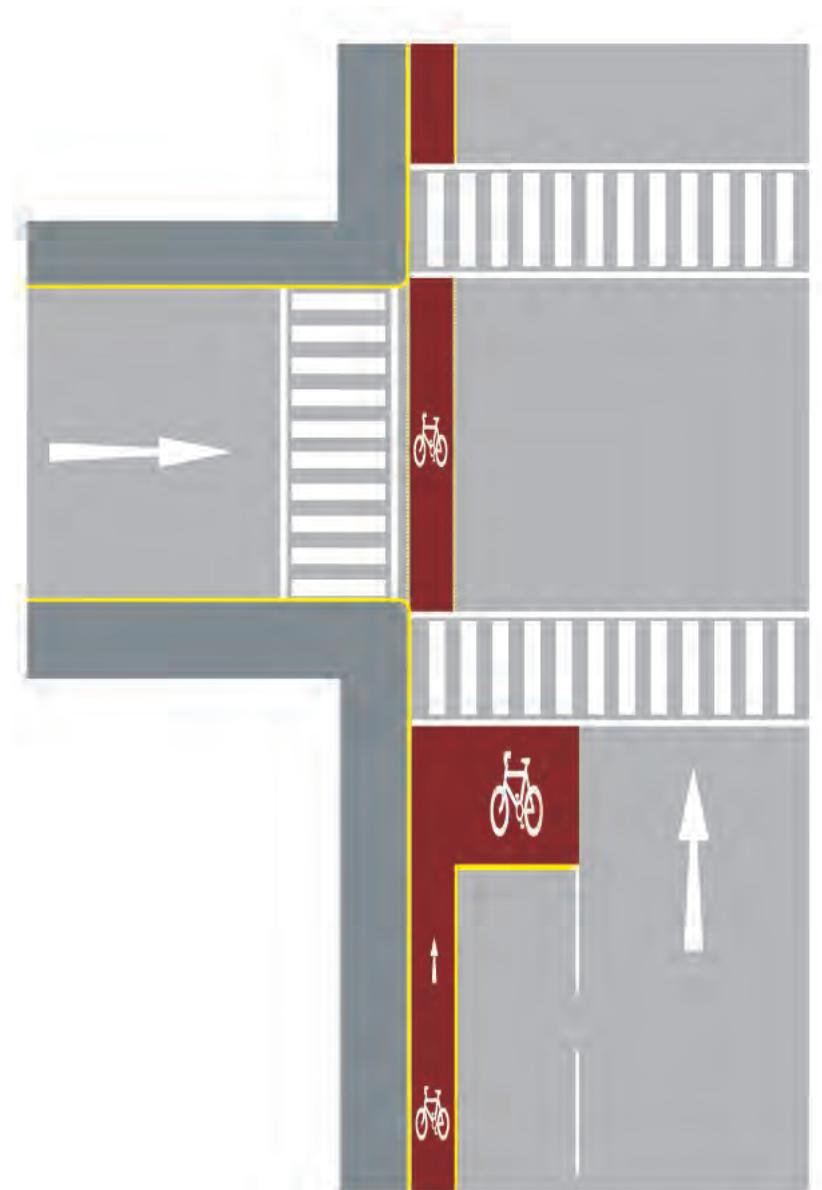
Dado que las intersecciones de las calles implican una tipología demasiado grande, para el diseño de las mismas, se recomienda consultar con expertos en la materia. Es justamente en las intersecciones donde deben combinarse de la mejor manera todos los aspectos de diseño que

incluye este manual, por ser los puntos más delicados en las vías ciclistas.

