

1.1 2.1 TRAZADO DE LA RED PRIMARIA

El proceso de diseño y ubicación de un carril bici está regido por una serie de factores que condicionan el uso del carril.

Estos factores dependerán de cada situación, pero usualmente incluirán:

- – *Uso potencial de las infraestructuras*

El carril bici deberá ubicarse en un tramo en el que se pueda maximizar su uso.

- – *Inmediatez*

Si un carril bici no se localiza a lo largo de las líneas de deseo, uniendo el mayor número posible de orígenes y destinos por el camino más corto, no será utilizado por muchos ciclistas potenciales.

- – *Acceso*

Cuanto más acceso se den a centros de atracción más se utilizará el carril bici.

- – *Demoras*

La bicicleta es un modo de transporte lento, por lo que el carril bici se diseñará de forma que evitará los rodeos y las paradas frecuentes, ofreciendo soluciones seguras en las intersecciones y una señalización clara, que resulte obvia, tanto para los ciclistas como para los usuarios de otros vehículos.

- – *Intensidad de tráfico*

Este es un factor determinante en la localización del carril bici; éste, para minimizar demoras y ofrecer continuidad, debe evitar las interferencias desequilibradas con el tráfico motorizado, bien con esquemas de coexistencia con carriles integrados en la calzada, bien con esquemas de segregación.

Se tendrá en cuenta que el tráfico pesado puede causar problemas al tráfico ciclista por los efectos aerodinámicos producidos. Así mismo el carril bici eludirá interferencias con los peatones.

Por todo ello se diseñará con las características geométricas adecuadas al número de usuarios y a la función de la vía.

- – *Barreras existentes*

En algunas ocasiones crear un carril bici puede suponer una alternativa para franquear obstáculos naturales o artificiales (ríos o ferrocarriles).

- – *Fuertes rampas o pendientes*

El carril bici se diseñará con pendientes bajas puesto que éstas son desaconsejables tanto en subidas como en bajadas.

– – *Calidad del firme*

Se diseñarán preferentemente con pavimentos bituminosos o de hormigón procurando la mayor uniformidad superficial. Elementos urbanos como las tapas de registro y las tomas de rejillas de imbornales se dispondrán asegurando la comodidad y seguridad del ciclista.

– – *Atractividad*

Un carril bici se usará más cuanto mayor sea su calidad y confort y esté protegido de los inconvenientes climatológicos extremos y convenientemente iluminado.

– – *Tipos de usuarios*

El tipo de usuario es un factor que influye directamente en el diseño del carril bici, por ejemplo un carril bici que sea usado mayoritariamente por escolares deberá guardar unas normas de seguridad mucho más estrictas que un carril bici cuya función sea fundamentalmente recreativa; en este caso serán más importantes factores de atractividad. En el método de diseño se necesita tener en cuenta el tipo de ciclista que mayoritariamente usará el carril.

A partir de las investigaciones en ciudades holandesas se han configurado tres grandes grupos con el fin de que las infraestructuras ciclistas se adapten lo más posible a ellos:

a) a) Ciclistas vulnerables:

Incluye adolescentes menores de 16 años, personas de la tercera edad y usuarios con algún tipo de deficiencia física. Presentan velocidades bajas (inferiores a 15 Km/h) y su tiempo de reacción ante acontecimientos externos es elevado.

b) b) Ciclistas adultos:

Desarrollan velocidades entre las 15 Km/h y los 30 Km/h. Viajan por todo tipo de motivos y sus trayectos suelen ser más largos que los efectuados por los ciclistas vulnerables. Normalmente suelen responder bien ante los imprevistos externos.

c) c) Ciclistas deportistas:

Desarrollan velocidades superiores a los 30 Km/h con lo que están sometidos a un mayor riesgo ante eventos externos.

Evidentemente habrá carriles bici cuyo uso sea para todo tipo de ciclistas, pero un análisis de los destinos puede orientar de forma clara qué tipo de usuarios lo utilizarán.

Una vez definida la red teórica, el trazado o diseño de los carriles bici en cada tramo de la red intentará maximizar convenientemente la influencia de cada uno de estos factores, dando lugar a lo que se denomina red primaria.

La tarea más difícil en esta fase es la de reparto del espacio entre el necesario para el carril bici y para el resto de tráfico existentes.

La opción entre la segregación o la integración del tráfico ciclista con el resto del tráfico es fundamentalmente una consecuencia de las velocidades e intensidades del tráfico motorizado.

Por una parte los **carriles bici segregados** del resto del tráfico motorizado ofrecen las siguientes **ventajas**:

- – Máxima calidad de servicio, seguro, cómodo y ambiental.
- – Recorridos continuos sin interrupción, por lo que en ellos se viaja en tiempos constantes por la ausencia de conflictos y cruces.
- – Mejor confort en la marcha por la ausencia de obstáculos como rejillas de imbornales o tapas de registro.
- – Posibilidad de utilizar viejas infraestructuras abandonadas como líneas ferroviarias cerradas.
- – Mayor contacto con el medio físico natural y zonas de especiales atractivos.
- – Uniformidad en el trazado de planta y alzado.
- – Posibilidad de hacer recorridos de ida y vuelta, pues en la mayoría de los casos son bidireccionales.
- – Facilidad de acceso a grandes centros, sin interferir con el tráfico motorizado.
- – Facilidad de conservación y mantenimiento.

Pero también los **siguientes inconvenientes**:

- – Mayor coste unitario de obra.
- – Mayor coste de conservación.
- – Posibilidad de conflictos si otros usuarios distintos a los ciclistas lo utilizan (peatones, motoristas, patinadores...)
- – Mayor vulnerabilidad al vandalismo.
- – Creación de servidumbres.
- – Carácter disgregador del medio.

Por otra parte, los **carriles bici integrados** con otros tráficos, bien sean éstos motorizados o no (vehículos y transporte público y peatones), ofrecen las siguientes ventajas e inconvenientes:

Ventajas:

- – Economía de construcción (no hacen falta expropiaciones)
- – Paralelismo con el trazado de una vía, con lo cual se mejora la conservación y la obra de nueva planta.
- – Posibilidad de llevar el trazado por zonas urbanas congestionadas.
- – Posibilidad de llevar el trazado simultaneándolo, cuando la ocasión sea propicia, con carriles segregados.
- – Mayor seguridad ante emergencias.
- – En caso de obras se puede utilizar la calzada o la acera provisionalmente.
- – Posibilidad de mejores accesos, tanto a los orígenes, como a los destinos.

Inconvenientes:

- – Mayor vulnerabilidad del ciclista al tráfico motorizado.
- – Mayor riesgo de colisión en los giros y dificultad para resolverlos.
- – Posibilidad, en algunos casos, de que sea utilizado para otros usos, como el estacionamiento de automóviles.
- – Creación de zonas de conflictos en las paradas de autobús y en los carriles-bus.
- – Peor aceptación de este sistema por los usuarios en general.

En consecuencia, el planificador, en función del espacio disponible, de las características del tráfico peatonal y motorizado, de la función de la vía y del tipo de usuario del carril bici, tendrá que efectuar un encaje estratégico para definir la solución adecuada a cada vía.

El resultado de este encaje es lo que se denomina red primaria, e incluye no sólo el trazado lineal en planta del carril bici, sino también, y en cada tramo, sus características geométricas: sección transversal, pendientes y radios de giro. Para su definición se necesita un análisis exhaustivo de la red viaria y de todos los elementos que la definen y caracterizan: morfología, tráfico peatonal, tráfico motorizado y tráfico ciclista.

Es importante destacar que el proceso de definición de la red primaria es interactivo, puesto que en muchas ocasiones se pueden tomar medidas para actuar sobre los factores que la condicionan.

1.2 2.2 *CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS*

Como resultado en la definición de la red primaria, no sólo se obtiene el eje lineal en planta por donde discurre el carril bici, sino que de cada tramo, se deben incluir las características geométricas del mismo, quedando de esta forma totalmente definido.

Las características geométricas que intervienen en la definición de un carril bici son: anchura, radios de giro y pendientes, alineaciones rectas y acuerdos verticales.

En cuanto a la anchura, en primer lugar se analizará cuál es el espacio mínimo que necesita un ciclista para circular, para después recomendar cuáles son las secciones transversales más aceptables en la amplia casuística de ubicación de los carriles bici.

1.2.1 2.2.1 *Anchura mínima necesaria para la circulación ciclista*

Las dimensiones mínimas para el conjunto bicicleta-ciclista son:

Anchura: 0,75 m

Altura: 2,00 – 2,25 m

Longitud: 1,75 – 1,90 m

Distancias entre suelo y pedal: 0,05 m

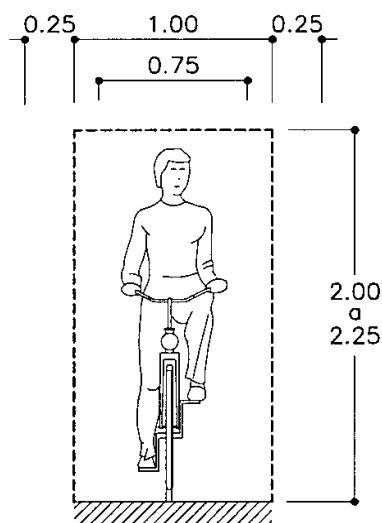
A estas medidas hay que añadir el efecto del movimiento “serpenteante” producido como consecuencia de la necesidad de corregir la inestabilidad del vehículo mediante cambios de la trayectoria.

Estas oscilaciones sobre la trayectoria teórica serán menores cuanto mayor sea la velocidad del ciclista, puesto que es la aceleración centrífuga la encargada de compensar esta inestabilidad.

Para velocidades normales, entre los 15 Km/h y los 30 Km/h, y en condiciones adecuadas para la rodadura, se considera que la anchura ocupada por un ciclista en marcha es de 1,00 m.

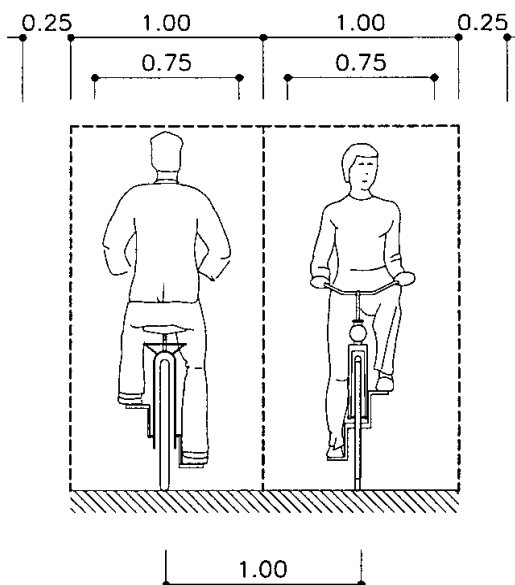
Aunque 1,00 m es el ancho mínimo estricto para la circulación de un ciclista, en el diseño de un carril bici se recomienda dar un resguardo de 0,25 m hacia ambos lados, por seguridad ante posibles movimientos, paradas o puestas en marcha.

Por ello, en condiciones adecuadas de circulación, se puede considerar que el ancho estricto necesario en carriles bici unidireccionales es de 1,50 m.



Gálbo de un ciclista

Para la circulación en paralelo, el espacio necesario será la suma del que requiere cada uno más un resguardo de 0,25 m a ambos lados, por seguridad ante los posibles movimientos. Por tanto el espacio requerido será de 2,50 m.

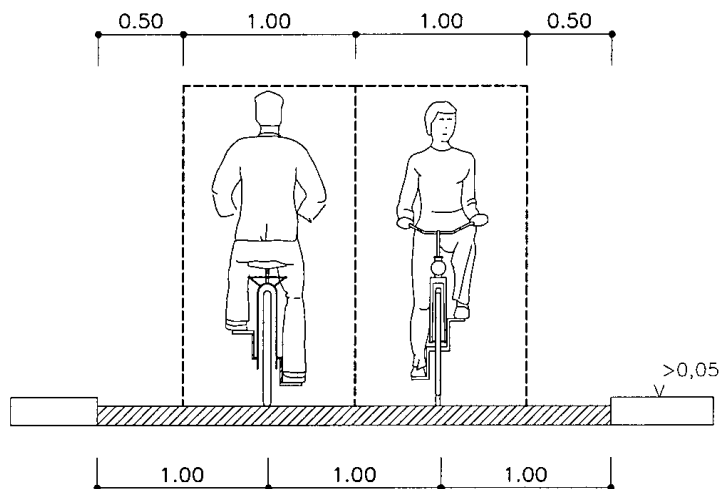


Gálbo para circulación en paralelo o bidireccional

La sección de un carril bici dependerá también de la existencia de obstáculos laterales.

Si a los lados del carril bici no existen obstáculos o éstos son de altura inferior a 0,05 m (gálbo de pedaleo), el resguardo a ambos lados, tal y como se ha citado, será de 0,25 m.

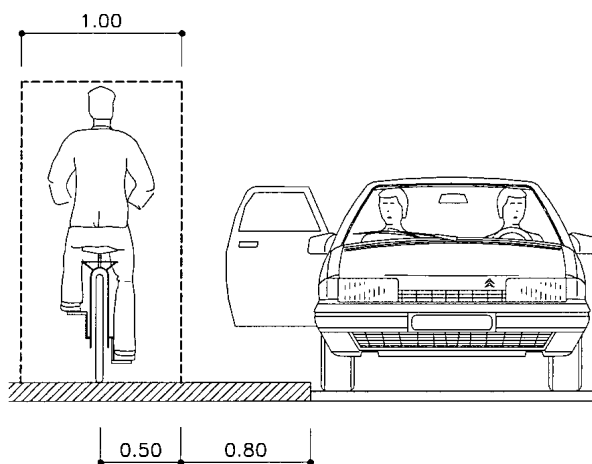
Cuando existan bordillos de altura superior a los 0,05 m, éste resguardo será de 0,50 m, con lo que la sección transversal pasará a ser de 3,00 m.



Gálibo para circulación en paralelo o bidireccional con obstáculos laterales

En el caso de que los obstáculos laterales sean árboles, farolas o una pared, este resguardo pasaría a estar comprendido entre 0,50 m y 1,00 m.

Cuando el carril bici discorra al lado de una línea de aparcamiento, debe reservarse una banda o un resguardo de 0,80 m que permita la apertura de las puertas de los coches sin peligro para el ciclista.



Resguardo frente a bandas de aparcamiento

1.2.2 2.2.2 Sección transversal

En base a las necesidades de espacio para la circulación de ciclistas se proponen una serie de secciones tipo transversales, en función de la disposición del carril bici en una vía.

Se distinguirán dos tipos: carril bici segregado (aislado de cualquier otro tipo de tráfico) y carril bici adyacente a una vía.

Esta clasificación es acorde con la reflejada en el proyecto europeo “Mejores métodos para la promoción del ciclismo y viajes a pie” (“Best practice to promote cycling and walking”) en el que participan diversos organismos y empresas de: Dinamarca, Holanda, Bélgica y España.

– – **Carril bici segregado.**

Se trata de un carril bici físicamente separado tanto de la calzada como de la acera, de forma que no se produzcan interferencias con cualquier otro tipo de tráfico, ya sea éste motorizado (vehículos) o peatonal.

En países como Bélgica, tal y como se cita en el proyecto ADONIS, se recomienda separar el tráfico ciclista del resto del tráfico motorizado, y por tanto, la construcción de carriles segregados, en todas aquellas vías con velocidades superiores a los 50 Km/h.

– – *Carril bici segregado unidireccional*

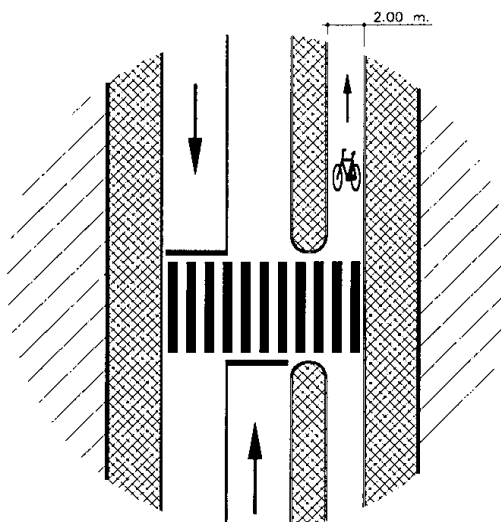
El ancho normal será de 2,00 m. Será superior si el tráfico ciclista es muy intenso e inferior (1,50 m, gálibo estricto para la marcha de un ciclista) en tramos muy cortos y cuando se den circunstancias especiales. Se necesitará dejar una distancia de seguridad a partir de los laterales del carril dependiendo de los obstáculos existentes.

Las ventajas de este tipo de carril son:

- – Asegura la comodidad y confort en la marcha.
- – Posibilita circulaciones de tráfico ciclista intenso a lo largo de grandes distancias.

