



Sección. Reflexión | **Section.** Reflection | **Seção.** Reflexão

Artículo revisado por pares académicos.

Planificación del uso de bicicletas en ciudades intermedias: propuesta de una red de ciclorrutas para Tunja, Colombia

Julián Rodrigo Quintero González. Magíster en Derecho Privado, Persona y Sociedad con Énfasis en Derecho del Transporte, Logística e Infraestructura de la Universidad Externado de Colombia, y en Ingeniería Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, especialista en Planeación Urbana y en Planeación y Gestión del Desarrollo Territorial e Ingeniero en Transporte y Vías. Director ejecutivo y de proyectos e investigador del Grupo RAU de AHCTUM Quintero-G Ingeniería S.A.S., Tunja, Colombia. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5238-4067> Correo electrónico: jrquinteroq.itv@gmail.com

Recibido: 5 de marzo de 2022
Aprobado: 14 de julio de 2022
Publicado: 15 de agosto de 2022

Acceso abierto: Creative Commons: Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la cual permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra, de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.



Conflicto de intereses: el autor ha declarado que no existen conflictos de intereses.

Resumen

La bicicleta ha tomado gran fuerza en todo el mundo como medio de transporte; sin embargo, aún se discute su implementación en ciudades intermedias. En la presente investigación se pretende conceptualizar una red de ciclorrutas para la ciudad de Tunja, Colombia, que es una típica ciudad intermedia. La metodología se orienta a la formulación de una red básica a partir de las características de la ciudad (vocación, movilidad, morfología y distribución espacial), así como criterios de planeación urbana. En consecuencia, se presentan la caracterización de la ciudad, el análisis de la movilidad, el concepto del trazado de la red de ciclorrutas, sus costos estimados e instrumentos de planificación y financiación. Se concluye sobre la necesidad de avanzar en la investigación que permita proyectar la red de ciclorrutas propuesta a un sistema de bicicletas compartidas en la ciudad¹.

Palabras clave: bicicleta, medio urbano, planificación urbana, planificación del transporte, Tunja.

1 Este artículo presenta el resultado del trabajo de investigación desarrollado por el autor en el marco de las actividades del Grupo de Estudios e Investigación en Recursos Ambientales y Urbanos (RAU), encuadrado en la línea de investigación de "Transporte, Urbanismo y Movilidad". Estuvo orientado al estudio y análisis de los sistemas y medios de transporte en las ciudades intermedias de Colombia y sus potencialidades de desarrollo.

Planning the use of bicycles in intermediate cities: proposal of a network of bicycle paths for Tunja, Colombia

Planejamento do uso de bicicletas em cidades intermediárias: proposta de uma rede de ciclovias para Tunja, Colômbia

Abstract

The bicycle has taken great force throughout the world as a means of transportation; however, its implementation in intermediate cities is still being discussed. The present investigation intends to conceptualize a network of bicycle paths for the city of Tunja, Colombia, which is a typical intermediate city. The methodology is oriented towards formulating a primary network based on the characteristics of the city (vocation, mobility, morphology, and spatial distribution) and urban planning criteria. Consequently, the city's characterization, the analysis of mobility, the concept of the layout of the bike path network, its estimated costs, and planning and financing instruments are presented. It is concluded that the need to advance in the investigation allows for projecting the network of bicycle routes proposed for a shared bicycle system in the city.

Keywords: bicycle, urban environment, urban planning, transportation planning, Tunja.

Resumo

A bicicleta vem ganhando força no mundo inteiro como meio de transporte; contudo, ainda é discutida sua implementação em cidades intermediárias. Nesta pesquisa, pretende-se conceitualizar uma rede de ciclovias para a cidade de Tunja, Colômbia, que é uma típica cidade intermediária. A metodologia é orientada à formulação de uma rede básica a partir das características da cidade (finalidade, mobilidade, morfologia e distribuição espacial), bem como critérios de planejamento urbano. Em seguida, são apresentados a caracterização da cidade, a análise da mobilidade, o conceito do desenho da rede de ciclovias, seus custos estimados e instrumentos de planejamento e financiamento. Conclui-se que há necessidade de avançar na pesquisa que permita projetar a rede de ciclovias proposta a um sistema de bicicletas compartilhadas na cidade.