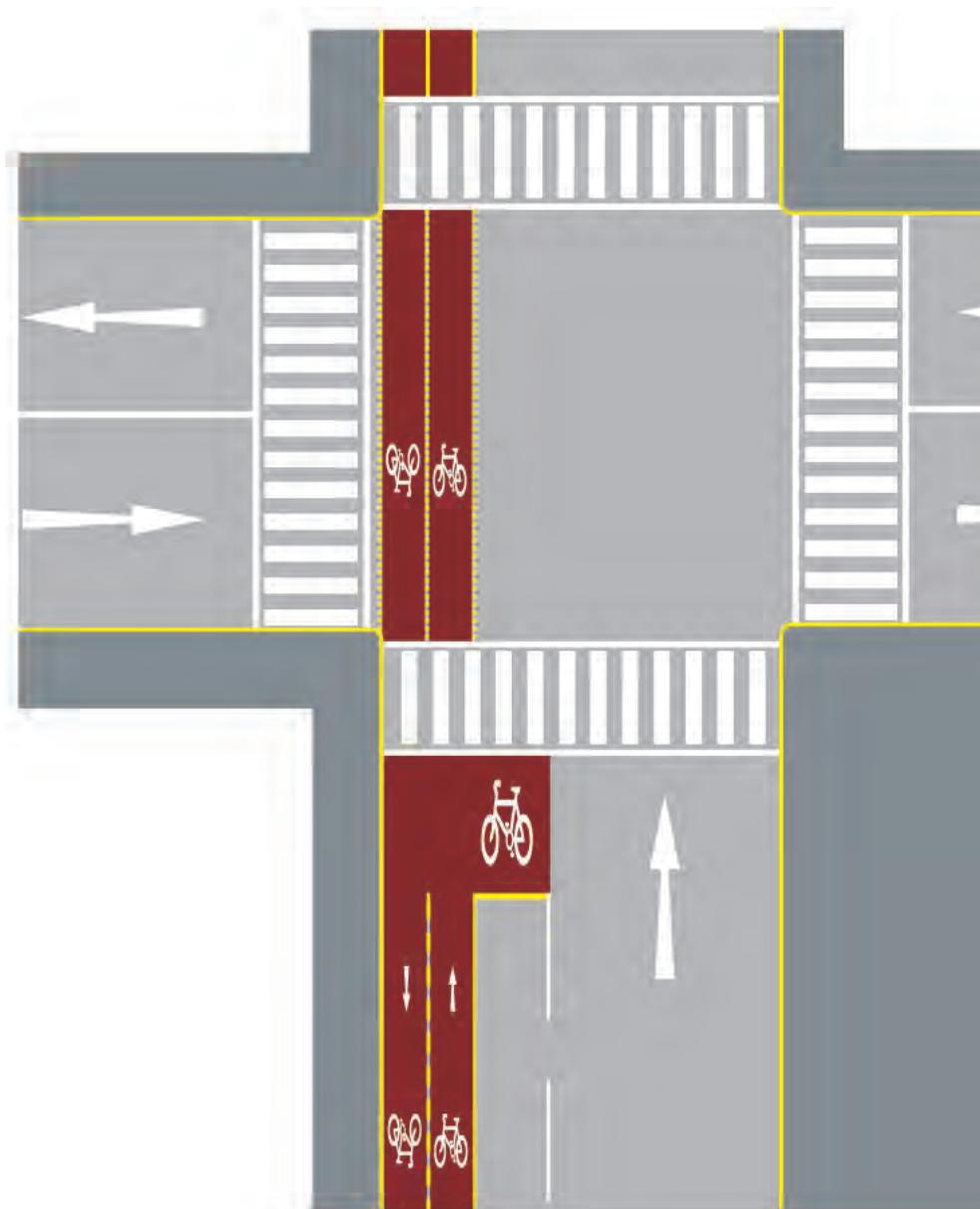
Se presentan en esta sección, ejemplos de algunos casos comunes e ilustrativos sobre como deben diseñarse, pero es fundamental que un experto defina los detalles como ubicación de señalización, prioridades de paso entre otros que varían caso por caso según la intersección de que se trate.