Los inconvenientes son:

- – Ruptura de la seguridad en las intersecciones.
- – Problemas en las salidas por los giros a izquierda.
- – Costes elevados por las necesidades de espacio.
- – Pérdida del confort y la seguridad si los accesos privados y las intersecciones son frecuentes.
- – Poco viable de implantar en los centros urbanos.
- – Nunca podrán tener un revestimiento de gravilla.



Carril bici segregado unidireccional

— — *Carril bici segregado bidireccional*

El ancho recomendable en estos carriles bici estará comprendido entre 2,50-3,00 m. Si la circulación ciclista prevista es muy intensa este ancho deberá incrementarse.

En los casos de tráfico ciclista intenso sería conveniente separar ambos sentidos mediante una línea discontinua y/o con flechas pintadas en el pavimento que indiquen los sentidos de circulación.

En algunos casos este ancho podría ser menor, nunca inferior a 2,50 m, pero en condiciones de tráfico bajo y en muy cortas distancias.

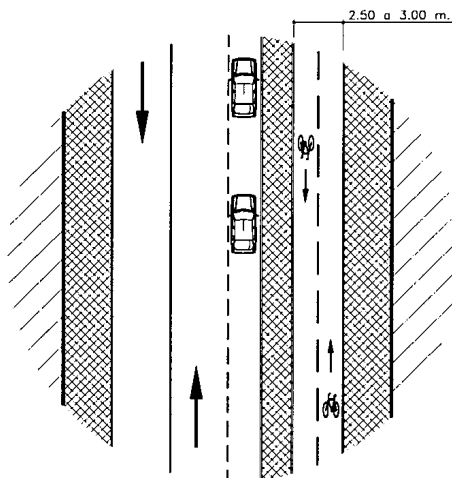
Ventajas:

- — Más barato que dos carriles unidireccionales, pues necesita de menos espacio.
- — Análogas ventajas a los carriles unidireccionales.
- — Particularmente adecuados cuando los orígenes-destinos estén situados en el mismo lado del carril.

Desventajas:

- — Análogas desventajas y quizás más amplificadas que en los carriles bici unidireccionales.
- — Riesgo de choques frontales.
- — Gran peligro en las intersecciones por la circulación ciclista a contracorriente.

- - Problemas de acceso a las vías con tráfico y peligro en las intersecciones con el tráfico en general, por la existencia de ciclistas circulando a contracorriente.



Carril bici segregado bidireccional

- - Carril bici adyacente a una vía.

Carril bici adyacente a una vía. "Santa Pola. Alicante".

Este carril bici es el resultado de delimitar en la calzada un espacio para la exclusiva utilización de los ciclistas.

En este caso, tanto los ciclistas como los conductores de vehículos motorizados perciben su espacio circulatorio, es decir, la parte de calzada por donde deben discurrir.

El que el espacio esté diferenciado puede inducir a los ciclistas y automovilistas una sensación de seguridad que no es real en toda su magnitud, pues al no estar separado el carril bici materialmente de la calzada, la invasión del ciclista en ésta o viceversa (la del vehículo motorizado en el carril bici) puede producirse con facilidad.

El carril bici debe estar diferenciado de la calzada, bien mediante la conveniente señalización horizontal y vertical, bien mediante un cebreado y/o coloración de su pavimento que lo haga fácilmente identificable.

Dentro de este tipo de carriles bici pueden encontrarse distintas variantes que se detallan a continuación.

- • Carril bici adyacente en el sentido de la circulación.

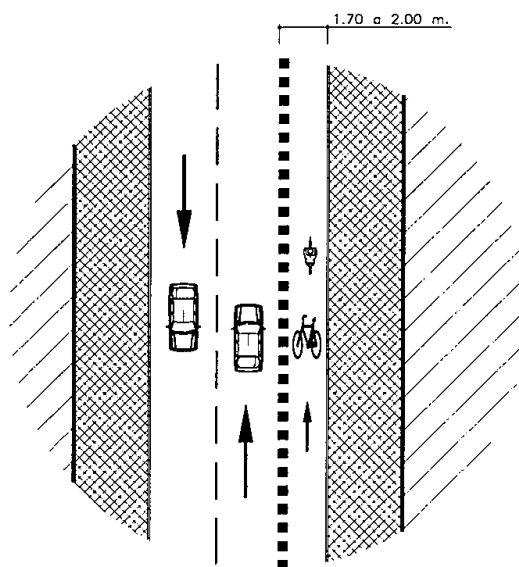
La anchura normal recomendable en carriles bici adyacentes a la calzada unidireccionales estará comprendida entre 1,70 m y 2,00 m, siempre y cuando el sentido de circulación del tráfico ciclista y del tráfico motorizado coincida.

Se recomienda que la anchura del carril sea la suficiente para que la separación entre el ciclista y el vehículo motorizado esté comprendida entre 0,75 m y 1,05 m.

Así mismo, cuando estos carriles discurran adyacentes a una banda de aparcamiento, se deberá guardar una distancia de resguardo entre el ciclista y la banda de estacionamiento, de 0,80 m; como ya se ha citado, es ésta la distancia de seguridad ante posibles aperturas de puertas.

Excepcionalmente, con condiciones de intensidades de tráfico bajas y cortas distancias, la anchura podrá ser más reducida, pero nunca inferior a 1,50 m (gálibo estricto para la circulación de un ciclista).

Para permitir la circulación en paralelo, el ancho recomendable será de 2,50 m. Anchuras superiores pueden inducir al tráfico a desarrollar velocidades excesivas, pues este carril puede ser percibido por los conductores como un carril más de la calzada.



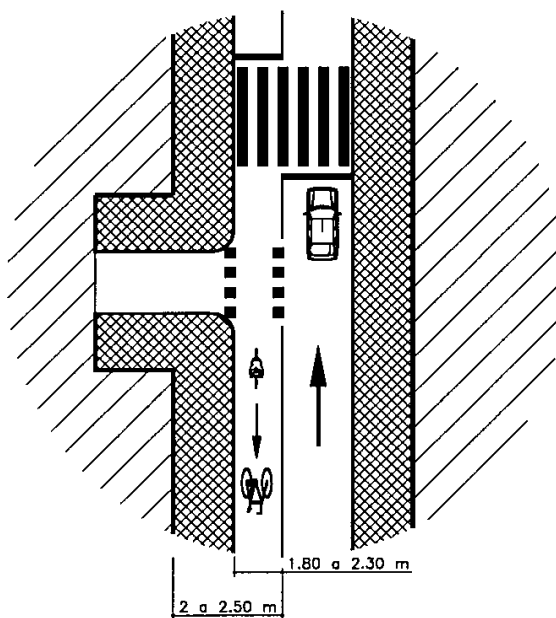
Carril adyacente en el sentido de la circulación

- • *Carril bici adyacente a la vía en sentido contrario a la circulación.*

Los carriles bici adyacentes a la calzada con tráfico ciclista a contracorriente deberán disponer de un ancho normal comprendiendo entre 2,00 m y 2,50 m, incluida la banda de separación entre el carril y la calzada, de forma que la anchura efectiva del carril esté comprendida entre 1,80 m y 2,30 m. Además, es

conveniente diferenciar mediante coloración el espacio ciclista para que el conductor del vehículo motorizado perciba que ese espacio no es un territorio de su dominio.

Estos carriles bici pueden ser interesantes para conectar dos carriles bici o en el caso de carriles bici que discurren por una serie de vías de sentidos alternos.



Sin acera de separación

Las ventajas de estos tipos de carriles bici son:

- - Se trata más de redistribución del espacio que de una obra nueva.
- - Permite a los usuarios del carril accesos fáciles.
- - Muy viable para acceder a los centros urbanos donde un diseño homogéneo de estos carriles da lugar a altos niveles de seguridad.

Inconvenientes:

- - La presencia de bandas de estacionamiento así como la existencia de frecuentes entradas y salidas de los edificios colindantes pueden provocar interferencias y maniobras que hagan peligrar el tráfico ciclista, reduciendo los niveles de seguridad.

Estos factores deben ser cuidadosamente estudiados a la hora de implantar un carril de esta naturaleza.

- - **Circulación ciclista en espacios compartidos.**

Se finaliza este apartado dando una serie de recomendaciones para la circulación ciclista por determinados espacios (vías para vehículos, carriles bus o acera), lo cual puede ser útil para la definición de itinerarios ciclistas en una malla urbana o para garantizar la continuidad de la circulación ciclista entre dos carriles bici.

En algunos casos es posible permitir la circulación de bicicletas en espacios dedicados, bien al tráfico motorizado, bien al tráfico de autobuses (carriles-bus) o bien al tráfico peatonal.

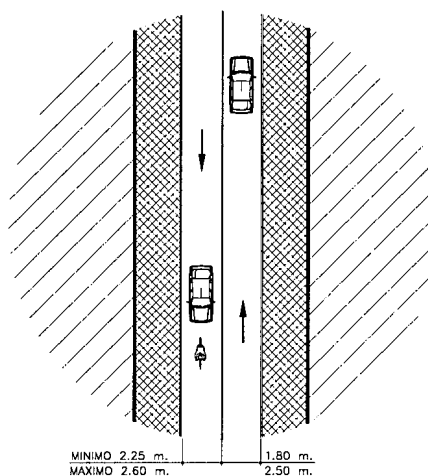
- • *Circulación ciclista en vías para el tráfico motorizado.*

En algunas vías con intensidades de tráfico y velocidades máximas permitidas bajas, se puede integrar el tráfico ciclista sin que esto imponga una pérdida de seguridad para ellos. Tal y como se cita en el proyecto ADONIS, esto es muy común en ciudades belgas. En ellas, las vías en las que se permite el tráfico mixto, coches y bicicletas, son denominadas “zona 30” por ser la velocidad máxima permitida, 30 Km/h.

Las características de estas vías han de ser muy peculiares, con secciones comprendidas entre 2,25 m y 2,60 m (sección estrecha), pues la presencia del tráfico ciclista obliga a que la velocidad del tráfico motorizado sea igual a la del ciclista, ante la imposibilidad de adelantamiento del vehículo a la bicicleta.

Generalmente, cuando se admite la circulación integrada de vehículos motorizados y ciclistas, se deben realizar actuaciones en pro de disminuir la intensidad y la velocidad del tráfico motorizado, para de este forma hacer compatibles ambos.

No deberá permitirse la circulación ciclista en vías anchas que permitan el adelantamiento y velocidades elevadas, así como en vías con sección intermedia, pues se puede crear confusión y por consiguiente peligrosidad para el tráfico ciclista.



Espacio compartido con tráfico motorizado

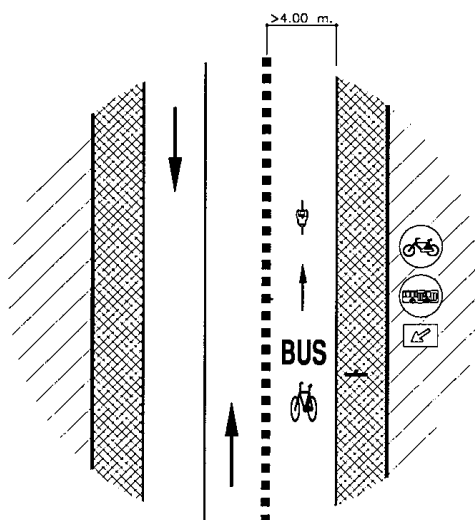


- • *Circulación ciclista en carriles-bus.*

Existen muchos países (Reino Unido, Irlanda, Dinamarca...) donde está permitido el tráfico ciclista por carriles-bus. Esto en muchas ocasiones ha supuesto una mejora para el tráfico en general y, en particular, para el tráfico ciclista, pues éstos circulan con mayor seguridad, ya que en otro caso se verían obligados a compartir el espacio con el resto del tráfico motorizado.

Las reglas generales para asegurar una buena cohabitación se basan en:

- – El tráfico ciclista no deberá interferir con el tráfico de los autobuses.
- – El ancho de estos carriles estará comprendido entre los 4,00 y 4,25 m.
- – La frecuencia de paso de autobuses no será elevada.
- – La cohabitación de ambos tráficos no deberá nunca penalizar a los peatones.
- – En caso de tráfico a contracorriente con el resto del tráfico motorizado, la longitud de carril-bus compartido con el tráfico ciclista será pequeña.
- – El tratamiento de las intersecciones se hará de forma cuidadosa para garantizar la seguridad.
- – Es recomendable incrementar la señalización tanto horizontal como vertical, sobre todo en las intersecciones, buscando siempre la suficiente garantía para la seguridad de los ciclistas.



Circulación ciclista en carriles bus

- • *Circulación ciclista en accesos peatonales.*

Los espacios para la circulación ciclista superpuestos en las aceras peatonales han sido en algunas ciudades la solución adoptada, si bien esto siempre supone una interferencia con el tráfico peatonal y ha conducido a agravios comparativos y conflictos, por lo que no se pueden considerar recomendables.

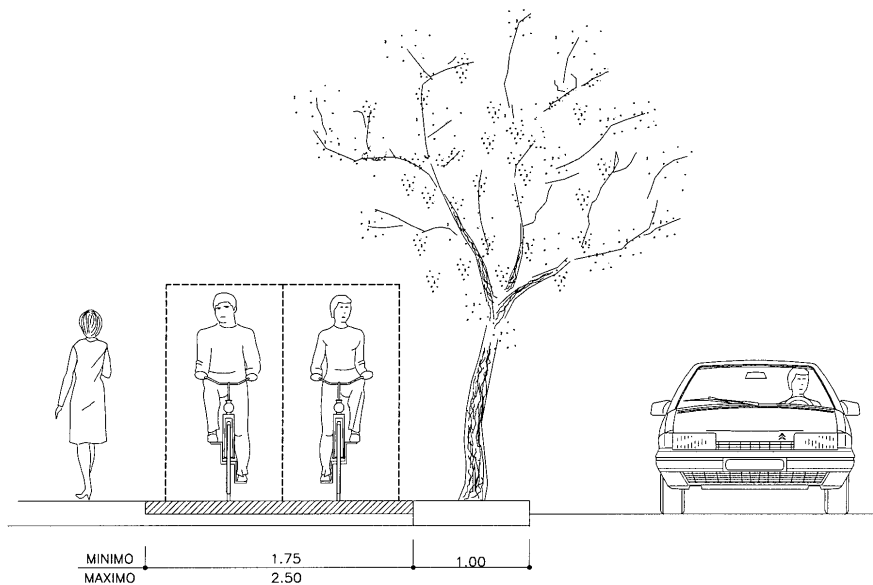
Este tipo de solución podría ser aceptable siempre y cuando el espacio destinado a la circulación ciclista esté debidamente segregado del resto del tráfico peatonal, lo cual será viable en aceras anchas, mayores de 4,00 metros, y en las que el espacio disponible sea suficiente para garantizar un buen reparto de él, entre los tráfico ciclistas y peatonales.

En estos casos se recomienda que la franja para la circulación ciclista unidireccional esté comprendida entre 1,75 y 2,50 m, lo que garantizará una circulación cómoda y la posibilidad de adelantamientos. Para circulación bidireccional se recomienda incrementar esta anchura hasta el entorno de los 2,75 - 3,50 metros.

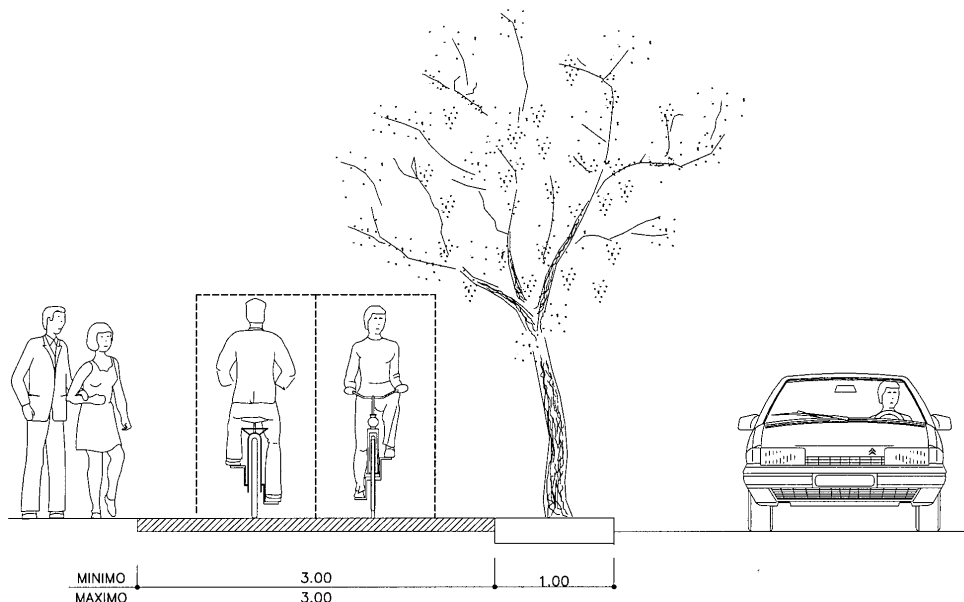
Este tipo de “carril bici” puede ser particularmente interesante cuando las aceras coinciden con itinerarios escolares, cuando se trata de aceras paralelas a ejes de circulación muy peligrosos y, por último, en el caso de calles de sentido único en las que las aceras permiten el tráfico ciclista a contracorriente evitando rodeos penalizantes.