Palavras-chave: bicicleta, meio urbano, planejamento urbano, planejamento do transporte, Tunja.

Introducción

El uso de la bicicleta como una alternativa de movilidad presenta importantes beneficios en las dimensiones ambiental, social y económica que, de acuerdo con Rissel *et al.* (2013), están principalmente representadas en la reducción de la congestión, aumento del transporte no motorizado, reducción de gases de efecto invernadero, mejora en la calidad del aire y disminución de ruido. Además, es una estrategia factible para abordar la inactividad física y las consecuencias asociadas, con beneficios adicionales como la habitabilidad y el sentido de comunidad, e importantes efectos positivos de las inversiones en las infraestructuras para bicicletas que superan los costos iniciales de construcción.

Las principales desventajas son la seguridad para los ciclistas y su exposición a los sucesos climatológicos que, según lo explican Lois, López-Sáenz y Rondinella (2016) generan creencias asociadas al riesgo de accidentes por la interacción con conductores y peatones. Lindsay, Macmillan y Woodward (2011) han indicado que los beneficios para la salud superan en gran medida los costos de las lesiones causadas por accidentes de tránsito en todos los niveles de sustitución. Al mismo tiempo la relación beneficio-costos se inclina a favor del desarrollo del ciclismo, en la medida que aumenta la proporción de viajes realizados en bicicleta.

Quintero y Quintero (2015) señalan que la bicicleta actualmente no solo se ha posicionado como uno de los medios de transporte urbano privado individual más utilizados, sino que ha trascendido al ámbito del transporte público urbano a través de los llamados Sistemas de Bicicletas Públicas (SBP) en varias ciudades del mundo. También destacan los sistemas *Hangzhou Public Bicycle* en Hangzhou (China), con

66 500 bicicletas y 2700 estaciones; *Vélib'* en París (Francia), con 16 500 bicicletas y 1751 estaciones; *Bicing* en Barcelona (España), con 4100 bicicletas y 420 estaciones; *Bardays Cycle Hire* en Londres (Reino Unido), con 7000 bicicletas y 554 estaciones; *Capital Bikeshare* en Washington D.C. (Estados Unidos), con 1800 bicicletas y 238 estaciones; *Bixi* en Montreal (Canadá), con 3800 bicicletas y 411 estaciones; así como otros ejemplos sobresalientes en Latinoamérica como *EcoBici* en México D.F. (México), con 3200 bicicletas y 279 estaciones. En Colombia Quintero (2017) destaca a *EnCicla* en Medellín (figura 1), con 1680 bicicletas y 90 estaciones (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019).

Sanz, Kisters y Montes (2018) precisan que existen diversos factores que justifican el desarrollo de la bicicleta como medio de transporte urbano, entre los que están: su capacidad como medio de transporte alternativo, los bajos costos políticos y económicos para su implementación, el reclamo de parte de diversos grupos y las experiencias exitosas. No obstante, los mayores desarrollos se han dado en las grandes ciudades, dejando relegadas a las ciudades intermedias que, por sus características particulares de crecimiento y desarrollo y su función dentro de las regiones y territorios, también deberían ser consideradas en los planteamientos de este tipo de sistemas de transporte.

Sobre lo anterior, se pretende proponer una red básica de ciclorrutas en Tunja, Colombia. La ciudad se caracteriza por tener el tamaño de una ciudad intermedia típica y atributos sociales, culturales, económicos y de crecimiento que la exhiben como una ciudad con potencial para el desarrollo de la bicicleta como alternativa de transporte urbano individual, con una factible extensión a la modalidad de transporte público.

Figura 1. Sistema de Bicicletas Públicas EnCicla, estación Pies Descalzos, Medellín, Colombia



Fuente: ©Julián Rodrigo Quintero González (fecha de captura de la imagen: 05 enero de 2018).