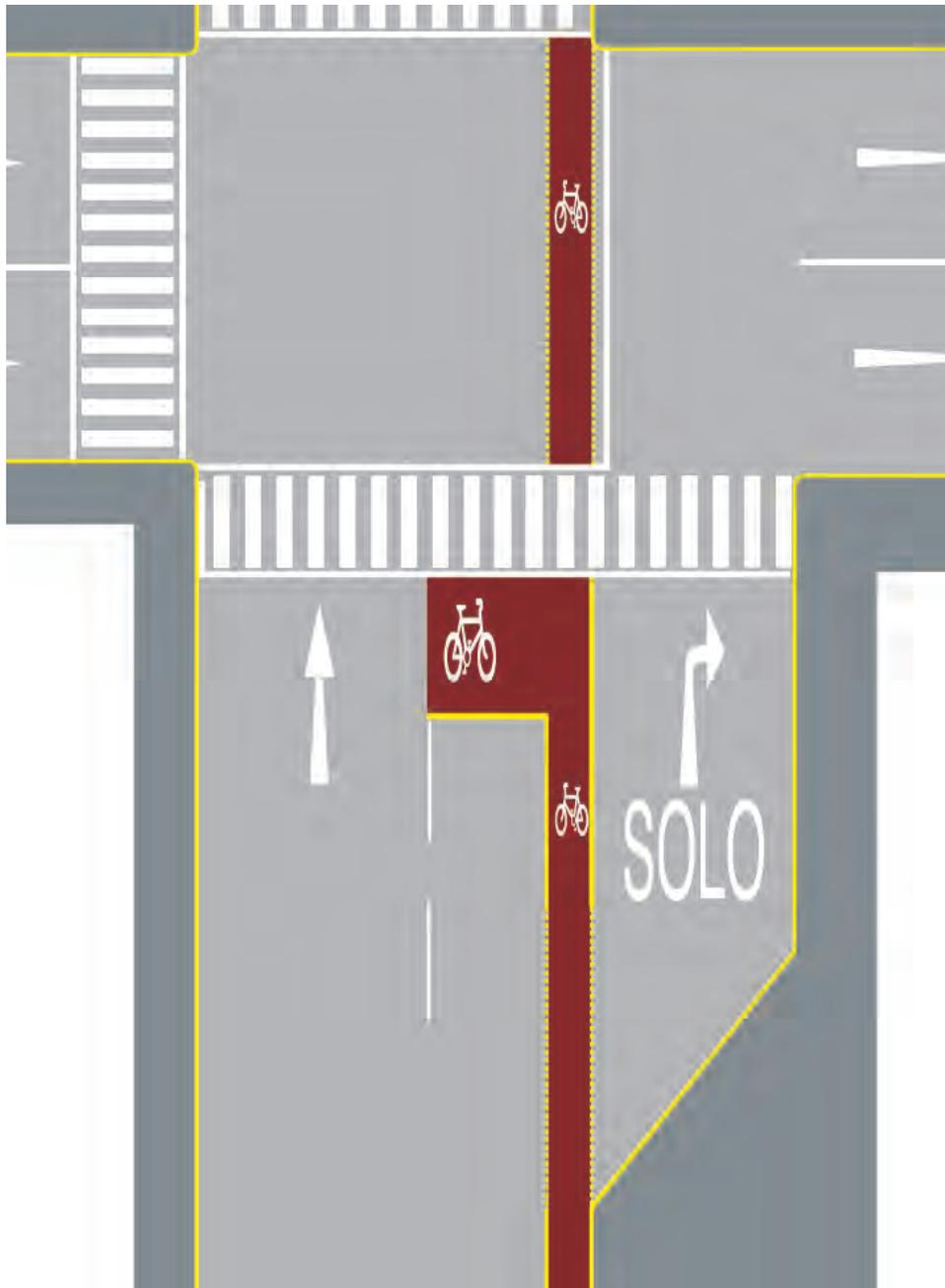
Ejemplos de intersecciones



Esquema de intersección entre un carril para bicicletas sobre una calle o eje vial de un sentido con una calle de un sentido. Se coloca el carril de lado izquierdo para dejar al transporte público de lado derecho.



Ejemplo de intersección entre un carril para bicicletas bi-direccional sobre una calle de un sentido y una calle de doble sentido. Para proteger a los ciclistas que circulan en contraflujo se colocan de lado izquierdo contra la banqueta.



Ejemplo de carril para vuelta para proteger el carril para bicicletas.



IV.iv Criterios de señalización.

La consistencia y calidad de la señalización ayuda a los usuarios de vías ciclistas a seguir los trayectos y a otros usuarios de la calle a advertir la presencia de ciclistas. Es imperativo que cada actor de la calle, reconozca que espacio esta destinado a cada uno de ellos y que espacio es sujeto de compartirse.

Mas allá de esta identificación de espacios y rutas, la señalización juega también un papel en el funcionamiento de la vía ciclista como elemento de regulación tanto para los ciclistas como para su interacción con el tráfico vehicular y peatonal, especialmente en las intersecciones.

Cuando las señales indiquen destinos, se recomienda que incluyan dos, el destino próximo inmediato, y un destino principal que se encuentre más adelante en la ruta.

Es altamente recomendable que al construir una vía ciclista, por ningún motivo se ponga en funcionamiento con la señalización incompleta, ya que

ésta, además de ser un elemento en si mismo de promoción, es aún más necesaria en vías nuevas, ya que los usuarios no estarán familiarizados con los trazos y destinos que incluye la nueva vía ciclista.

Una clasificación muy común para señalización es dividirla en vertical y horizontal.

IV.iv.i Señalización vertical.

La señalización vertical consiste en paneles situados en un costado de la vía ciclista o de la calle, deben colocarse en lugares visibles, cuidando que no se vuelvan obstáculos para los usuarios. Ayudan a los ciclistas a encontrar una vía ciclista si están fuera de ella y a encontrar su destino si están dentro. Es muy útil utilizar un color estandarizado y el símbolo de bicicleta para identificar mejor la señalización.



Ejemplo de señalización vertical



Así como los automovilistas, los ciclistas necesitan estar al tanto de cual es la ruta más directa y la distancia a su destino, por lo tanto se recomienda colocar marcas de distancia en las vías ciclistas.

Asimismo, se recomienda que cuando exista una red de vías ciclistas, se instalen mapas que la muestren en sitios de interés a lo largo del trazo de la misma (escuelas, centros comerciales, plazas, parques, etc.). Éstos mapas orientan a los usuarios de las vías ciclistas a tomar decisiones para mejorar sus trayectos, y mantenerlos al tanto del alcance y extensión de la red.

El criterio de colocación de señalización vertical, es muy similar para todos los tipos de vías ciclistas, ya que en todos los casos, los usuarios de las vías deben tener información de destinos y distancias, así como otros actores de la calle para evitar conflictos.

IV.iv.ii Señalización horizontal.

Esta señalización es fundamental para las vías ciclistas, sus funciones principales son;

establecer los límites de las vías ciclistas; dividir carriles en vías bidireccionales; delimitar paradas de autobús, paso peatonal, y zonas de alta ocupación; indicar la presencia y dirección de una vía ciclista; como complemento de algunas señales verticales.

En calles secundarias de tráfico mixto, no se colocan líneas para delimitar los espacios de uso de automóviles y ciclistas, sin embargo, pueden colocarse marcas con forma de bicicleta y flechas en el pavimento para facilitar la continuidad cuando estas calles forman parte de la red general de vías ciclistas.



Ejemplo de señalización horizontal.

En carriles para bicicletas, la señalización horizontal, delimita con líneas los carriles. Esto cobra aún mas importancia si no



existe una separación física como bolardos o guarnición.

Además de éstas líneas deben ponerse marcas en forma de bicicleta y de ser posible marcar con algún color los carriles, sin afectar la adherencia de las ruedas.