La implantación de este tipo de circulación exige las siguientes precauciones:

- – Evitar el estacionamiento de los vehículos en la acera.
- – El diseño cuidadoso de las intersecciones con las vías transversales y con los accesos a los edificios colindantes.
- – Evitar todo desnivel o resalto, sobre todo en las intersecciones, lo que exigirá el rebaje de la acera a nivel de calzada o viceversa.
- – Suprimir todo el obstáculo visual en las proximidades de las intersecciones, prohibiendo o impidiendo físicamente el aparcamiento de vehículos.



Circulación ciclista unidireccional en acera



Circulación ciclista bidireccional en acera

Otros espacios o vías peatonales en los que la cohabitación entre el tráfico ciclista y peatonal tiene interés son las calles y plazas peatonales. En ellas se reúnen las condiciones ideales de seguridad para la circulación ciclista, posibilitando también acortar trayectos.

Esto exige una concertación con las partes implicadas, en particular los vecinos de la zona, con objeto de establecer unas bases o reglamentos para alcanzar el equilibrio en el uso compartido del espacio entre ciclistas y peatones.

1.2.3 2.2.3 Características geométricas

La calidad del tráfico ciclista en un carril bici va a depender, al igual que para el tráfico motorizado en una infraestructura lineal, de las características geométricas de trazado.

Existe un criterio geométrico de confort y de estética que debe tenerse en cuenta a la hora de proyectar un carril bici. Cabe destacar que la presencia de curvas, en planta y alzado, de radios pequeños origina la aparición de efectos antiestéticos e incómodos siempre rechazables en un proyecto actual de un carril bici.

Es necesario, por tanto, estudiar los elementos del trazado en planta: distancia de visibilidad de parada y radios de giro, y en alzado: pendientes y acuerdos verticales, que mejor se adapten a las características físicas y funcionales del carril bici.

1.2.3.1 2.2.3.1 Distancias de visibilidad de parada

El trazado en planta puede considerarse formado por alineaciones rectas y curvas circulares de distintos radios unidas consecutivamente, siendo siempre recomendables que la transición de un elemento a otro pueda ser llevada a cabo de forma gradual, permitiendo al ciclista adaptarse a los cambios de dirección.

Las alineaciones rectas teóricamente no presentan ningún problema, ya que el ciclista puede desplazarse a lo largo de ellas sin actuar sobre la dirección. En ellas, cuando la pendiente es uniforme, la visibilidad disponible es teóricamente ilimitada, pero en la práctica queda determinada por la existencia de obstáculos laterales como: árboles, farolas, bordes de edificaciones... etc.

Es conveniente pues, definir la distancia de visibilidad de parada, es decir, la mínima necesaria para que un ciclista pueda detenerse antes de colisionar con un obstáculo.

A lo largo de la totalidad del trazado de un carril bici es necesario disponer de una distancia de visibilidad no inferior a la distancia de visibilidad de parada, lo que para cada tramo del trazado, bien sea alineación recta o curva circular, implicará una longitud mínima función de la velocidades esperables en el tramo y de la pendiente geométrica.

El Departamento de Transportes de California y el Manual para el Planeamiento, Proyecto y Ejecución de Pistas Ciclistas de la Asociación Española Permanente de los Congresos de Carreteras, proponen la siguiente fórmula para el cálculo de la distancia de visibilidad de parada:

$$S = \frac{V^2}{30(f \pm g)} + 3,67 V$$

donde : S = Distancia de visibilidad de parada (en pies) (1 pie = 30,5 cm)
V = Velocidad en m.p.h (1 milla = 1,6 Km)
f = Coeficiente de rozamiento $\approx 0,25$

$g =$ Pendiente

En carriles bici bidireccionales es preponderante el sentido de bajada.

1.2.3.2 2.2.3.2 Radios de giro

Tal y como se ha citado no conviene que los radios de giro en planta sean reducidos pues esto repercute directamente en el confort de la marcha.

El radio de giro requerido por un ciclista para tomar una curva cómodamente depende de la velocidad a la que circula y de la pendiente transversal.

En la siguiente tabla se muestra la relación entre las velocidades y los radios realmente adoptados por un ciclista.

RADIOS (m)	2,5	5	10	15	20	30
VELOCIDADES (Km/h)	10	16	24	28	32	40

Puesto que los ciclistas son especialmente sensibles a los cambios de velocidades, y existe un mayor riesgo de caída en las curvas debido a su posición inclinada, se recomienda emplear, en la medida de lo posible, radios suficientemente amplios no inferiores a los 10 m.

1.2.3.3 2.2.3.3 Pendientes

En el trazado de un carril bici se deben definir dos pendientes: la transversal y la longitudinal.

En relación con la pendiente transversal ésta deberá ser suficiente para asegurar un drenaje cómodo y rápido que impida la formación de charcos tan peligrosos para el tráfico ciclista. Todas las fuentes consultadas coinciden en recomendar un valor medio del 2%.

Para la pendiente longitudinal se tendrá en cuenta que trazados con fuertes valores se hacen poco atractivos para la circulación ciclista y, por tanto, a la larga serán poco utilizados. En el tráfico ciclista la pendiente condiciona la velocidad desarrollada puesto que incide en el esfuerzo que tiene que realizar el ciclista. Valores elevados de la pendiente, tanto en sentido ascendentes como descendente, inciden negativamente en el tráfico ciclista. En el primer caso disminuyen la velocidad alterando la estabilidad de la bicicleta, en el segundo se provoca un incremento de la velocidad, y por tanto, se necesita una mayor distancia para el frenado.

De forma general todas las fuentes consultadas recomiendan que el trazado de un carril bici no supere el 5% de gradiente, sin embargo a priori ya se puede apuntar que existen numerosas ocasiones en las que no será posible seguir la citada recomendación. Por ejemplo en zonas urbanas, donde no es posible proyectar un trazado independiente adoptándose las

pendientes existentes en el viario, se intentará dimensionar el carril bici más ancho, ya que en el sentido de bajada son esperables velocidades más elevadas.

Análogamente, en situaciones especiales, para salvar determinados obstáculos, remontar bordillos o acceder a pasos elevados o subterráneos, se necesitarán proyectar rampas de elevado gradiente.

La siguiente tabla suministra información de las pendientes en función de las diferencias de cotas a superar y la longitud de la rampa para que la velocidad se mantenga constante.

DIFERENCIA DE COTAS (m)	PENDIENTES (%)	LONGITUD DE LA RAMPA DE SUBIDA (m)
1	12	8
2	10	20
4	6	65
6	5	120
10	4	250

En grandes distancias, para mantener confortablemente velocidades de 15 Km/h y con pavimentos en buen estado, los carriles bici no deberán incluir tramos de más de 4 Km con pendientes superiores al 2%, ni tramos de más de 2 Km con pendientes superiores al 4%.

1.2.3.4 2.2.3.4 Acuerdos verticales

Los cambios de pendiente longitudinal deberán evaluarse adoptando radios cómodos para las curvas verticales. Éstas pueden ser de dos tipos: cóncavas y convexas.

En el caso de las curvas cóncavas, al estar las pendientes máximas limitadas, los puntos bajos no aparecerán como un quiebro. Sin embargo, la condición de drenaje y la comodidad de la marcha exigen que tengan un radio suficiente.

En el caso de las curvas convexas el problema se plantea para mantener la distancia de visibilidad de parada.

En la práctica y siguiendo las recomendaciones del Manual para el Planeamiento, Proyecto y Ejecución de Pistas Ciclistas de la Asociación Española Permanente de la Carretera, se deberán emplear los siguientes valores función de la velocidad.

VELOCIDAD (Km/h)	CURVA	RADIO (m)
20	Convexa	20
20	Cóncava	10
30	Convexa	40
30	Cóncava	20
40	Convexa	65

40	Cóncava	40
----	---------	----

1.2.4 2.2.4 Intersecciones

Constituyen un elemento esencial en el diseño de un carril bici. Una solución inadecuada puede expulsar a los ciclistas de los mismos. En las intersecciones se producen la mayor parte de los accidentes que afectan a un ciclista.

Una intersección bien concebida debe satisfacer unos principios generales:

- - Señalización clara y limitada a lo necesario.
- - Superficie suficiente para poder detectar los otros vehículos o peatones que acceden a la intersección y para reaccionar en caso necesario.
- - Garantizar la visibilidad recíproca entre vehículos y peatones
- - Limitar la velocidad de los automóviles, incluso mediante pavimentos diferenciados.
- - Reducir el recorrido del ciclista.

La aplicación de estos principios generales debe conducir a un diseño acertado de las intersecciones ciclistas.

Este diseño debe complementarse con acondicionamientos específicos y la señalización de las vías que concurren a la intersección. Dichos aspectos se abordan más adelante.

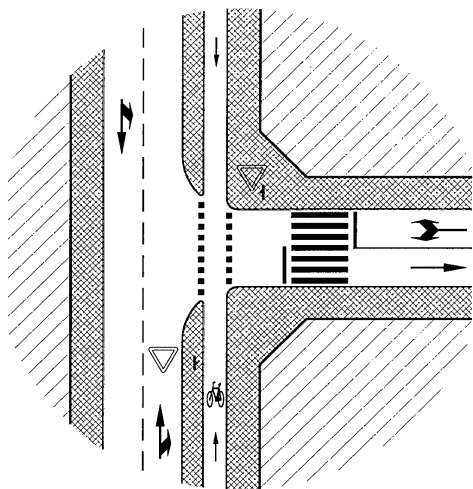
A continuación se proponen soluciones concretas para los tipos de intersecciones más usuales:

- - Intersecciones en T ó en ángulo
- - Intersecciones con giro a la izquierda
- - Glorietas

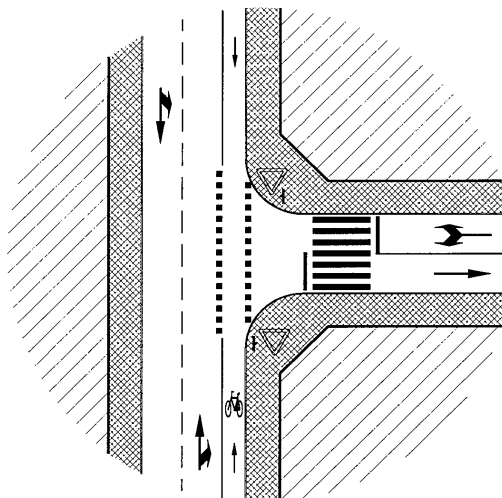
1.2.4.1 2.2.4.1 Intersecciones en T ó en ángulo

En este caso el mayor problema es consecuencia del giro a la derecha de los vehículos motorizados. La casuística es muy amplia y, por tanto, también las soluciones que pueden adoptarse. A continuación se incluyen varias soluciones que resuelven la mayor parte de las situaciones posibles y, desde luego, las más habituales:

a) a) Cruce rectilíneo:



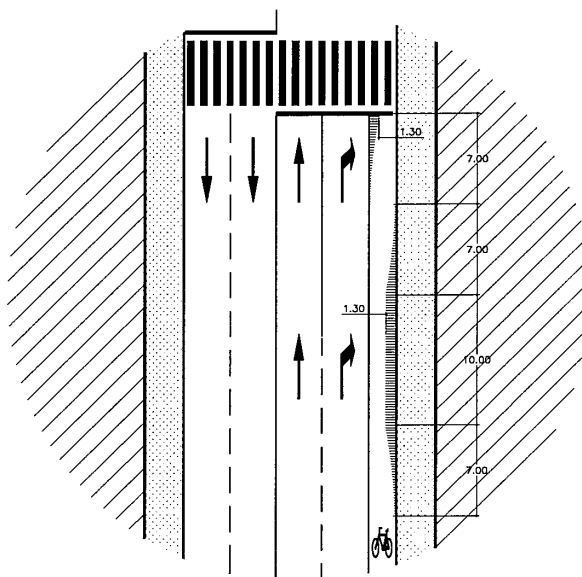
Con acera de separación



Sin acera de separación

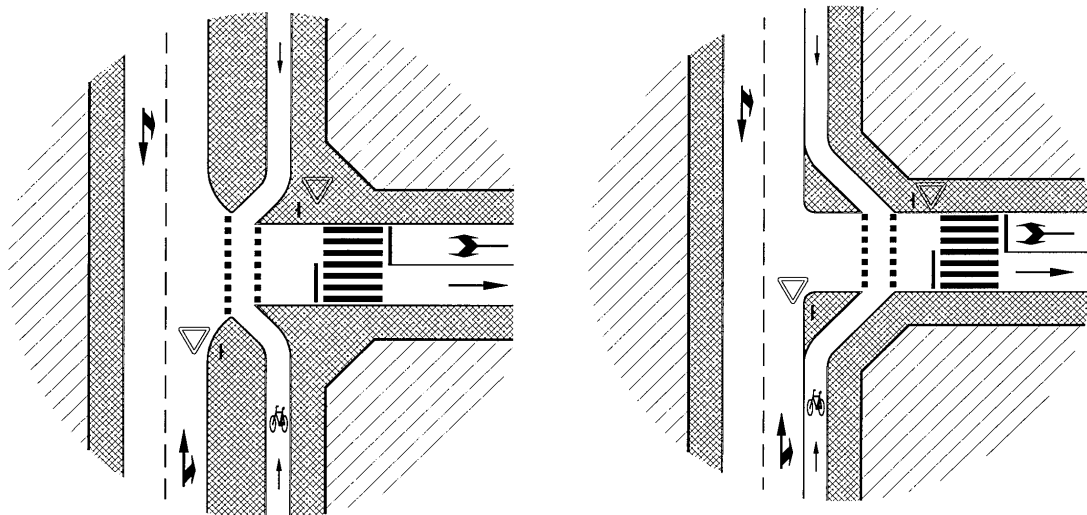
Es esencial una buena visibilidad entre automóviles y ciclistas, que las prioridades estén bien establecidas y que la señalización horizontal sea clara. Tanto es así que según se cita en el proyecto ADONIS, se ha desarrollado una señalización horizontal específica para los cruces en T que está obteniendo muy buenos resultados desde el punto de vista de la seguridad.

En concreto, tal y como se muestra en la siguiente figura, se establecen unas franjas horizontales unos 30 m antes de llegar al cruce que reducen el espacio para la circulación dentro del carril bici, canalizando el tráfico ciclista de forma que tanto conductores de vehículos motorizados como ciclistas son más conscientes de la presencia de ambos.



Reducción del ancho del carril, antes de la intersección, mediante marcas viales

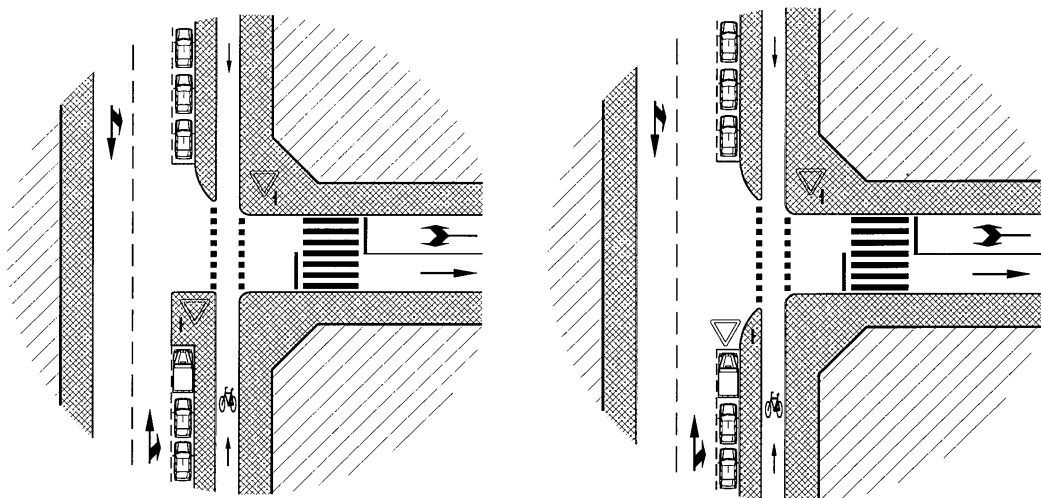
Conviene recurrir a acondicionamientos locales que mejoren la visibilidad y la seguridad: creación de isletas, pavimentos diferenciados de color y de textura y preavisos, que pueden llegar a constituir pequeños obstáculos.