Aproximación a la ciudad intermedia

Sobre el entendimiento de la ciudad intermedia se puede recurrir a una aproximación propuesta en la primera década de los años 2000, del siguiente tipo:

La ciudad media-intermedia no puede definirse solo por su tamaño o talla demográfica. Tan o más importante es el papel y la función que la ciudad juega en su territorio más o menos inmediato, la influencia y relación que ejerce y mantiene en éste y los flujos y relaciones que genera hacia el exterior. (Bellet y Llop, 2004, párr. 17)

Con relación al tamaño de la ciudad intermedia, Bellet y Llop (2002) han considerado aspectos como la dimensión urbana, la dimensión territorial y la dimensión socioeconómica para

el planteamiento de rangos de tamaño, para lo cual señalan dimensiones de entre 20 000 y 500 000 habitantes en la Unión Europea, entre 200 000 y 500 000 habitantes para Norteamérica, y entre 50 000 y 1 000 000 de habitantes para el Banco Mundial y Latinoamérica. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) acepta como tamaño de la ciudad intermedia el rango entre 200 000 y 500 000 habitantes y define a las ciudades emergentes como “aquellas áreas urbanas que se clasifican como intermedias de acuerdo con la población total de cada país, y que además presentan un crecimiento poblacional y económico sostenido, en un ambiente de estabilidad social y gobernabilidad” (2016, p. 17).

Respecto a las funciones de las ciudades intermedias Bellet y Llop (2004) proponen que son centros:

- Servidores de bienes y servicios más o menos especializados para la población del mismo municipio y de otros municipios (asentamientos urbanos y rurales), más o menos cercanos sobre los que ejerce cierta influencia.
- De interacción social, económica y cultural.
- Ligados a redes de infraestructuras que conectan las redes locales, regionales y nacionales e, incluso, algunas con fácil acceso a las internacionales (como en el caso de las ciudades medias de las periferias metropolitanas). Son nodos que articulan flujos, puntos de referencia y de acceso a otros niveles de la red.
- Que suelen alojar niveles de la administración de gobierno local y regional a través de los cuales se canalizan las demandas y necesidades de amplias capas de la población. La descentralización administrativa y gubernamental a estos niveles, a estas escalas, lleva consigo una mejor comprensión del medio sobre el cual desarrollar proyectos y medidas más acordes con la realidad y necesidades del propio medio. (Bellet y Llop, 2004, párr. 17)

Metodología: uso de la bicicleta y criterios de planeación urbana

La metodología de este trabajo se orienta a la formulación de una red básica de ciclorrutas para fomentar el uso de la bicicleta en la ciudad de Tunja, Colombia. En primer momento, con la información disponible, se analizan las características y vocación de la ciudad y los aspectos relativos a la movilidad urbana.

En un segundo momento, a partir de los atributos identificados con potencial para la explotación de una red de ciclorrutas, se elabora una prospectiva del que sería el trazado conveniente de ejes estructurantes (tramos de ciclorruta), considerando criterios como la

morfología, la distribución espacial y la vocación de los sectores urbanos. Asimismo, se tienen en cuenta los criterios de planeación del uso de la bicicleta propuestos por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) de España (2007) y el Ministerio de Transporte de Colombia (2016).

Posteriormente, a partir del trazado de la red de ciclorrutas proyectado, se ilustran los costos por kilómetro para la franja de ciclorruta con base en estimaciones hechas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia (2017) para proyectos de este tipo. Asimismo, se esbozan aspectos generales sobre los instrumentos de planificación urbana aplicables y las probables fuentes de financiación para realizar el proyecto en el contexto de la legislación colombiana.