La señalización horizontal debe mantenerse en las intersecciones cambiando las líneas a quebradas.

Para el caso de las ciclovías, no obstante de estar separadas físicamente del resto del tráfico, deben contar con la adecuada señalización, previniendo obstáculos o peligros y manteniendo el nivel de información para cualquier usuario.

En ciclovías exclusivas es especialmente importante designar mediante la señalización el espacio para los ciclistas y para los peatones ya que por las condiciones de la vía los peatones tenderán a usarla para caminar.

IV.iv.ii Señales para vías ciclistas.

El color azul con blanco es el más comúnmente utilizado para señales verticales en vías ciclistas alrededor del mundo, y para señales horizontales, líneas blancas, amarillas. Para designar las superficie de rodamiento, en México se ha utilizado comúnmente el rojo óxido.

Aquí se muestra como ejemplo la nomenclatura utilizada en el Reino Unido, Dinamarca, y Suiza que ha sido propuesta para ser utilizada en todo Europa, como un buen ejemplo sujeto de aplicarse en México. (*Cycle-friendly*, DOT, 1997).



Señales verticales



Carril para bicicletas adelante



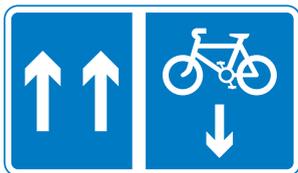
Carril para bicicletas



Señal para identificar una vía ciclista



Señal que indica la terminación de una vía ciclista



Carril para bicicletas en contraflujo



Señal informativa que indica dirección hacia un carril para bicicletas



Señal que se coloca para que los peatones adviertan que van a cruzar un carril para bicicletas.



Señal para designar una ciclovía exclusiva



Señal para designar una vía ciclista – peatonal



Señal para designar una vía ciclista –
peatonal separada por una marca



Señal para guiar hacia un
estacionamiento para bicicletas



Estacionamiento para bicicletas



Señal que indica en mayúsculas en la parte superior, el nombre de la vía ciclista, destinos próximo y principal con distancias, en el recuadro de color puede colocarse el número que indica la vía ciclista, éste puede ser de distinto color según la jerarquía de la vía



Señal que orienta hacia una vía ciclista
identificada con el número del recuadro



Señal que indica a los ciclistas con el número del recuadro en que vía ciclista se encuentran circulando



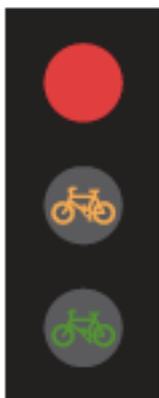
Señal que indica en una intersección la dirección hacia dos destinos diferentes a los que se puede acceder por vía ciclista



Señal tipo mapa que indica a los ciclistas como proceder en una intersección



Señal que restringe la circulación de
bicicletas en calles o avenidas



Semáforo especial para vías ciclistas



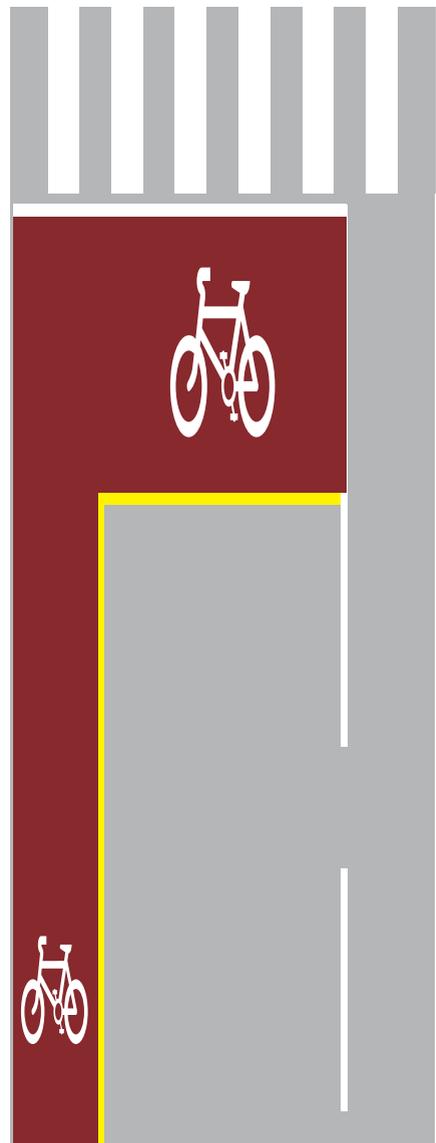
Señales horizontales



Señales horizontales en un carril para
bicicletas



Señal horizontal que indica la terminación de
una vía ciclista



Señales horizontales en un carril para
bicicletas, incluyendo caja de seguridad para
ciclistas, delante de la línea de alto de los
automoviles.



IV.v. Infraestructura complementaria.

Además de los elementos mencionados en los apartados anteriores, es importante considerar infraestructura complementaria que dé calidad a las vías ciclistas, a través de alumbrado, estacionamiento adecuado para bicicletas y donde sea posible, agregar mejoras al paisaje y infraestructura favorable para el tráfico calmado.

IV.v.i. Alumbrado.

La iluminación efectiva en un elemento esencial en la vías ciclistas cuando ya no hay luz natural. Debido a que este rubro puede significar una inversión considerable, es necesario analizar a detalle los sitios que necesitan alumbrado debido al tráfico.