Cruce rectilíneo "sin acondicionamiento".

Las mejoras de señalización, pavimento y, sobre todo, de visualización configuran una intersección bien diseñada.

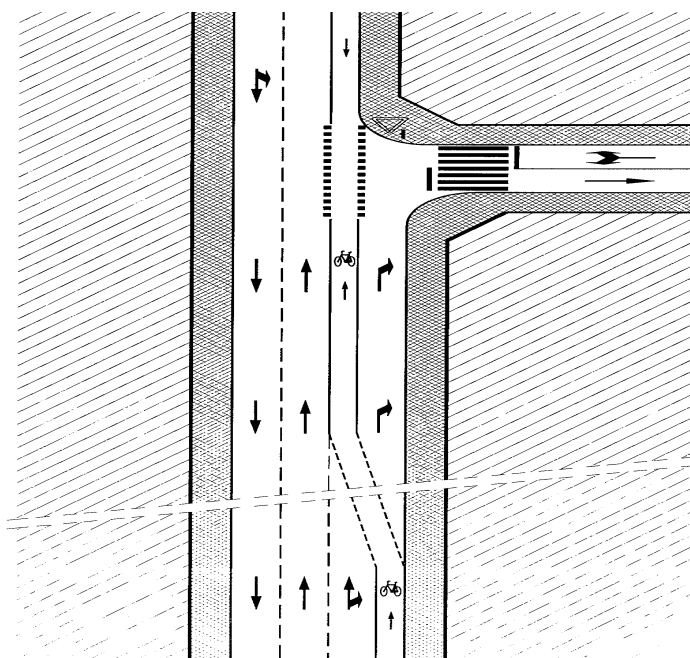
b) b) Cruce retranqueado:



Puede ser retrasado respecto de la esquina o acercado a ésta. El primer caso está indicado cuando se espera una intensidad apreciable de vehículos girando a la derecha y el segundo, cuando el tráfico de automóviles que giran a la derecha sea escaso.

Son aplicables las recomendaciones en cuanto a mejoras locales indicadas para cruce rectilíneo.

c) c) Trenzado:



En este caso se crea un carril específico para el giro a la derecha de los automóviles. Como consecuencia, se produce un tramo de trenzado con los ciclistas que van por el carril bici. La longitud del tramo de trenzado no debe ser inferior a 80 m y el carril bici sólo debe ser de un sentido de circulación, coincidente con los vehículos que se entrecruzan.

Se trata de una solución arriesgada e incompatible con una circulación rápida, por lo que debe analizarse cuidadosamente.

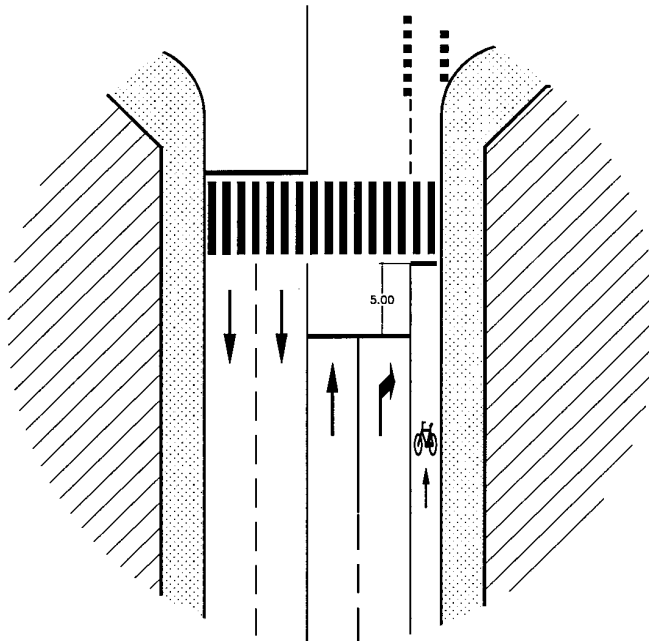
Todas las soluciones indicadas pueden mejorarse recurriendo a acondicionamientos locales, tal como se ha hecho para el cruce rectilíneo. En todo caso, antes de dar por definitivo un diseño de intersección, debe estudiarse la conveniencia de implantarlos.

Respecto de los automóviles, puede también recurrirse a pavimentos diferenciados, adoquinado por ejemplo, antes del carril bici y, sobre todo, señalización de preaviso, que se debe implantar con carácter obligatorio.

Una buena recomendación extraída del proyecto ADONIS, es que en todas las intersecciones en T o en ángulo, la línea de parada o espera de los ciclistas esté unos 5 m por delante de la línea de parada de los vehículos que van a girar hacia la derecha.

Esta medida implantada en los cruces de muchas ciudades europeas reduce el número de accidentes entre los vehículos que giran a derechas y los ciclistas que atraviesan el cruce en línea recta.

La razón de que sean 5 m se basa en las conclusiones de diversos estudios suecos y daneses, que demuestran que los ciclistas son más visibles para los vehículos pesados cuando están situados a más de 4 m delante de ellos.



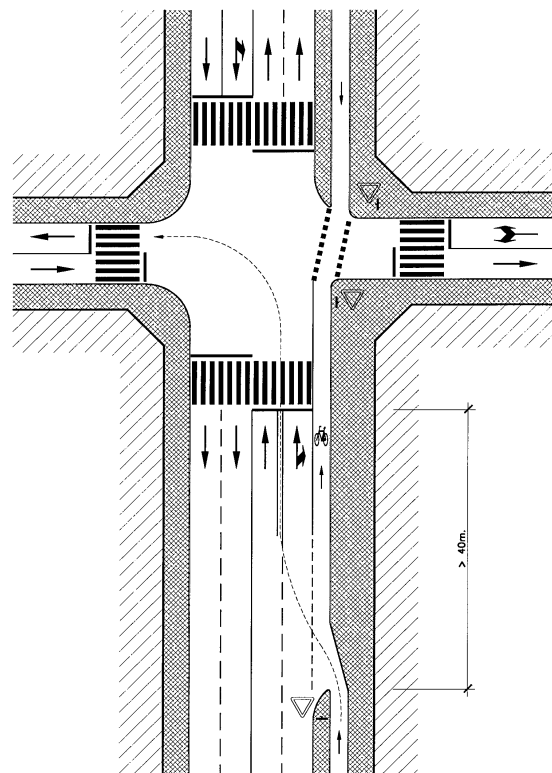
Adelantamiento de la línea de parada de ciclista

1.2.4.2 2.2.4.2 Intersecciones con giro a la izquierda

El giro a la izquierda de una bicicleta en una intersección es una maniobra muy peligrosa que debe tratarse con sumo cuidado.

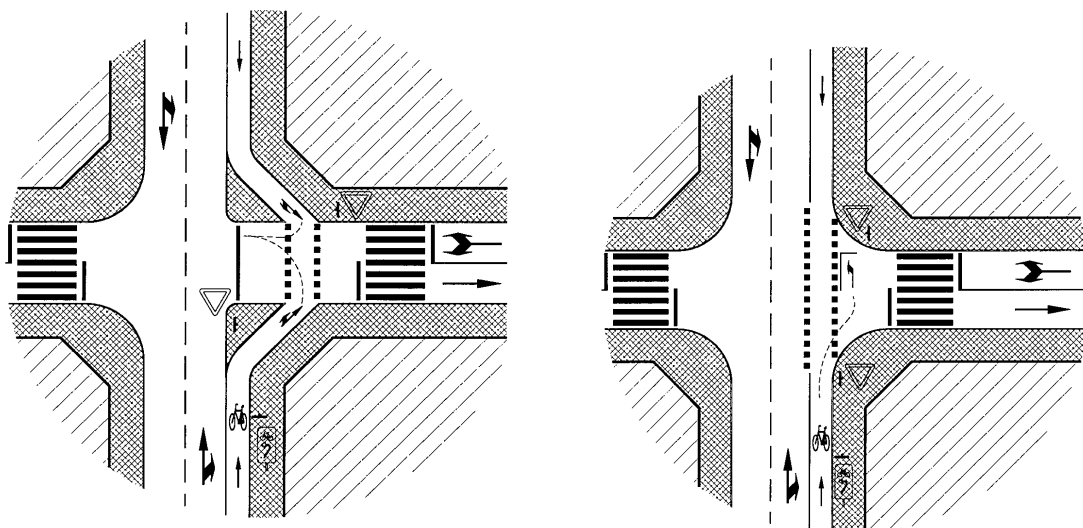
Si las intensidades de tráfico, tanto de automóviles como de ciclistas, es baja, bastará con dotar a la intersección de una señalización adecuada que establezca claramente las prioridades. Estas prioridades pueden afectar a las vías, a los usuarios o a ambos simultáneamente.

Si la intersección es poco importante y la velocidad de circulación lenta, puede establecerse un carril de giro a la izquierda, de 1,00 m de ancho, situado a la derecha del carril de giro a izquierda de los automóviles. Para ello hay que permitir la incorporación de los ciclistas al tráfico general con una antelación de, al menos, 40 m respecto de la intersección.



Carril para bicicleta de giro a la izquierda

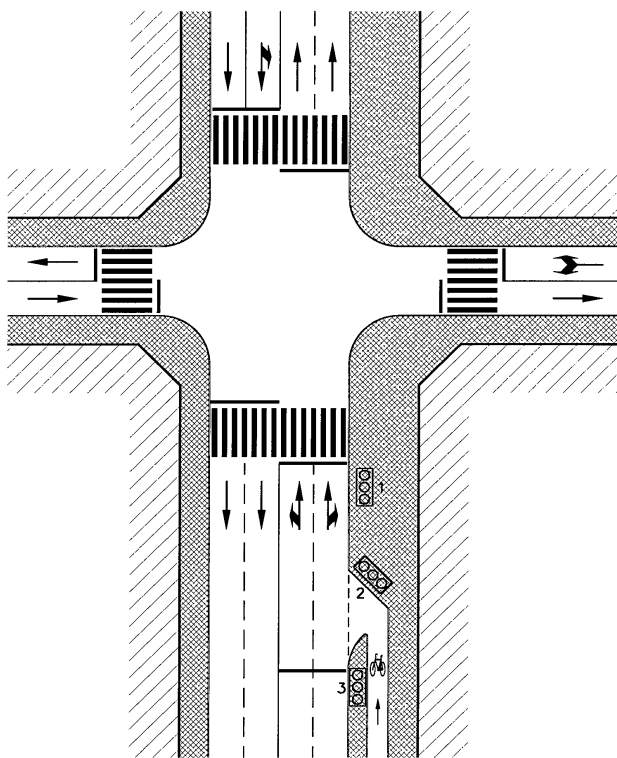
Por el contrario, si la intersección soporta altas intensidades de tráfico, la implantación de una zona de espera situada por delante del paso de peatones de la vía transversal puede ser una buena solución.



Zona de espera para ciclistas en giros a la izquierda

Si, como se ha supuesto, la intersección es importante, es presumible que esté semaforzada, debiendo entonces implantar proyectores independientes para el tráfico ciclista.

La incorporación de semáforos específicos para los ciclistas permite la programación diferenciada de fases, lo que mejora su seguridad. Un buen ejemplo de una intersección semaforizada con todos los movimientos permitidos es el siguiente:

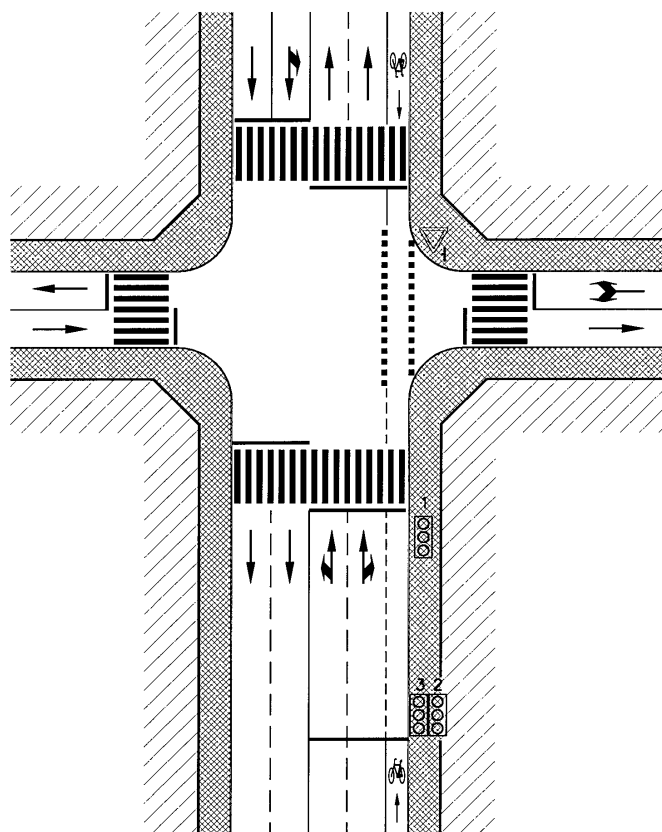


Intersección semaforizada con fase específica para ciclistas

- Fase 1.-** El semáforo 2, sólo para ciclistas, está en rojo mientras el 1 y el 3 están en verde. El 3 pasa a rojo con lo que se despeja la zona entre las líneas de parada de los semáforos 1 y 3. Finalizado el tiempo de despeje, pasa a rojo el semáforo 1.
- Fase 2.-** El semáforo 2 pasa a verde dejando avanzar a los ciclistas hasta la línea de parada del semáforo 1.
- Fase 3.-** El semáforo 1 pasa a verde permitiendo la salida de los ciclistas en la dirección de deseen. Durante esta fase, los vehículos de la vía transversal tienen su semáforo en rojo.

Con esta disposición, los ciclistas hacen dos paradas en la intersección.

Si no hay acera de separación entre la calzada y el carril bici o no existe éste, puede crearse una fase especial para los ciclistas que actúe de forma similar a la descrita más arriba:



Intersección semaforizada con fase específica para ciclistas

En este caso, los semáforos 1 y 2, sólo para ciclistas, pasan a verde al mismo tiempo, permitiendo la incorporación de los ciclistas a la intersección.

Si la intersección es entre un carril bici y una vía motorizada, pueden instalarse semáforos con pulsador para los ciclistas o incluso, detectores de bicicletas bajo el pavimento que activen el semáforo.

1.2.4.3 2.2.4.3 Glorietas

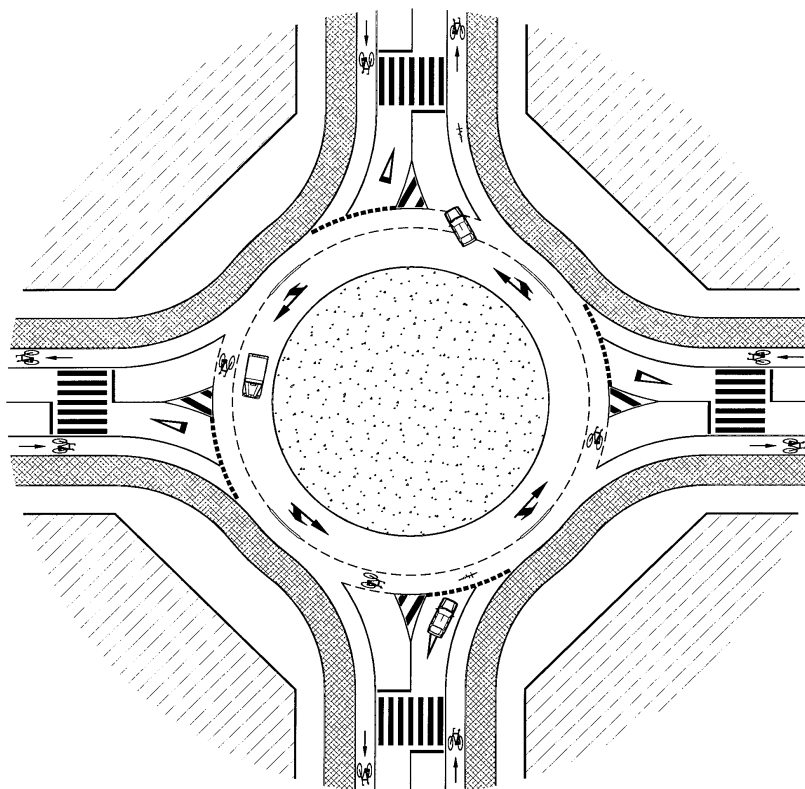
La solución de una glorieta para resolver una intersección viaria se emplea cada vez en mayor número. Resulta notable la comparación de las redes viarias europeas, en cuanto a la cantidad de glorietas, de la situación actual a hace 10 años. Esta proliferación es debida a las ventajas que presenta: disminución de la velocidad, aumentando en consecuencia la seguridad, eliminación de semáforos disminuyendo los costes de explotación y mantenimiento y aumento de la capacidad de la intersección.