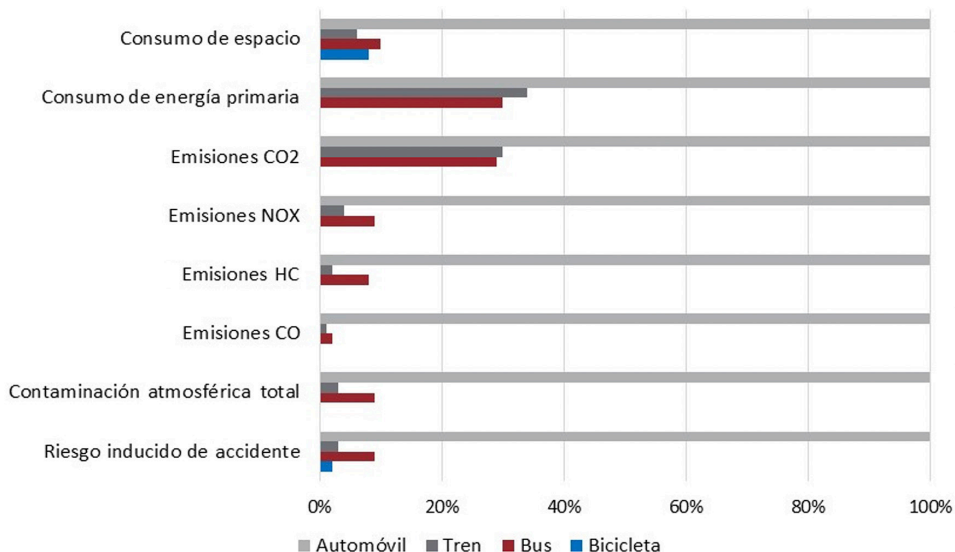
Así las cosas, a continuación, se detallan los aspectos generales relacionados con los impactos del uso de la bicicleta en contraste con otros medios de transporte terrestre y los criterios de planificación del uso de la bicicleta que se toman como referencia para el desarrollo de la propuesta de la red de ciclorrutas para la ciudad de Tunja.

Dekoster y Schollaert (2000) y el IDAE de España (2007) presentan un contraste de la bicicleta frente a otros medios de transporte terrestre, en el cual se pueden observar sus bondades con relación a los impactos significativamente menores en el sistema físico y ambiental de la ciudad (figura 2).

Se puede observar para el vehículo particular el máximo porcentaje en cuanto a consumo de espacio, consumo de energía, emisiones de gases contaminantes y riesgo inducido de accidente; para el caso del bus y el tren se identifican porcentajes significativamente menores en estos mismos aspectos. En contraste, la bicicleta presenta porcentajes mínimos de ocupación del espacio y riesgo inducido de accidente, así como valores de cero en el consumo de energía primaria y la emisión de gases contaminantes.

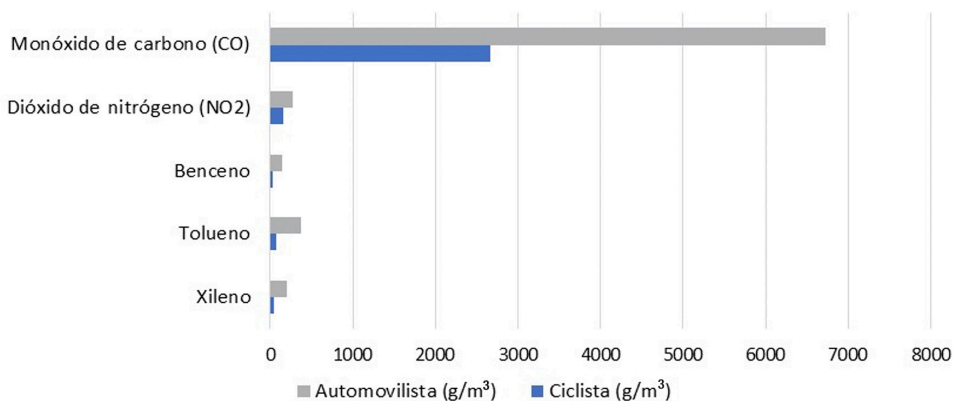
Desde el punto de vista de la salud pública, se observa como la bicicleta ofrece beneficios al tener la menor exposición a gases contaminantes —como monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, benceno, tolueno y xileno— y su inhalación con respecto al vehículo particular (figura 3).