El alumbrado debe permitir a los ciclistas seguir la vía con facilidad, identificar obstáculos, identificar la señalización tanto horizontal como vertical, así como a otros usuarios de la vía, y favorecer la identificación de los ciclistas a automovilistas y

peatones. Este último aspecto es crucial en intersecciones.

Para ciclovías, que siguen trazos independientes de las calles, si el tráfico durante las horas de oscuridad lo amerita, deben iluminarse.

En el caso de ciclovías paralelas a la calle, o carriles para bicicletas, en muchas ocasiones el alumbrado existente, será suficiente para brindar iluminación adecuada.



Vía ciclista durante la noche.

Cuando se instale alumbrado especial para la vía ciclista, ésta debe estar a no menos de 4, y no más de 5 metros de altura, y la separación entre luminarias, debe ser entre 20 y 40 metros. En cualquier caso la intensidad debe rondar los 5 lux, para garantizar la



sensación de seguridad ciudadana. (Sanz, 1999, p.93).

IV.v.ii. Estacionamiento.

La planeación de una red de vías ciclistas o una política favorable a la movilidad en bicicleta, no se puede considerar completa, si no se provee de estacionamiento adecuado. La ausencia de éste o que no se considere seguro, en muchas ocasiones puede disuadir el uso de bicicleta.



Estacionamiento para bicicletas cubierto.

Criterios

Los estacionamientos para bicicletas deben estar acorde con los siguientes criterios:

- Seguridad. El estacionamiento debe prevenir el robo o vandalismo, ofrecer condiciones de

seguridad acorde al sitio donde se encuentre. En sitios concurridos con que permita el amarre del cuadro y de las ruedas es suficiente. En sitios menos transitados debe considerarse un grado de protección mayor.

- Accesibilidad. Los ciclistas de manera natural buscan dejar su bicicleta lo más cercano posible a su destino final, por lo que deben estar ubicados, por lo menos a la misma distancia del espacio mas cercano destinado a un automóvil.
- Comodidad. Deben tener dimensiones que permitan asegurar las bicicletas de manera cómoda. Asimismo en sitios donde el espacio se comparte con peatones, es necesario colocar el estacionamiento para bicicletas sin que cause incomodidad al tráfico peatonal.
- Integración. Es importante considerar el entorno donde se colocarán y hacerlo los



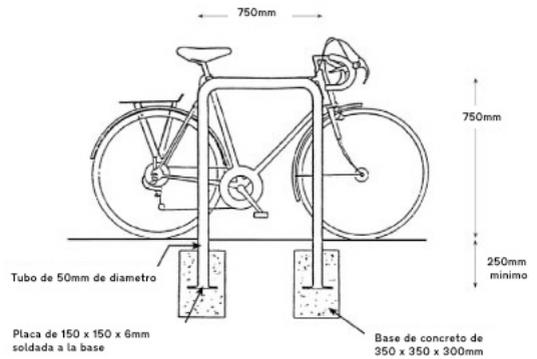
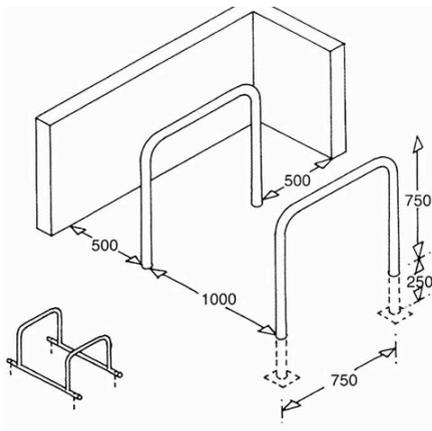
mas armónico posible con éste.

- Costo. Debe buscarse el equilibrio adecuado para que el costo de instalación no sea muy alto, pero el de mantenimiento tampoco.

Dimensiones

Las bicicletas son por definición muy variables en cuanto a sus dimensiones, aquí se mencionan las dimensiones que permiten el estacionamiento de la mayoría de ellas, tomando como base una bicicleta urbana para adulto.

En todos los casos debe considerarse un pasillo de acceso y maniobras, de por lo menos 1.50 m. para acceder a los marcos para fijar la bicicleta. (Sanz, 1999, p.98)



El diseño del marco para fijar bicicletas puede variar de acuerdo a las condiciones del sitio y al entorno, aquí se muestran las dimensiones básicas del marco considerado como “universal”.

Provisión de espacio

Una medida de promoción para la movilidad en bicicleta, es que la autoridad obligue a constructores y desarrolladores inmobiliarios a proveer de espacios para estacionamiento de bicicletas. Esto puede incluirse en la normatividad de licencias de construcción, en el mismo apartado donde se consigna la dotación adecuada de estacionamientos para automóviles según el tipo, uso y tamaño de la construcción nueva.



En la siguiente tabla se proponen numero de espacios para bicicleta según el tipo de inmueble.