Las ventajas anteriores, que están contrastadas para el tráfico automóvil, no resultan tan evidentes respecto del tráfico ciclista. Se han efectuado diversos estudios para valorar las ventajas o desventajas de una glorieta en relación con su uso por parte de los ciclistas. Las conclusiones más notables que se extraen de los mismos son, en primer lugar, que deben realizarse más estudios, principalmente encaminados a valorar la seguridad de los ciclistas,

comparando los resultados obtenidos en países diferentes y en segundo lugar, que el tamaño y diseño de una glorieta influyen decisivamente en la accidentalidad del ciclista: aquéllas que obligan a una mayor disminución de la velocidad, igualando las de los ciclistas y la de los automovilistas, resultan más seguras para los primeros.

Los tipos de glorietas habitualmente empleados son los siguientes:

a) a) Glorietas con carril bici segregado:



Glorieta con carril bici

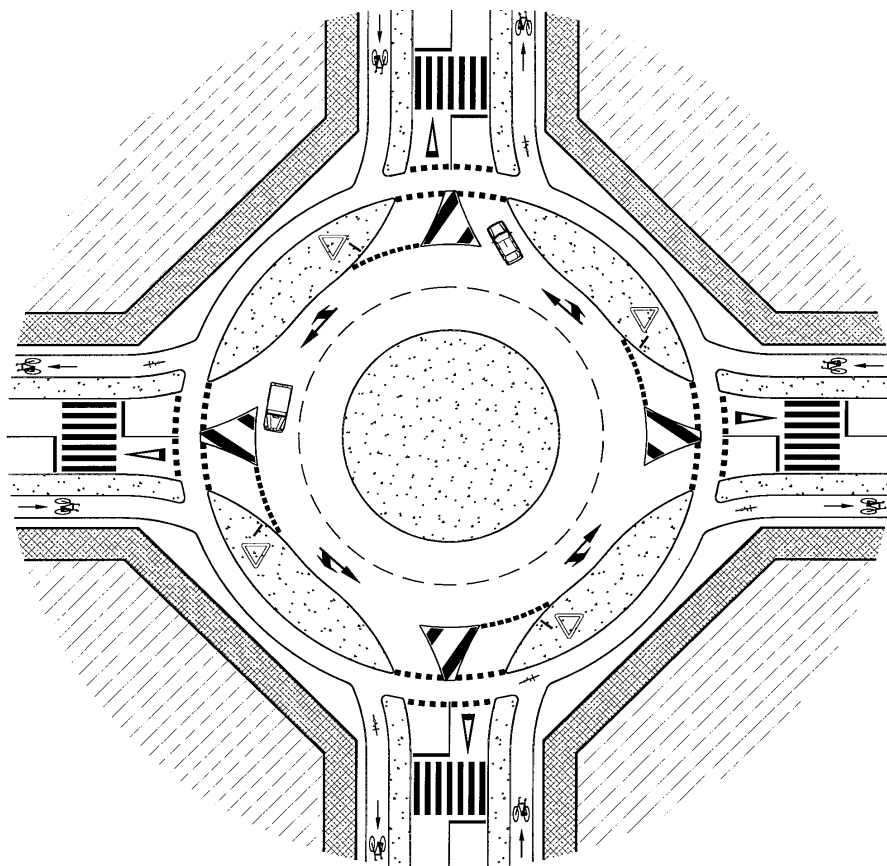
Este tipo de glorieta está indicado, y prácticamente resulta obligatorio, cuando alguna de las vías que accede a la glorieta está dotada de carril bici segregado.

Requieren mucho espacio, por lo que únicamente pueden ser implantadas en zonas rurales o de nueva urbanización, pero rara vez en zonas urbanas consolidadas.

Una implantación de una glorieta con carril bici segregado está indicada cuando la intensidad de tráfico que la atraviesa supera los 12.000 vehículos/día y el tráfico ciclista es, o pretende potenciarse, a intensidades superiores a las 1.000 bicis/día. El carril bici debe ser unidireccional; resultaría sorprendente para un conductor de un automóvil, cuando está en un ramal de entrada, ver acercarse a un ciclista por la izquierda, lo que originaría situaciones conflictivas.

La prioridad en las salidas de la glorieta a los automóviles o a los ciclistas normalmente se decanta por los primeros, aunque se han llevado a cabo con éxito experiencias en varios países europeos dando la preferencia a los ciclistas.

b) b) Glorieta con carril bici adyacente:

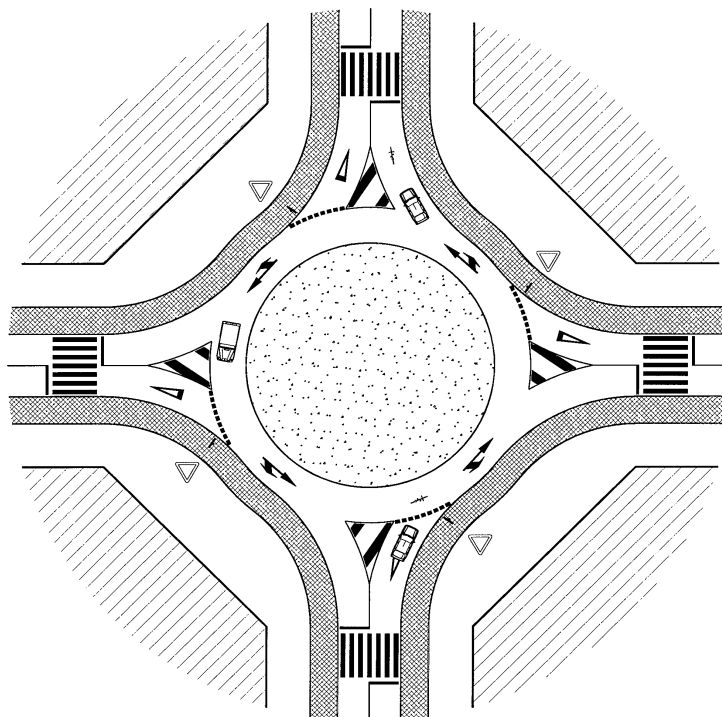


Glorieta con carril bici

En este caso, la glorieta incorpora un carril bici adyacente en todo su contorno. Este tipo está indicado cuando alguna de las vías que accede a la glorieta está dotada de un carril bici adyacente, dando continuidad al mismo. La intensidad de tráfico (automóvil) que atraviesa la glorieta debe estar comprendido entre 8.000 y 12.000 vehículos/día.

La prioridad en las salidas de la glorieta es una cuestión no zanjada, habiendo países que se la otorgan a los ciclistas, como Holanda, y otros que se la otorgan a los automovilistas.

c) c) Glorieta sin dotación específica para bicicletas:



Glorieta simple

Las vías que acceden a la glorieta no deben estar dotadas de carril bici y el tráfico (automóvil) que atraviesa la glorieta debe ser menor de 8.000 vehículos/día.

Para limitar la velocidad de los automóviles y acercarla o igualarla a la de los ciclistas, es conveniente limitar la anchura del carril de circulación a un máximo de 5 metros, de forma que se dificulte, e incluso se impida, el adelantamiento dentro de la glorieta. La capacidad de este tipo de glorietas está muy limitada, debiendo recurrir a los otros dos tipos aquí analizados, cuando la intensidad de bicicletas supera las 1.000 diarias.

1.2.5 2.2.5 Puntos singulares

Se trata de aquellos puntos que implican una discontinuidad en el carril bici. En ellos, principalmente en zona urbana, es donde se produce la mayor cantidad de accidentes. En consecuencia, deberán ser tratados con atención y estudiar soluciones concretas en cada caso, que disminuyan el riesgo de accidentes.

Estos puntos singulares son, además de las intersecciones ya tratadas en el apartado anterior, los pasos a distinto nivel, el inicio y fin de un carril bici, las paradas de autobús y las gasolineras.

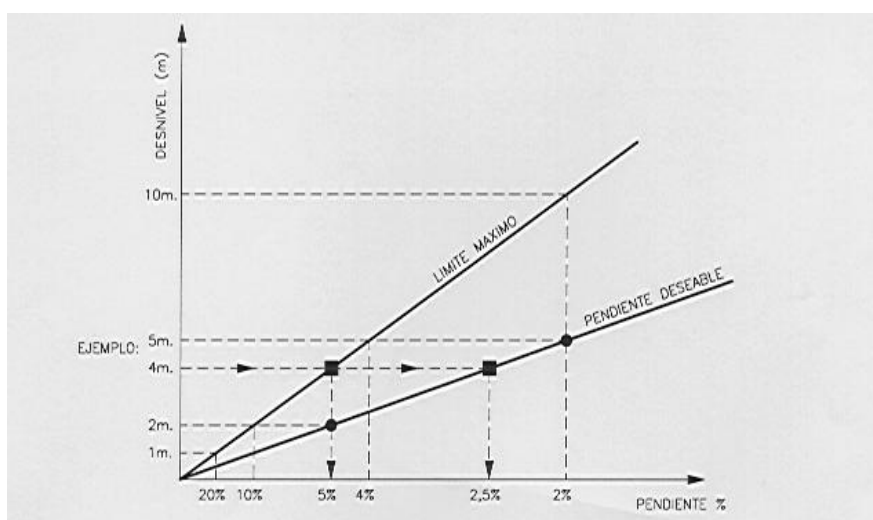
1.2.5.1 2.2.5.1 Pasos a distinto nivel

El recurrir a un paso a distinto nivel, bien sea una pasarela o un túnel, es en ciertas ocasiones la única solución para salvar algunos obstáculos, tales como vías de ferrocarril, cursos de agua o vías rápidas. En otras ocasiones son razones de seguridad vial las que exigen este tipo de solución. Cualquiera que sea el caso, la solución que se adopte deberá ser la mejor posible.

En la localización de un paso a distinto nivel es muy importante que las rampas de acceso tengan la menor pendiente posible. Así mismo su implantación no alargará el itinerario ciclista.

Rampas de acceso

La pendiente aceptable de una rampa de acceso dependerá del desnivel a salvar. Cuanto mayor sea el desnivel, menor será la pendiente y consecuentemente, mayor será la longitud del carril bici afectado por el paso a distinto nivel. Puede recomendarse el ábaco siguiente, extraído de la “*Guide Générale de la Voirie Urbaine*”, editado por el Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports, de Francia.



Pendiente de una rampa en función del desnivel

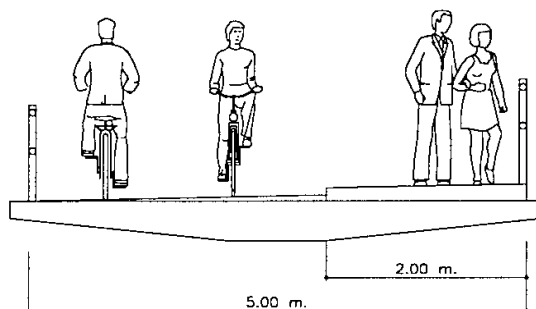
El ejemplo que se indica en el ábaco muestra que la máxima pendiente de una rampa con un desnivel de 4,00 m debe ser del 5%, y la pendiente deseable del 2,5%; en este segundo caso, la longitud de la rampa será doble que con la pendiente máxima.

Sección transversal

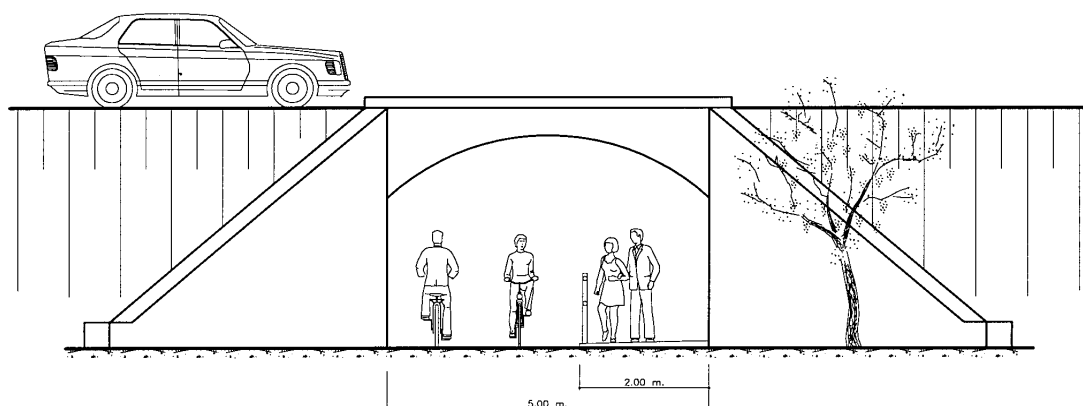
Es razonable prever que un paso a distinto nivel de un carril bici vaya a ser utilizado por otros usuarios además de las bicicletas: peatones con toda seguridad y probablemente ciclomotores. Es igualmente previsible que el paso sea bidireccional.

Con estos condicionantes, la anchura de la sección transversal deberá ser como mínimo de 4,00 m y preferiblemente superior a 5,00 m.

Es conveniente separar el tráfico ciclista del peatonal, reservando una acera de 2,00 m de ancho para este último. La separación de tráficos puede hacerse mediante marcas viales. Sólo en el caso de pasos a distinto nivel muy poco utilizados podrá plantearse una anchura de 2,50 m, sin separación de tráficos.



Sección transversal de una pasarela bidireccional con separación de tráfico ciclista y peatonal.



Ejemplo de paso inferior por ponton con separación de tráfico ciclista y peatonal.

El sobre coste de un paso a distinto nivel con mayor anchura no es proporcional al sobreesfuerzo, sino notablemente inferior. En función de las disposiciones presupuestarias deberá sopesarse la conveniencia de mayores anchos en los pasos a distinto nivel y con mayor razón, si se tiene en cuenta el gran sobre coste que implicaría su futura ampliación.

Entradas y salidas

Tanto su implantación como su señalización deberán ser cuidadosamente estudiadas, asegurando unos accesos en buenas condiciones de seguridad.

Otras condiciones

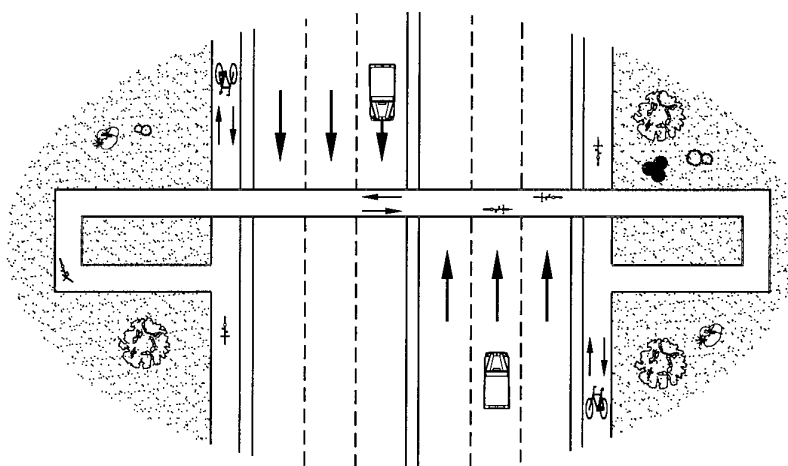
Una obra singular como ésta, deberá cumplir con unas mínimas condiciones estéticas y de seguridad que, idealmente, son las siguientes:

- ▪ Diseño atractivo.
- ▪ Iluminación adecuada día y noche.
- ▪ Buena visibilidad desde dentro y desde fuera.
- ▪ Integración en el entorno.
- ▪ Sensación de seguridad en el usuario.

Túnel o pasarela

La elección dependerá, en general, del emplazamiento, de la disponibilidad de suelo y de otros condicionantes ajenos al carril bici.

Una pasarela tendrá mayores rampas de acceso, los problemas de iluminación serán mínimos y no se plantearán reservas en cuanto a la protección del usuario contra las agresiones.

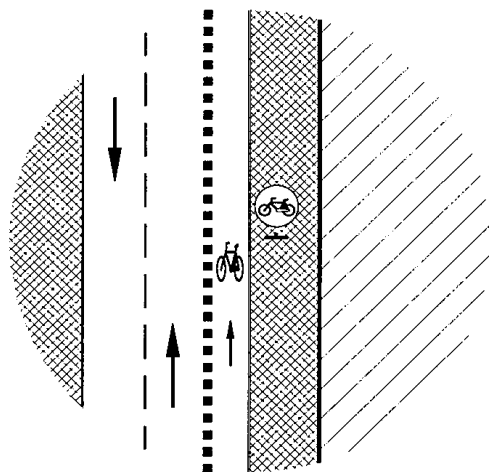


**Pasarela sobre una autovía o autopista.
(Bidireccional sin separación de tráfico)**

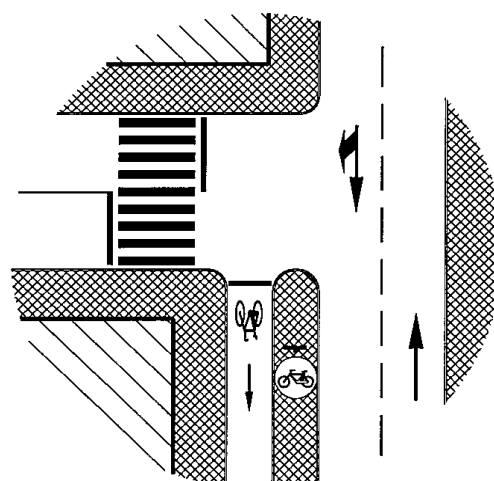
1.2.5.2 2.2.5.2 Inicio y fin de un carril bici

El inicio de un carril bici deberá señalizarse mediante marcas viales y mediante el correspondiente cartel anunciador.

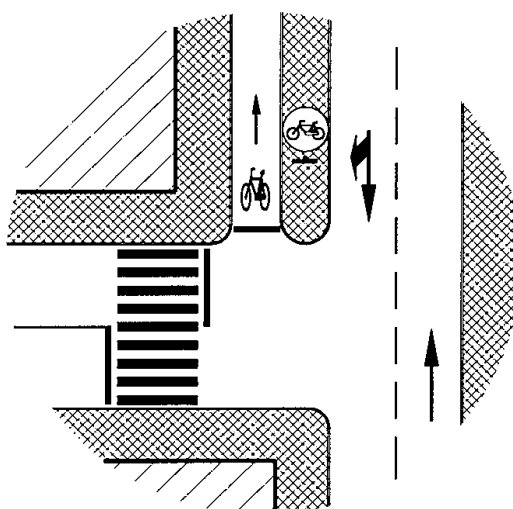
En la figura siguiente se recoge el inicio de un carril bici en los tres casos más frecuentes:



Inicio de un carril bici adyacente



Inicio de un carril bici segregado

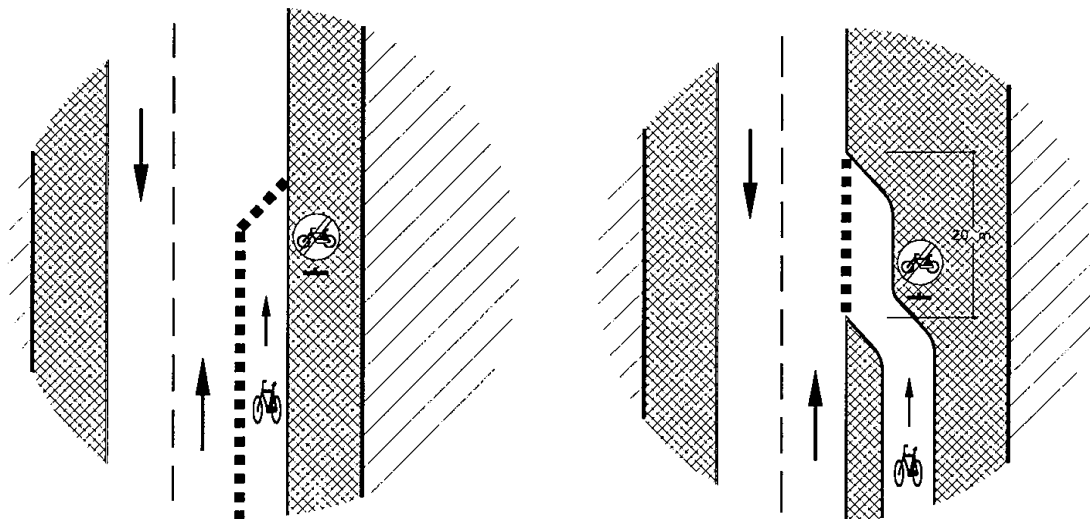


Inicio de un carril bici desde una intersección

Dicha señalización, deberá complementarse con señalización informativa indicando su longitud, punto final del carril bici y cualquier otro dato de interés.

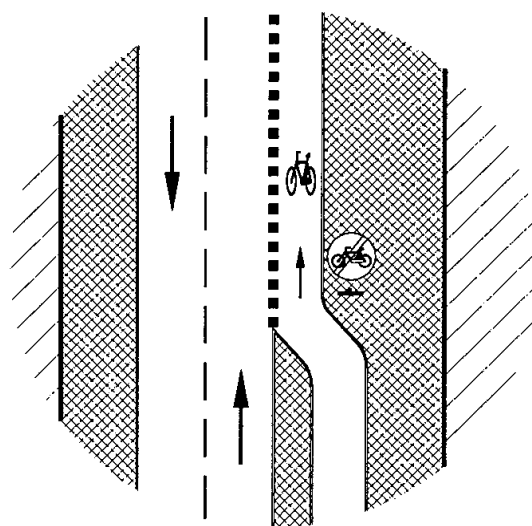
El fin de un carril bici es, en la mayor parte de los casos, un problema de señalización horizontal y vertical.

En la figura siguiente se recoge el fin de un carril bici en tres casos habituales:



a) Fin de un carril adyacente

b) Con vía de transición



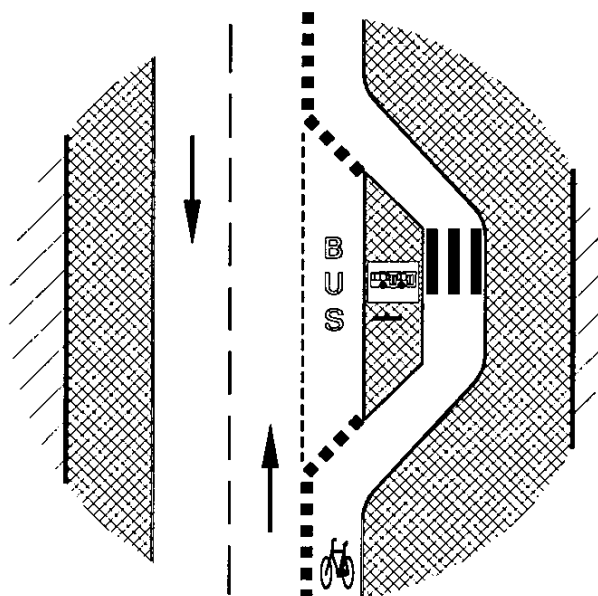
c) Con continuidad en un carril adyacente

La vía de transición deberá tener una longitud del orden de 20 m. No deberá disponerse un fin de carril bici en las proximidades de una intersección viaria.

Si el fin del carril bici se materializase mediante un semáforo para ciclistas, éste debería sincronizarse con el resto de semáforos viarios con los que pueda interferir.

1.2.5.3 2.2.5.3 Parada de autobús

El carril bici, bien sea adyacente o segregado, deberá hacerse pasar por detrás de la parada de autobús. Deberá evitarse todo tipo de escalón entre la calzada y el carril bici. Habrá que prever el acceso a la parada de los usuarios, así como la formación de la cola de espera.



Carril bici en parada de autobus

1.2.5.4 2.2.5.4 Gasolinera

Constituye un punto singular de gran riesgo y deberá tratarse como una intersección de baja intensidad de tráfico. Debe estudiarse con gran interés la posibilidad de rodear la gasolinera por detrás, de forma semejante a la indicada para la parada de autobús.

1.3 2.3 ESTRUCTURA DEL CARRIL BICI

1.3.1 2.3.1 Introducción



La estructura del carril bici, tal como va a ser considerada en este apartado, es aquélla destinada exclusivamente al tráfico de bicicletas y por lo tanto preparada para soportar únicamente las cargas de éstas y, naturalmente, de la maquinaria necesaria para su construcción y para su mantenimiento y conservación.

Los carriles bici que sean compartidos con otros vehículos o que puedan ser utilizados por otros vehículos de forma más o menos sistemática, deberán dotarse de unas estructuras capaces de soportar las cargas transmitidas por dichos vehículos, recurriendo para su diseño a lo que sea de aplicación en cada caso, sea la Instrucción 6.1 y 6.2 IC de la Dirección General de Carreteras sobre Secciones de Firme (1989), si el carril bici se implanta en zona interurbana, o sean las normas municipales si se implanta en zona urbana. Igualmente será de aplicación en los casos que se requiera, la Instrucción 6.3 IC de la Conservación y Mantenimiento.

El firme de una carretera se dimensiona en función del tráfico y de la capacidad portante de la explanada. El dimensionamiento del firme de un carril bici debe enfocarse de modo diferente, ya que las cargas transmitidas por los ciclos pueden considerarse despreciables, incluso comparadas con las soportadas por la propia construcción del carril bici.

La estructura del carril bici debe diseñarse en función de la superficie del **pavimento** a emplear, de la **capacidad portante de la explanada** y de los materiales disponibles para la ejecución del **firme**.

El **pavimento** deberá garantizar una conducción confortable y segura. El ciclista está en contacto directo con el pavimento y es muy sensible a las irregularidades de su superficie. Deberán evitarse los baches, escalones y discontinuidades.

Un carril bici muy confortable, con una excelente regularidad superficial, está en contradicción con una adecuada resistencia al deslizamiento, cualidad ésta que es exigible con vistas a la seguridad del ciclista. Resulta necesario una acertada textura superficial que establezca un equilibrio entre los dos objetivos.

La **capacidad portante de la explanada** deberá ser suficiente para la construcción del firme. En general, la explanada estará constituida por el terreno natural regularizado y compactado. El terreno natural, una vez eliminada la tierra vegetal, deberá cumplir unas prescripciones mínimas, sustituyendo una capa por otra de mejor calidad, o aumentando el espesor del firme si el terreno natural fuese inadecuado.

El **firme** de un carril bici deberá ser suficiente para soportar su propia construcción y mantener las características mecánicas iniciales durante el tiempo de proyecto. Deberá por ello ser inalterable a las condiciones climáticas del lugar, debe estar provisto para un mínimo mantenimiento y soportar la invasión del entorno.

Efectivamente, la conservación y mantenimiento de los carriles bici existentes es casi siempre nula y por tanto debe partirse de esta hipótesis pesimista.

Otro problema que se presenta con gran frecuencia es la invasión del carril bici por la vegetación que, en muchas ocasiones, lleva a su ruina. El firme previsto debe tener en cuenta este problema, permitiendo el empleo de maquinaria adecuada para la limpieza del carril bici.

Los materiales que se emplean en los carriles bici son los mismos que se utilizan en las carreteras, pero más adaptados al lugar. Pueden utilizarse materiales locales aun cuando no cumplan estrictamente las prescripciones exigibles a dicho material en una carretera.

1.3.2 2.3.2 *Pavimento*

Es la parte superior de un firme, la que debe resistir los esfuerzos producidos por la circulación, proporcionando a ésta una superficie de rodadura cómoda y segura.

La superficie de rodadura deberá proteger el firme y garantizar una conducción confortable y segura.

Los materiales más frecuentemente empleados serán las mezclas asfálticas, los tratamientos superficiales, el hormigón “in situ”, los adoquines y las baldosas. Cada material tiene sus características propias que le hacen más o menos apropiado, por lo que su elección deberá responder a ciertos criterios técnicos y económicos que se examinan a continuación.

1.3.2.1 2.3.2.1 *Criterios para la elección de pavimento*

Pueden considerarse cuatro grandes grupos:

- a) a) Económico
 - b) b) Características de la superficie de rodadura
 - c) c) Construcción.
 - d) d) Conservación y mantenimiento.
- a) a) El **criterio económico** es básico y condiciona la aplicación de los restantes. En cualquier caso se debe disponer de un mínimo que permita construir una obra durable.
- b) b) Dentro de las **características superficiales** deberá considerarse el equilibrio entre la adherencia (seguridad) y la regularidad de la superficie (confort). No cabe duda que la adherencia es necesaria y que para lograrla en cierto grado deberá conseguirse una textura superficial rugosa, tanto más necesaria, cuanto más lluviosa sea la zona. Por otro lado esta rugosidad hará más incomoda la conducción, y las lesiones - en caso de caída - se agravan notablemente.

La evacuación rápida del agua se considera esencial, tanto por seguridad, debido a la pérdida de adherencia entre pavimento y neumático, como por comodidad, debido a las

salpicaduras. En consecuencia, un carril bici deberá tener una pendiente longitudinal mínima del 1% y una pendiente transversal del 2%. Consecuente con lo anterior, deberá evitarse la formación de charcos.

Otra característica superficial es la diferenciación visual del carril bici. Este criterio es esencial ya que identificará el carril bici como tal por parte de los ciclistas y por parte del resto de usuarios, principalmente automovilistas. La clara diferenciación de un carril bici no es suficiente para su aceptación, pero un carril bici no diferenciado probablemente sea poco utilizado por los ciclistas, debido a su inseguridad. La diferenciación puede lograrse por el color y también por la textura superficial y una combinación de ambos puede ayudar al correcto funcionamiento de las intersecciones.

Finalmente, otra característica superficial deseable es la minoración del ruido neumático-pavimento, muy ligada a la regularidad de éste.

- c) c) En general la **construcción** de un carril bici será una obra pequeña, que se implanta dentro de un entorno viario ya existente. La maquinaria a emplear deberá poder adaptarse a las pequeñas dimensiones de la obra e, incluso, prever la ejecución a mano de una parte de ella. Debe resolverse con especial cuidado la continuidad del carril bici con la red viaria colindante, para la que, en función de ésta, estará mejor adaptado uno u otro tipo de pavimento.
- d) d) El tipo de pavimento empleado va a tener una influencia capital en los siguientes aspectos derivados de la **conservación y mantenimiento** del carril bici:
 - – La fisuración de la superficie, que con ciertas estructuras del firme resultan prácticamente inevitables.
 - – La colocación de bordillos laterales, que puede compensar económicamente si se compara con los sobreamochos que en otro caso se debería dar al carril bici. Los bordillos laterales, al limitar nítidamente el carril bici, evitan la degradación de los bordes y la invasión de la vegetación. En el caso de pavimentos, mezclas asfálticas, etc, facilitarán notablemente la ejecución de la obra.

 - – La facilidad para efectuar la labores de limpieza.

 - – La durabilidad de la señalización horizontal.

1.3.2.2 2.3.2.2 Prescripciones técnicas

Se determinan a continuación las prescripciones técnicas que deberán cumplir los tipos de pavimento considerados. No se pretende que sean unas prescripciones rigurosas, sino una referencia a la que adaptar las disponibilidades locales.



1.3.2.2.1 2.3.2.2.1 Mezclas asfálticas

En general, las mezclas asfálticas a emplear en la construcción de un carril bici son similares a las empleadas en la construcción de carreteras, cuyas características se recogen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3/75. Dentro del mismo espíritu de utilización de materiales locales, podrán adaptarse las fórmulas habitualmente utilizadas para lograr una mezcla económica y que cumpla los objetivos deseados. Para ello, deberán respetarse los criterios siguientes:

- – Puede admitirse una gran variedad de áridos.
- – El tamaño máximo del árido deberá limitarse, 8 mm se considera adecuado, para evitar la segregación y mejorar la manejabilidad del aglomerado.
- – El betún deberá ser lo menos duro posible. El betún de penetración 80/100 se considera adecuado.
- – La mezcla deberá tener las características siguientes, en comparación con la utilizada en carreteras:
 - – Módulo de riqueza más alto.
 - – Mayor compacidad.
 - – Mejor manejabilidad.
 - – Buena compatibilidad árido-ligante.

También podrán emplearse mezclas drenantes de naturaleza similar, e igualmente adaptadas a las disponibilidades locales, a las utilizadas en carreteras.

1.3.2.2.2 2.3.2.2.2 Tratamientos superficiales

Se trata de una estructura económica cuya elección resulta, por tanto, sugestiva. Sin embargo, la ejecución de la obra deberá ser muy cuidadosa y cumplir escrupulosamente las prescripciones del PG-3/75.

Dado que el volumen de áridos necesario para un tratamiento superficial es reducido, y por tanto su relevancia económica también, el empleo de áridos locales deberá limitarse a aquéllos que cumplan las especificaciones contenidas en el PG-3/75.

Con la aplicación esmerada de un doble tratamiento superficial, se obtienen resultados que se aproximan a los de una mezcla bituminosa.

1.3.2.2.3 2.3.2.2.3 Hormigón “in situ”

Es una estructura de gran calidad y un coste elevado en comparación con las mezclas asfálticas y los tratamientos superficiales. Sus características superficiales, adherencia y regularidad, son adecuadas para la circulación ciclista, si bien las juntas transversales hacen que el confort sea inferior al que se consigue con una mezcla bituminosa.

La plataforma sobre la que va a colocarse el hormigón deberá tener una buena capacidad portante para evitar la rotura de las losas. Además, en estas condiciones, no es necesario colocar ningún tipo de mallazo o armaduras en el hormigón.

Las técnicas de ejecución de un pavimento de hormigón “in situ” para carril bici, es una adaptación de las utilizadas en la ejecución de carreteras con firme de hormigón. En consecuencia, son aplicables las especificaciones contenidas en el PG-3/75, aunque se acepta una cierta flexibilidad en su aplicación, sobre todo si hay garantías de que el carril bici no soportará cargas de tráfico automóvil.