Tipo de Establecimiento	Dotación de espacios
Escuela primaria o secundaria	1 espacio por cada 20 m ² de salones
Escuela superior o Universidad	1 espacio por cada 20 m ² de salones
Centro comercial	1 espacio por cada 400 m ²
Gimnasios y centros deportivos	1 espacio por cada 100 m ²
Edificio de oficinas	1 espacio por cada 800 m ²
Cine, teatro y restaurante	1 espacio por cada 35 asientos
Fábrica	3% del número de empleados
Unidad habitacional	1.5 espacios por departamento
Estación de tren ligero o suburbano	20 espacios
Estación de Metro	20 - 30 espacios
Estación terminal de Metro	75-100 espacios

Cuando se trata de sitios de descanso en ciclovías exclusivas, se deben colocar 5 espacios si la ciclovía es para menos de 1500 ciclistas/día y 10 espacios si son mas de 1500 ciclistas/día.



IV.vi Demanda, promoción y mantenimiento.

IV.vi.i Demanda y promoción

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, cuando se construye infraestructura para movilidad en bicicleta, no puede dejarse simplemente para ser utilizada, es necesario promover que tenga demanda, dándole la promoción adecuada, además de mantenimiento y gestión constantes.

La demanda de una vía ciclista o de una red de ellas, debe tener su respaldo en los estudios previos a su construcción, entre mas reciente sea la información o la encuesta origen destino utilizada, mas probabilidad existe de que esa demanda de viajes se vuelva una realidad en uso de la vía. Transformar esa demanda potencial, en viajes efectivos en bicicleta, depende de la calidad con que se construyan las vías, y de la consistencia de la política pública que fomente su uso.

La promoción de la movilidad en bicicleta debe darse en varios frentes, el primero es que debe tratarse por parte de las

autoridades con la misma seriedad que se tratan otros sistemas de transporte; debe acercarse información a los usuarios potenciales de los beneficios de usar bicicleta para transportarse, tanto los beneficios individuales como los colectivos; involucrar a la comunidad y obtener su respaldo, es un factor clave para el éxito de estas iniciativas; si se está desarrollando una red, es fundamental informar a la ciudadanía donde se pretende introducirla, ya que esto le permitirá identificar viajes potenciales a realizar de manera cotidiana, una vez que se encuentre terminada.



Logotipo de la estrategia del Gobierno del Distrito Federal para la promoción de la movilidad en Bicicleta.

En la Ciudad de México y Guadalajara, los cierres dominicales para permitir la circulación libre de bicicletas en zonas específicas, se vienen



realizando con mucho éxito desde hace algún tiempo.



Mapa de la Vía recreativa. Guadalajara, México.

Una estrategia de promoción que ha sido utilizada por ejemplo en Bogotá, Colombia, es convencer a figuras públicas de utilizar bicicleta como modo de transporte, esto puede crear el efecto de poner de “moda” transportarse en bicicleta. Asimismo puede promoverse en el medio publicitario, utilizar bicicletas y las vías especializadas como elementos y espacios para filmar o fotografiar anuncios.

Un factor que puede resultar clave, es la evaluación de las medidas favorables a la movilidad en bicicleta. Cuando los resultados de esta evaluación son favorables, se vuelven información que fortalece la promoción y son susceptibles de

incidir en los usuarios que aun no se deciden a utilizar bicicleta para transportarse. Asimismo estos datos pueden ser soporte para financiar la expansión y ampliación de estas iniciativas y programas. Los datos negativos, permiten hacer las correcciones correspondientes y como aprendizaje para el futuro.

IV.vl.ii Mantenimiento

Como cualquier infraestructura de transporte, las vías ciclistas son sujeto de acumulación de desechos, deterioro de superficies y otros factores de desgaste que pueden limitar su funcionalidad si no son atendidos correctamente. El mantenimiento protege la inversión realizada para desarrollar esta infraestructura.

Es necesario además de establecer que autoridad será la responsable del mantenimiento, fijar estándares, implementar un mecanismo para que los usuarios puedan reportar fallas y plasmar estas acciones en un programa sujeto a un calendario.

Una buena aproximación para calcular los costos de



mantenimiento es considerar entre el 3 y el 5% del costo de construcción de la infraestructura, dependiendo de las condiciones en que se realizó ésta. (*Pedestrian and Bicycle...*,VAOT, 2002)



Dispositivo para recibir quejas y sugerencias.
Mississippi, E.U.A.

Como consideraciones generales de mantenimiento deben seguirse las siguientes acciones:

-Barrido y limpieza.

Además de la limpieza general que se realiza de manera cotidiana en vía pública, una vez al año por lo menos debe hacerse

limpieza profunda, ya que la tendencia marca que las vías ciclistas están en los extremos de las calles, lo que causa que se acumulen una mayor cantidad de desechos en ellas.

-Reparación de la superficie.

Los ciclistas son más sensibles a imperfecciones en la superficie de rodadura que los automovilistas. Las diferencias de nivel mayores a 13 mm. deben ser reparadas de inmediato para evitar accidentes. (*Pedestrian and Bicycle...*,VAOT, 2002)

Al realizar trabajos de reposición de la superficie de rodadura, debe removerse la capa anterior si la nueva capa reduce el nivel de la guarnición que protege a la vía de manera significativa.

Mantenimiento a señalización.