Se recomienda que se dispongan juntas de retracción transversales cada 5 m ejecutadas por serrado del pavimento, con una profundidad comprendida entre 1/4 y 1/3 del espesor de la losa. El ancho de la junta deberá ser el mínimo posible.

Un hormigón H-150 con tamaño máximo del árido de 20 mm, con una proporción de cemento de 300 Kg/m³ y un porcentaje de aire ocluido entre el 3% y el 6% se considera adecuado para un carril bici. El espesor de la capa de hormigón podrá variar entre 10 y 15 cm dependiendo de la calidad de la explanada y de la existencia de una capa granular entre la explanada y el hormigón.

1.3.2.2.4 2.3.2.2.4 Adoquines y baldosas

Son pavimentos de coste elevado, tanto de implantación como de mantenimiento. Necesitan un encintado de bordillo a cada lado del carril, para evitar que los adoquines y losetas se separen y se degraden los bordes. Estos encintados no deben formar escalón con el pavimento del carril bici.

La elección de adoquines y losetas deberá tener en cuenta la posibilidad de su pulimento con el tiempo, que los podría hacer muy resbaladizos, especialmente con lluvia.

El espesor de las baldosas será como mínimo de 4 cm, incluso con garantías de utilización del carril bici sólo por ciclos, y el de los adoquines de 6 cm. Se colocarán sobre un lecho de arena 0/6mm, de 3 cm de espesor, de naturaleza silícea, con equivalente de arena superior a 80. El relleno de las juntas se hará con arena fina o con mortero. Deberá prestarse una atención especial al drenaje, ya que el agua puede arrastrar los finos de la plataforma y de las juntas y facilitar con ello el desprendimiento de los adoquines y losetas.

Este tipo de pavimentos resulta incómodo debido a las juntas cuya disposición en forma longitudinal, deberá ser evitada por motivos de seguridad.

Se trata de una estructura reservada casi exclusivamente a tramos cortos y con condicionantes estéticos o de integración con el tráfico peatonal. Resulta adecuada, intercalada en un pavimento continuo, como contraste para resaltar puntos singulares, como por ejemplo un paso de peatones, un cruce con otras vías, etc.

1.3.2.2.5 2.3.2.2.5 Otros

Se reúnen aquí los pavimentos constituidos por materiales granulares, tanto en seco, como mezclados con cemento o ligantes: capas granulares, suelo-cemento y grava-cemento, suelo-emulsión y grava-emulsión.

Son estructuras de bajo coste de implantación, pero de conservación difícil y cara. El buen éxito de un pavimento de este tipo depende de su buena ejecución, para lo que es imprescindible su fabricación en central, salvo algunas capas granulares que pueden encontrarse en la naturaleza, como las zahorras naturales. La puesta en obra deberá hacerse con el equipo adecuado. Deberán respetarse las prescripciones que para estas estructuras se exigen en la ejecución de carreteras (PG-3/75). Transcurrido cierto tiempo en servicio, será previsiblemente conveniente, o incluso necesario, aplicar un nuevo pavimento de los indicados en los apartados anteriores: una mezcla asfáltica de 4 cm de espesor o, más modestamente, un tratamiento superficial constituirá una mejora importante para este tipo de carril bici.

En el cuadro siguiente se recogen los criterios más importantes para la elección del tipo de pavimento. Se trata de una valoración cualitativa, que junto con el criterio económico, debe servir de orientación para una elección acertada.

			PAVIMENTO				
			AGLOMERADOS ASFÁLTICOS	TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	HORMIGÓN "IN SITU"	ADOQUINES Y BALDOSAS	OTROS: CAPAS GRANULARES SUELO-CEMENTO GRAVA-CEMENTO SUELO-CEMENTO GRAVA-EMULSIÓN
CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE PAVIMENTO	CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES	DIFERENCIA VISUAL DE LA VÍA	Posibilidad de usar betunes y áridos de color	Regular	Buena	Buena	Regular
		REGULARIDAD SUPERFICIAL	Buena	Aceptable	Buena, pero condicionada por las juntas	Regular	Regular
		ADHERENCIA	Buena	Buena	Buena	Depende del material utilizado	Suficiente
	IMPLEMENTACIÓN	EJECUCIÓN	Casi artesanal	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil
		INTEGRACIÓN CON LAS VÍAS EXISTENTES	Buena	Buena	Buena	Buena	Debe resolverse en cada caso
	CONSERVACIÓN Y EXPLANTACIÓN	FISURACIÓN	Las fisuras terminan por aparecer	Las fisuras terminan por aparecer	No con un buen sistema de juntas	No	Aparecen fisuras
		DE LA SUPERFICIE	Buena	Buena, si la Implantación fue buena	Buena	Buena	Con el tiempo habrá que aplicar un pavimento
		SEÑALIZACIÓN	Sin problemas	Sin problemas	Sin problemas	Puede utilizarse los propios adoquines	Debe resolverse en cada caso
		BORDILLOS	No necesario	No necesario	No	Necesario	Conveniente

		LIMPIEZA	Fácil	Fácil	Fácil	Regular	Difícil

1.3.3 2.3.3 *Explanada y firme*

Explanada es la superficie sobre la que se asienta el firme, no perteneciente a una estructura.

Firme es el conjunto de capas ejecutadas con materiales seleccionados, colocadas sobre la explanada para permitir la circulación en condiciones de seguridad y comodidad.

La explanada de un carril bici, al igual que la de una carretera, es la superficie sobre la que se asienta el firme de la vía. La característica más importante de la explanada es su capacidad de soporte, que en función de su uso, deberá ser suficiente para soportar el tráfico previsto. No tendría ningún sentido construir un firme de gran calidad sobre una explanada muy deformable, ya que en poco tiempo sería inevitable la ruina de la vía.

Para analizar las características de la explanada y del firme de un carril bici se van a considerar tres situaciones diferentes:

- - Carril de nueva creación.
- - Carril adyacente a una carretera.
- - Carril sobre una plataforma existente.

El estudio del carril de nueva creación, aunque no es el caso más habitual para la creación de un carril bici, va a permitir establecer el procedimiento general para la redacción del proyecto y ejecución de una obra de esta naturaleza.

1.3.3.1 2.3.3.1 *Carril de nueva creación*

En principio resulta cómodo y útil conservar los criterios de dimensionamiento contemplados en la Instrucción 6.1 y 2-IC de la Dirección General de Carreteras sobre Secciones de Firmes. En ella, en función de la Intensidad Media Diaria de Vehículos Pesados (IMDP), para la que establece 5 categorías (T0, T1, T2, T3 y T4) y de la capacidad portante de la explanada sobre la que ha de asentarse el firme, para la que establece 3 categorías (E1, E2 y E3), selecciona un Catálogo de Secciones de Firme.

Tomando la categoría de tráfico T4, que corresponde con la menor IMDP (menos de 50 vehículos pesados por día) y la categoría de explanada E1, que se corresponde con la menos exigente, la Instrucción selecciona las secciones de firme numeradas desde la 411 a la 416 (el primer dígito es la categoría del tráfico, el segundo es la categoría de la explanada y el tercero indica los materiales que componen el firme), que constituyen unas buenas estructuras para un carril bici.

Estas secciones de firme resultantes son adecuadas para un carril bici que deba soportar cargas de tráfico automóvil. Si el suelo existente tuviese las características de explanada E2 ó E3, de más calidad que la E1, las secciones de firme entre las que habría que seleccionar la del proyecto serían las numeradas desde la 421 a la 426 y desde la 431 a la 436 respectivamente. La elección es clara ya que estas secciones de firme son más ligeras, y por tanto más económicas que las correspondientes a explanada E1.

A continuación se incluye un cuadro, tomado del catálogo de secciones de firme de la Instrucción 6.1 y 6.2- IC, que recoge las secciones de firme para la categoría de tráfico pesado

T4 en función de las 3 categorías de explanada, y otro cuadro con la clasificación de explanadas según la citada Instrucción.

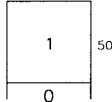
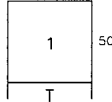
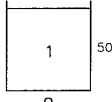
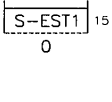
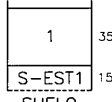
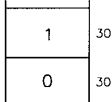
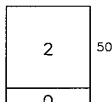
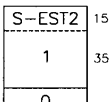
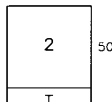
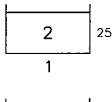
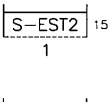
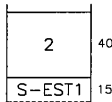
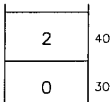
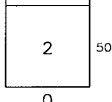
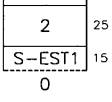
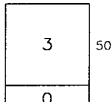
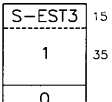
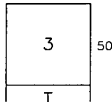
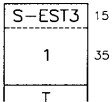
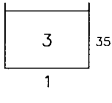
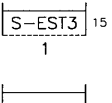
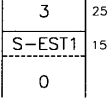
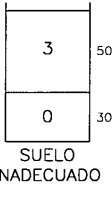

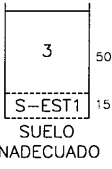
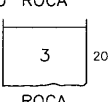

CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME

TRÁFICO	T4																	
	41 1	41 2	41 3	41 4	41 5	41 6	42 1	42 2	42 3	42 4	42 5	42 6	43 1	43 2	43 3	43 4	43 5	43 6
HORMIGÓN VIBRADO						20						20						20
MEZCLAS BITUMINOSAS	5	TS	8	6	*		5	TS	8	6	*		5	TS	8	6	*	
HORMIGÓN COMPACTADO					20						20							20
GRAVA CEMENTO				18						18	**					18	**	
SUELO CEMENTO			22	15					22	**					22			
ZAHORRA ARTIFICIAL	30	30					20	20					30	30				
ZAHORRA NATURAL	20	25	20		20	20	20	25			20							
EXPLANADA	E1						E2						E3					

TS = Tratamiento superficial mediante riesgos con gravilla

* = TS ó 4 cm de mezcla bituminosa

** = Sólo con explanada con superficie estabilizada

<p>TERRAPLENES Y PEDRAPLENES</p>  	E1
<p>DESMONTES</p>    	
<p>TERRAPLENES Y PEDRAPLENES</p>   	E2
<p>DESMONTES</p>      	
<p>TERRAPLENES Y PEDRAPLENES</p>    	E3
<p>DESMONTES</p>        	

Espesores mínimos en cm.

Clasificación de explanadas (Instrucción 6.1 y 6.2.I.C)

Un carril bici concebido y funcionando como tal, requiere una estructura más ligera que deberá estudiarse en cada caso.

El primer punto que deberá estudiarse es la capacidad de soporte de la explanada, que pasa por un estudio del suelo donde se implantará el carril bici.

Tratando de buscar referencias bien conocidas y contrastadas para la clasificación de los suelos se utiliza la que se recoge en el Artículo 330 “Terraplén” del PG-3/75.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ART. 330 PG-3/1975)

CARACTERÍSTICAS	SUELOS TOLERABLES	SUELOS ADECUADOS	SUELOS SELECCIONADOS
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA	Máx. 25% de piedras > 15 cm	100% inferior a 10 cm máx. 35% pasa 0,080 UNE	100% inferior a 8 cm máx. 25% pasa 0,080 UNE
PLASTICIDAD	LL < 40 o bien LL < 65 e IP > (0,6 LL - 9)	LL < 40	LL < 30 e IP < 10
CAPACIDAD DE SOPORTE HINCHAMIENTO	CBR > 3	CBR > 5 Hinchamiento < 2%	CBR > 10 Sin hinchamiento
DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR	Mín. 1,450 Kg/dm ³	Mín. 1,750 Kg/dm ³	-----
CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA	Inferior al 2%	Inferior al 1%	Exento

La clasificación se completa con los llamados suelos inadecuados, que son aquéllos que no cumplen las condiciones mínimas de un suelo tolerable.

La ejecución de un carril bici de nueva creación requiere en general la construcción de terraplenes, para lo que son válidos todos los suelos no inadecuados. La coronación del terraplén o fondo del desmonte como constituyentes de la explanada, es aconsejable que cumpla las prescripciones correspondientes a la categoría E1. Con ello se garantiza una capacidad portante suficiente, aún en el caso, muy habitual por otra parte, de que las condiciones reales de utilización del carril bici no sean las contempladas en el proyecto.

En un carril bici es razonable contar con que los suelos para la construcción de la explanada deben ser, salvo excepciones, los que se encuentran en la misma traza. El presupuesto para una obra de esta naturaleza suele estar muy limitado y no permite ir a buscarlos lejos de la traza. Hay que sacar el máximo aprovechamiento de los suelos locales, por lo que es admisible la elección de una explanada de calidad inferior a la E1. Dicha elección deberá justificarse tanto técnica como económicamente.

La estabilización con cal puede constituir un buen recurso para la utilización de suelos locales, básicamente arcillosos o limosos, que no satisfagan la calidad de una explanada E1.

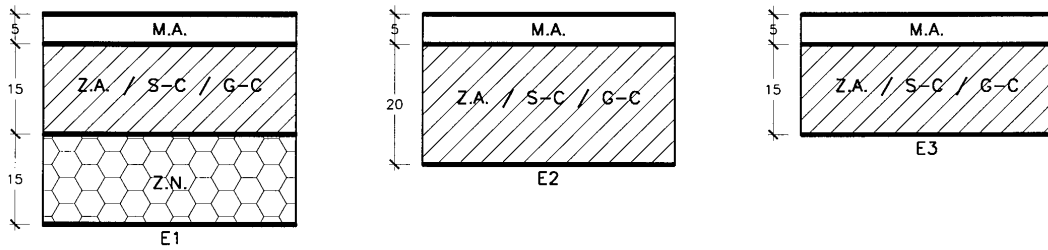
Las características que deberán cumplir los materiales para la estabilización “in situ” con cal, así como las condiciones para su ejecución, se recogen en el artículo 510 del PG-3/75. El contenido de cal sobre el peso del suelo seco no podrá bajar del 3%, estando, en general, comprendido entre el 4 y el 5%. En la estabilización de suelo con cal deberá alcanzarse a los siete días un CBR mínimo de 5, cuando se parta de un suelo con CBR comprendido entre 3 y 5, y superior a 10, cuando se parta de un suelo con CBR comprendido entre 5 y 10.

Tratando el carril bici como una vía de baja intensidad de tráfico, y siguiendo el Manual de Pavimentos Asfálticos para Vías de Baja Intensidad de Tráfico de Miguel Angel del Val y Alberto Bardesi, en lugar de utilizar únicamente la categoría de tráfico T4, (IMDP < 50) ésta se subdivide en 5 categorías, manteniendo como elemento diferenciador de ellas el número diario de vehículos pesados por sentido en el momento de la puesta en servicio.

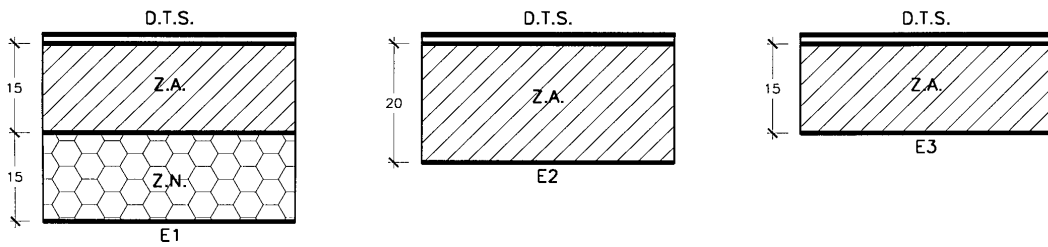
CATEGORIA DE TRÁFICO	Nº DIARIO DE VEHÍCULOS PESADOS
T41	25-49
T42	12-24
T43	6-11
T44	2-5
T45	0-1

Si se tiene la convicción de que el carril bici sólo será utilizado por ciclos, la categoría de tráfico será la T45 y la sección de firme puede seleccionarse entre las siguientes:

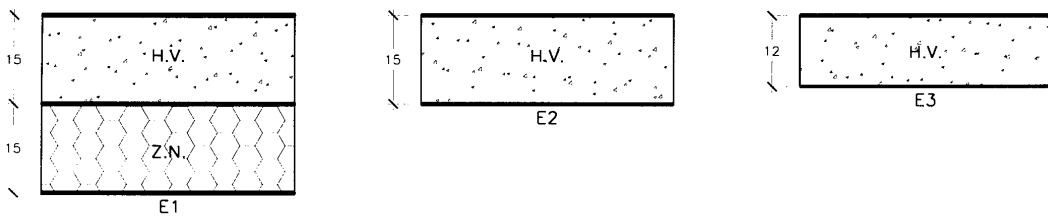
1- MEZCLAS ASFALTICAS



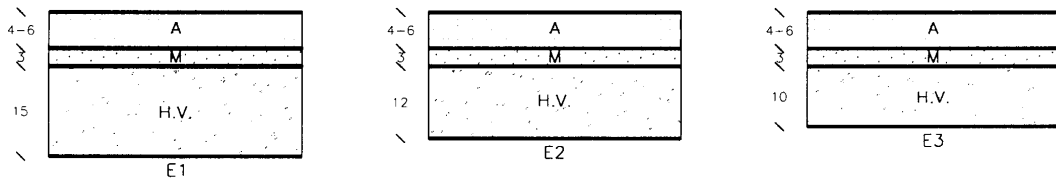
2- TRATAMIENTOS SUPERFICIALES



3- HORMIGON "IN SITU"



4- ADOQUINES Y BALDOSAS



M.A.= MEZCLA ASFALTICA
 Z.A.= ZAHORRA ARTIFICIAL
 Z.N.= ZAHORRA NATURAL
 S-C= SUELO-CEMENTO
 G-C= GRAVA-CEMENTO
 D.T.S.= DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL
 H.V.= HORMIGON VIBRADO
 A= ADOQUINES
 M= MORTERO
 E1-E2-E3= EXPLANADA

En resumen, un carril bici de nueva creación deberá asentarse en todos los casos, al menos, sobre una explanada E1, salvo excepciones justificadas, y disponer un firme de los de la Instrucción 6.1 y 6.2-IC, correspondiente a categoría de tráfico T4, si se prevé, aunque sea de forma accidental, la utilización del carril bici por vehículos motorizados, y firmes más ligeros correspondientes a categoría de tráfico T45, si el carril bici será sólo utilizado por ciclos.

1.3.3.2 2.3.3.2 Carril adyacente a una carretera

Se considera aquí la implantación de un carril bici aprovechando en parte o en todo el arcén de una carretera existente.

En esta situación, el trazado del carril bici, tanto en planta como en alzado, viene prácticamente obligado por el de la carretera.

La exigencia de una capacidad de soporte suficiente para la explanada quedará plenamente satisfecha si el arcén está pavimentado. En este caso, la estructura del firme es válida para el carril bici, que sólo necesitará para su implantación una limpieza del arcén y el extendido de una capa de rodadura que sea apta para la circulación segura y confortable de ciclos. A destacar la importancia del color de esta capa de rodadura para lograr una clara diferenciación visual del carril bici respecto de la carretera adyacente.

Si el arcén de la carretera está formado por capas granulares o suelos seleccionados, como ocurrirá en la mayor parte de los casos, estos materiales podrán ser utilizados para constituir la explanada del carril bici y disponer sobre ella un firme compatible con la categoría de la explanada y terminar con el pavimento deseado. Debe hacerse un reconocimiento previo del arcén para detectar las zonas degradadas del mismo y prever actuaciones localizadas para asegurar una calidad homogénea. Se considera imprescindible una limpieza general y una regularización de la superficie en toda su longitud.

Cuando se tengan garantías, normalmente a través de ensayos, de que la explanada es de la categoría prevista, podrá extenderse el firme proyectado.

1.3.3.3 2.3.3.3 Carril sobre plataforma existente

Un caso habitual es el aprovechamiento de antiguas vías de ferrocarril sin servicios y normalmente ya desmanteladas.

Al igual que ocurre con el carril aprovechando el arcén, el trazado en planta y alzado viene obligado por la plataforma que se desea reutilizar.

El proyecto deberá comenzar con el estudio de la plataforma para aprovecharla como explanada del carril bici. Habrá que determinar las operaciones a ejecutar para lograr una explanada asimilable a las de categoría E2 ó E3. Puede tratarse de:

- - Limpieza, regularización, nivelación y compactación.
- - Excavación de la parte superior de la plataforma seguida de su nivelación y compactación.
- - Adición de suelos, sean arenas o materiales gruesos, para ajustar la granulometría de la explanada.
- - Estabilización con cal, especialmente indicado cuando la plataforma contiene materiales arcillosos o limos.
- - Estabilización con cemento o con emulsión, indicadas cuando la plataforma está constituida por arenas.

Una vez ejecutadas, deberán realizarse los ensayos que confirmen el resultado deseado. En ciertos casos es aconsejable la ejecución de un tramo de ensayo para comprobar la idoneidad de las medidas previstas. Confirmada la categoría de la explanada se podrá proceder a la extensión del firme proyectado.

1.4 2.4 SEÑALIZACIÓN

1.4.1 2.4.1 Criterios generales

Entre las medidas de regulación de la circulación ciclista, la señalización juega sin duda un importante papel.

La inexistencia de pautas específicas de explotación de las carreteras o de reglamentación de la circulación muestra su influencia, entre otros hechos, en la ausencia de una señalización específica o en su escasa utilización, citada por numerosos clubes y asociaciones como uno de los problemas importantes para la circulación ciclista.

La señalización de los carriles bici se realizará con el fin último de atender los diferentes objetivos nacidos al auspicio de diversas vertientes. Dichos objetivos podrán agruparse bajo dos grandes conjuntos de criterios generales:

- • Criterios pragmáticos que doten a la señalización de total funcionalidad operativa para la consecución de los objetivos concretos.

- • Criterios legales que adapten su puesta en práctica y ejecución a la normativa legal vigente en España.

Entre los pertenecientes a este último grupo citado como criterios legales, deberán atenderse, al menos las Normas dictadas por el Reglamento General de Circulación en su Título IV y la Instrucción Complementaria de Señalización, Norma 8.2. I.C. del Ministerio de Fomento.

De los criterios correspondientes al primer grupo reseñado, que atienden al pragmatismo con el que se ha de proceder para dotar de una operatividad que solucione las carencias observadas y las demandas planteadas, se relacionan a continuación varios de ellos, avanzando las líneas de respuesta que se proponen.

El empleo de la señalización en la regulación ciclista deberá enfocarse en dos sentidos principales. Por una lado, en el sentido de promover una señalización general referida a la circulación ciclista, que permita ilustrar las carreteras con distintos mensajes al respecto. Por otro lado, en el sentido de configurar mediante una adecuada señalización los carriles bici para la circulación de ciclos.

Ambos enfoques de la señalización son necesarios para conseguir una eficaz regulación.

La percepción, tanto por parte del ciclista como por los automovilistas o los peatones de los carriles bici, de los elementos de apoyo a su tránsito, resulta fundamental para un correcto funcionamiento de la vía. Es preciso que ciclistas, automovilistas y peatones conozcan exactamente qué espacio de la calle está reservado para su circulación y con qué otros usuarios de la vía pueden o no compartir dicho espacio. Ello debe, en gran medida, conseguirse mediante una adecuada señalización.

Pero las funciones de la señalización para carriles bici se extienden mucho más allá de la mera identificación del itinerario. Las señales son un elemento indispensable para la regulación de la circulación, tanto entre los propios ciclistas, como en las interacciones de éstos con el resto de los tráficos, hecho que se produce, sobre todo, en las intersecciones (señalización específica que recibe tratamiento aparte en este manual). El ciclista ha de saber si la vía por la que circula es unidireccional o bidireccional y qué preferencia o supeditación tiene respecto a conductores y viandantes en cada caso concreto.

La señalización de carriles bici sobre carreteras constituye, además, una de las alternativas y/o acciones complementarias más completas a la construcción de plataformas especiales para ciclistas y de las más fácilmente realizables.

En general hay al menos dos opciones, tal y como se ha citado en otros puntos del manual, de encauzar el tráfico ciclista: combinarlo con el resto de los vehículos en la red de calles y carreteras o construir carriles bici específicos. La segunda opción es la preferida por los ciclistas y por los conductores de vehículos a motor y, sin duda, la que consigue mejores rendimientos en seguridad. Su mayor inconveniente es su alto coste, lo que limita su aplicabilidad a áreas de alta densidad ciclista y recorridos relativamente cortos.

La inclusión de los ciclistas en la calzada de tráfico general, es decir, la situación de partida en la mayoría de las ciudades y carreteras del mundo, tiene la ventaja de su bajo costo (nulo, si ni siquiera se incorpora una señalización especial), pero también tiene la desventaja de su bajo nivel de seguridad, lo que a la larga se traduce en escasa frecuentación ciclista.

Cuando lo que se pretende es garantizar unas ciertas condiciones de seguridad al tráfico ciclista sin proceder a las inversiones que requiere la construcción de carriles bici especiales, una solución es regular mediante señalización el uso por éstos de la calzada general. Esta regulación puede ir, desde la reserva de una parte de la calzada para este tipo de tráfico, hasta la simple advertencia de la coexistencia de circulaciones. En cualquier caso, es la señalización, horizontal y vertical, el instrumento básico de regulación de la utilización de una calzada común.

La señalización a utilizar puede tener un objetivo simplemente de advertencia, llamando la atención de los conductores sobre la posibilidad de encontrar ciclistas circulando por una determinada carretera y sobre la necesidad de extremar la precaución o podría tratar de conferir cierto tipo de ventajas, generales o puntuales, a los ciclistas. A las señales específicas relacionadas con el ciclismo pueden ir asociadas otras, convencionales, como las de limitación de la velocidad, por ejemplo, que aseguraran una mejor compatibilidad de ciclistas y automóviles. Esta señalización puede ser de validez permanente o temporal, es decir, limitada a ciertos días y horas, en función lógicamente del uso por parte de los ciclistas.

Los diferentes tipos de señalización aquí citados, se clasifican más adelante en diferentes grupos, elaborando una tipología completa según diversos criterios.

La señalización se hace precisa, además, para comunicar al ciclista indicaciones de advertencia (peligro) e informaciones de carácter general (itinerarios, direcciones, servicios) que le ayuden en sus decisiones durante el trayecto efectuado.

Las funciones de identificación, regulación e información o advertencia, adquieren mayor entidad en las fases iniciales de implantación de una red ciclista, debiendo prestarse especial atención a ellas en dichas fases iniciales.

La señalización es en sí misma un instrumento para la promoción de la bicicleta, pero dado que su mala utilización e incluso su exceso pueden contribuir a generar "ruido" informativo y convertirse en un factor contraproducente del desarrollo del ciclismo, deberá cuidarse en extremo su utilización adecuada.

La necesidad de una señalización general no está tanto en la confección y homologación de las señales y marcas viales adecuadas para regular la circulación con ciclistas, sino, sobre todo, en su utilización. Hace falta completar la señalización general, para lo que se propone una señalización recomendada más adelante en el manual, pero sobre todo, hace falta utilizarla.

Además de lo citado, es evidente que dentro de las causas que se plantean al analizar los conflictos que genera la circulación de ciclistas por las diferentes carreteras, uno de los grandes grupos que aparece es el relacionado con las insuficiencias de las propias infraestructuras y su acondicionamiento. Dentro de este último cabe, obviamente, contemplar la implantación y mantenimiento de una adecuada señalización. Desde este enfoque, uno de los criterios generales de mayor peso a la hora de señalar es adecuarla para satisfacer ambas condiciones (implantación y mantenimiento) y evitar la accidentalidad en la medida que sea posible.

1.4.2 2.4.2 Clasificación de la señalización

Un ciclista por lo general acepta una señalización cuando la comprende, pero rechaza las señales cuyo sentido no entiende. Por ello, el proyectista deberá considerar detalladamente el comportamiento del usuario, partiendo de que el ciclista es el conductor de un vehículo no motorizado con gran resistencia a aceptar demoras, rodeos y limitaciones.

Se relaciona a continuación la división más genérica de la clasificación, desagregándose y ampliándose posteriormente según una tipología más diversa.

La señalización en general, y la específica del tráfico ciclista en particular, se clasifican según dos criterios. El primero responde a su situación, distinguiéndose entre señalización vertical, y horizontal o marcas viales y el segundo responde al objetivo del mensaje transmitido: advertencias, regulación e información.

1.4.2.1 2.4.2.1 Señalización vertical

La señalización vertical consiste en unos paneles colocados sobre soportes situados generalmente en los laterales de la calzada o carril bici. Este tipo de señales se colocará de forma que sea fácilmente visible, pero evitando que sea un obstáculo para los ciclistas, peatones y vehículos motorizados.

Un grupo diferenciado de señales verticales es el luminoso, del que los semáforos constituyen el formato más conocido. De este grupo el presente manual se ocupa en el apartado correspondiente a la señalización específica de regulación de intersecciones, por ser dentro de ella donde encuentra más sentido la utilización de los mismos.

En puntos posteriores se entra en detalle del estado actual de la señalización vertical recogida en la legislación y se formulan algunas propuestas para su adecuación y actualización.

1.4.2.2 2.4.2.2 Señalización horizontal

Las marcas viales se dividen en longitudinales, transversales y otros signos puntuales como flechas, símbolos, etc. Las longitudinales tienen como objetivo principal encauzar el tráfico separando los diferentes carriles. También pueden aplicarse

como medio de regulación, por ejemplo indicando un límite cuyo rebasamiento está prohibido. Las marcas transversales señalan un punto de detención (posible u obligatoria) o de precaución. Otros símbolos se usan como complemento a la señalización vertical o como ayuda a los usuarios de la vía.

En principio cabe aplicar a las marcas viales los mismos criterios de la señalización vertical, en la medida en que sirven para indicación de la función de esta vía (pictograma) y delimitación de sus contornos (delineación longitudinal).

Las marcas viales suponen una indicación directa de los límites de los carriles, identificando contornos y resaltando el proceso de incorporación, salida o cruce de un tramo. La información que suministran es directa y puede ser complementada por la señalización vertical.

Las dimensiones, colores y tipología pueden elegirse en función de cada situación. Además, cada país tiene sus propias dimensiones y sistemas. A modo de ejemplo, puede citarse que en California se utilizan líneas continuas amarillas y en Offenburg (R.F.A.) han dado muy buen resultado unas pinturas verdes muy resistentes al desgaste.

Las marcas levantadas del pavimento no se deberán utilizar para delinear los carriles ciclistas. Hay que prestar gran atención a la calidad de las pinturas en toda época del año. Las termoplásticas por ejemplo, cuando están húmedas vuelven muy deslizantes el pavimento.

Para la seguridad y el control del ciclista es especialmente importante organizar en todas las zonas conflictivas unas marcas sobre el pavimento que, en todo caso, deberán sufrir cada cierto tiempo, una renovación.

Se recomiendan las siguientes dimensiones de marcas viales:

- **Paso de carriles bici por la calzada:**

0,50 m de anchura x 0,50 m de longitud/0,50 m de espacio intermedio.

- **Marcas de los carriles bici en los accesos muy concurridos:**

0,25 m de anchura x 0,25 m de longitud/0,25 de espacio intermedio.

- **Carril bici**

Límite de carril bici 0,25 m de anchura.

- **Intersecciones:**

Límite de carril ciclista con líneas discontinuas:

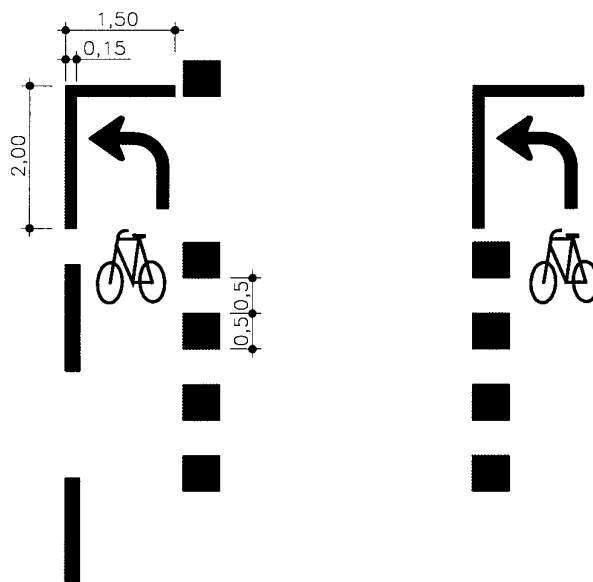
0,25 m de anchura x 0,50 m de longitud/0,50 m de espacio intermedio.

- **Separación peatonal/carriles bici:**

Línea de separación de 0,08 m de anchura (cuando sea necesario).

- **Zona de detención de ciclistas que giran a la izquierda:**

La zona de detención para ciclistas que giran a la izquierda deberá marcarse según la figura.



Marcas viales para giros a la izquierda

Cuando no exista espacio suficiente, las marcas del carril bici podrán sustituir al límite de línea discontinua de la calzada en la zona de detención situada a la izquierda del carril bici.

- - **Flechas de dirección**

Las flechas de dirección situadas usualmente en el carril bici tendrán una longitud de 3,00 m. En los carriles bici en donde sea admisible la circulación en ambos sentidos, se recomienda marcar las flechas con una longitud de 1,50 m.

- - **Pictograma de la bicicleta**

Se recomienda utilizar el pictograma "Ciclista" ya normalizado en numerosos países.