Es de vital importancia mantener en condiciones óptimas estos elementos de las vías ciclistas. Debe existir un inventario de señales verticales para reponerlas en su caso. Para la señalización horizontal, es necesario cuidar su duración y reponerla completamente en caso de reposición de la superficie de rodadura.



Ancho de carriles para bicicletas

Volumen Ciclistas / día \ Tipo				
	Carril con marcas en pavimento sin estacionamiento	Carril con marcas en pavimento con estacionamiento	Carril protegido	Carril entre estacionamiento y carril de circulación
1,500 ciclistas / día o más				
UNIDIRECCIONAL	2.25 m.	2.50 m.	2.50 m.	2.00 m.
BIDIRECCIONAL	3.00 m.	3.00 m. 3.25 m. (*)	3.00 m.	N / A
Menos de 1500 ciclistas / día				
UNIDIRECCIONAL	1.50 m.	1.75 m.	N / A	1.50 m.
BIDIRECCIONAL	2.75 m.	2.75 m. 3.00 m. (*)	2.75 m.	N / A

(*) Cuando el tráfico ciclista adyacente al carril de estacionamiento circula en la misma dirección que el tráfico automotor.

Fuente: (*Technical Handbook...*, Vélo Quebec. 1992)



CONCLUSIONES.

El proceso de investigación para la integración de este manual, ilustra la gran cantidad de material que existe sobre el tema, así como experiencias en diversas partes del mundo, que hablan de la viabilidad de la movilidad en bicicleta como alternativa de transporte.

Las consecuencias del calentamiento global, y una mayor conciencia por el cuidado del medio ambiente han generado preocupación en diversos actores de la sociedad. Autoridades, asociaciones civiles e individuos han emprendido acciones encaminadas hacia la sustentabilidad motivados por esta preocupación.

La movilidad en bicicleta representa una oportunidad para combatir el calentamiento global, siendo un transporte sustentable. Como se demuestra a lo largo del manual, la implementación de éstas iniciativas es viable y puede traducirse en elevar la calidad de vida en las ciudades mexicanas.

Si bien, como se menciona en el capítulo I, existen antecedentes

de acciones e iniciativas favorables a la movilidad sustentable, desafortunadamente en la mayoría de los casos se trata de esfuerzos aislados. Como se estableció en el capítulo correspondiente, si estos esfuerzos se inscriben en el contexto de una política pública con el liderazgo de las autoridades y el impulso y respaldo de la sociedad, la probabilidad de que sean exitosas es mucho mayor.

Probablemente el mayor esfuerzo gubernamental en la materia está representado por la ciclovía realizada por la administración 2000-2006 del Gobierno del Distrito Federal (GDF), que tuvo el efecto positivo de poner el tema en primer plano.

Sin embargo, esta obra tiene enormes fallas en lo técnico: interrupciones constantes en el trazo, dimensiones y pendientes inadecuadas, obstáculos y una carencia total de gestión como parte del sistema de movilidad de la ciudad. Se menciona este ejemplo para ilustrar la utilidad que puede tener este manual.



Como cualquier obra de ingeniería, el apego a normas y recomendaciones elaboradas por expertos, garantiza el adecuado funcionamiento de la infraestructura.

La administración 2006 – 2012 del GDF ha retomado el tema de la movilidad en bicicleta y ha anunciado grandes acciones de infraestructura que todavía están por concretarse, para ello ha recurrido al apoyo de asociaciones civiles y de expertos. Es deseable que estas acciones resulten en infraestructura de calidad y que estén debidamente soportadas por políticas públicas sólidas y sean gestionadas adecuadamente.

Otro caso que es importante mencionar, es el programa “Bicipuma” de la UNAM, programa de préstamo de bicicletas para uso de la comunidad universitaria a través de 10 módulos y un “bicicentro” para realizar viajes dentro del campus de Ciudad Universitaria, en los 5.2 Km. de ciclovía rehabilitada. El programa opera exitosamente desde Marzo de 2005.

Un aspecto que es fundamental retomar como conclusión es como puede promoverse la igualdad social a través de la movilidad en bicicleta. Tomando en cuenta la realidad económica de México, y siendo los Ingenieros Civiles quienes a través de la infraestructura crean las soluciones de mayor impacto social, promover la movilidad en bicicleta representa una oportunidad enorme para mejorar las condiciones de vida de muchos mexicanos. Los bajos costos de desarrollo e implementación de la infraestructura, y el hecho de que una bicicleta esta al alcance de una gran mayoría de la población son factores que justifican emprender estas acciones.

La motivación central detrás de la elaboración de este manual, es la misma que es común a todos los ingenieros civiles, aplicar la ciencia y la tecnología persiguiendo el noble fin de mejorar las condiciones de vida de la mayorías. Responsabilidad y deber compartido por todos los egresados de la Facultad de Ingeniería y de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Bibliografía de referencia y consulta:

- *About Rails-to-trails conservancy*. 2009. Obtenida el 26 de Mayo de 2009 de: <http://www.railstotrails.org/whoweare/index.html>
- ÁLVAREZ, A., BARANDA, B. 2005. *Transporte no motorizado. La Bicicleta*. pp. 114-117 en: *El Reto del Transporte en la Ciudad de México*. Edamex. México, D.F..
- ANDERSEN LB, SCHNOHR P, SCHROLL M, HEIN HO. 2000. *All- mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, cycling to work*. Arch Intern Med2000; 160(11): 1621-8.
- BARANDA, B., 1998. *Guidelines for Best Practice in the Planning of Bicycle Infrastructure*, Delft, Países Bajos.
- BARQUERA, S. 2007. *Análisis crítico de la mala nutrición en el adulto*. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, México.
- BERMAN, M. 1999. *Todo lo sólido se desvanece en el aire*. Editorial Siglo XXI. México, D.F..
- *Bicycles produced in the world*. 2009. Obtenida el 8 de Marzo de 2009 de: <http://www.worldometers.info/bicycles/>
- Canadá. Vélo Quebec. 1992. *Technical Handbook of Bikeway Design*. Montreal, Canadá
- *Cars produced in the world*. 2009. Obtenida el 8 de Marzo de 2009 de: <http://www.worldometers.info/cars/>
- Comunidad Europea. Comisiones Europeas (EC). 1999. *cycling: the way ahead for towns and cities*. Luxemburgo.
- Dinamarca. Danish Road Directorate (DRD). 1998. *Best practice to promote cycling and walking*. Copenhagen, Dinamarca.
- Dinamarca. Danish Road Directorate (DRD). 2000. *Collection of Cycle Concepts*. Copenhagen, Dinamarca.
- Estados Unidos de America. Agencia de Protección Ambiental (EPA). 2007. *FAQ – About Global Warming and Climate Change: Back to Basics*. Washington, D.C. Estados Unidos de América.



- Estados Unidos de America. Vermont Agency of Transportation (VAOT). 2002. *Pedestrian and Bicycle Facility Planning and Design Manual*. Vermont, Estados Unidos de América.
evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri,
- FERNÁNDEZ, F., 1992. *Las Modernas Ruedas de la Destrucción*. Ediciones El Caballito. México, D.F..
- FUGLESVEDT, J. , BERNSTEN, T., MYHRE, G, RYPDAL, K., BIELTVEDT, R. 2007. *Climate forcing from the transport sectors*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS). Oslo, Noruega.
- *Historia de la Bicicleta*. 2003. Obtenida el 8 de Marzo de 2009 de: <http://www.mundocaracol.com/bicicletos/historia.asp>.
- ISLAS, V. 2000. *Llegando Tarde al Compromiso: La Crisis del Transporte Público en la Ciudad de México*. El Colegio de México. México, D.F..
- KINGHAM, S., MEATON J., SHEARD A., LAWRENSON, O., 1998, *Assessment of Exposure to Traffic-Related Fumes During the Journey to Work*, Transportation Research Part-D, Vol. 3, No. 4, pp.271-274. Huddersfield, Reino Unido.
- LÓPEZ, F., RANGEL, M., DE LA SIERRA, G., 1982. *El Transporte en la Ciudad de México: 500 Años de Evolución*. Editorial Castellnova. México D.F..
- MATTHEW, J. 2008. *Bicycles Pedaling Into the Spotlight*. Obtenida el 8 de Marzo de 2009 en: <http://www.earth-policy.org/Indicators/Bike/2008.htm>.
- México. 2004. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Censos Económicos 2004*. México, D.F..
- México. 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Encuesta Origen – Destino 2007 ZMVM*. México, D.F..
- México. Gobierno del Distrito Federal. Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal (SETRAVI). 2004. *Anuario del Transporte y la Vialidad 2004*. México, D.F.



- MONTEZUMA, R., 2003. *La Transformación de Bogotá 1995-2000 Entre Redefinición Ciudadana y Espacial*. Fundación Ciudad Humana. Bogotá, Colombia.
- NASCO, P. 2000. *Cuba y las bicicletas*. Obtenida el 6 de Marzo de 2009 de:
<http://www.cubanet.org/CNews/y00/sep00/25a12.htm>.
- Organización de las Naciones Unidas. IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de*
- OROZCO, C. 2002, 30 de Septiembre. *La bicicleta, ese ingenioso artefacto*. En Gaceta Universitaria U de G, Nueva Época II, Año 2, Num. 269.
- Países Bajos. Centre for Research and Contract Standardization in Civil and Traffic Engineering (CROW). 1994. *Sign up for the bike: Design Manual for a cycle-friendly infrastructure*. Ede, Países Bajos.
- PUENTES, E. 2005. *Accidentes de Tráfico: letales y en aumento*. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, México.
R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.
- Reino Unido. The Department of Transport (DOT). 1997. *Cycle-Friendly Infrastructure: Guidelines for Planning and Design*. Londres, Reino Unido.
- Reino Unido. Transport for London (TfL). 2004. *Creating a chain reaction: The London Cycling Action Plan*. Londres, Reino Unido.
- SANZ, A., PÉREZ SENDEROS, R., FERNÁNDEZ, T. 1999. *La Bicicleta En La Ciudad*. Ministerio de Fomento. Madrid, España.
- VARIOS AUTORES. 2001. *mobility 2001: world mobility at the end of the twentieth century and its sustainability*. World Business Council for Sustainable Development. Ginebra, Suiza.
- *Vías verdes en marcha*. 2009. Obtenida el 26 de Mayo de 2009 de: <http://www.viasverdes.com/ViasVerdes/>