Figura 2. Contraste de medios de transporte en el sistema físico y ambiental de la ciudad



Fuente: elaboración propia, a partir de datos de Dekoster y Schollaert (2000) e IDAE de España (2007).

Figura 3. Contraste de medidas máximas de concentración de contaminantes respirados en una hora por los ciclistas y los automovilistas en un mismo trayecto y momento



Fuente: elaboración propia, a partir de datos de IDAE de España (2007).

Con relación a los criterios para la planeación urbana el IDAE de España (2007) define parámetros sobre el tamaño y densidad poblacional de la ciudad, para los cuales precisa el tipo de sistema recomendado y la ubicación de los puntos de recogida y entrega de bicicletas. Sobre tres rangos de población y dos tipos de densidades definidos por el IDAE (2007) se tienen tres tipos de sistemas de bicicletas recomendados: mayor de 200 000 habitantes (densidad alta y baja: sistema automático), entre 50 000 y 200 000 habitantes (densidad alta: sistema automático; densidad baja: sistema manual) y menos de 50 000 habitantes (densidad alta: sistema automático; densidad baja: sistema manual).

Asimismo, el IDAE de España (2007) define parámetros sobre la topografía (valor de la pendiente) para los cuales precisa el tipo de sistema recomendado. En consecuencia, se identifican tres casos: pendiente mayor del 8% (limitaciones para el éxito del sistema de bicicleta pública), pendientes entre el 4% y el 8% (traslado de bicicletas con asistencia de vehículo para redistribución y bicicletas asistidas por motor eléctrico) y pendientes menores de 4% (favorabilidad de éxito del sistema de bicicletas públicas).

Frente a los posibles efectos adversos ocasionados por el clima sobre los ciclistas, el IDAE sugiere que esta condición no es determinante para el éxito de un sistema de bicicletas; asimismo, señala preferencias por un tejido urbano caracterizado por un espacio denso y usos de suelo diversos, así como por una baja influencia de la estructura demográfica de la ciudad al ser la bicicleta un medio de transporte ampliamente aceptado y utilizado por cualquier tipo de persona.

El Ministerio de Transporte de Colombia (2016) incorporó categorías de perfiles de los grupos de usuarios y modalidades de desplazamientos, proporcionando datos sobre el motivo principal de viaje, la longitud de recorrido típico, la modalidad de viaje y la velocidad media de viaje. Estos aspectos se muestran como un instrumento aplicable y determinante en

el planteamiento de la distribución espacial y orientación de un tramo o una red de ciclorrutas e incluso la proyección de un sistema completo de bicicletas compartidas.

Así las cosas, el Ministerio de Transporte de Colombia (2016) define como principales motivos de viaje el trabajo, el estudio (escuela), las compras, las relaciones personales, el ejercicio y el turismo, estos dos últimos con vocación orientada al aire libre, la naturaleza y el patrimonio cultural. Adicionalmente, identifica como modalidades de viaje: en solitario, con carga, en pareja, familiares o en pequeños grupos y en pelotón.

El Ministerio de Transporte de Colombia (2016) también define siete tipos de ciclista, indica su longitud de recorrido típico y calcula su velocidad media de viaje de la siguiente manera:

1. Urbano cotidiano (3-8 km en cada viaje de ida o de vuelta, 15-20 km/h).
2. Urbano cotidiano de carga (3-8 km, 10 km/h).
3. Recreativo de paseo (5-12 km, 10-15 km/h).
4. Recreativo de días festivos (20-40 km, 10-15 km/h).
5. Cicloturista (40-80 km, 15-25 km/h).
6. Deportivo de carretera/ruta (50-120 km, 30-35 km/h).
7. Deportivo de montaña (30-50 km, velocidad variable en función de pendiente del terreno).

Resultados: propuesta de red de ciclorrutas en la ciudad de Tunja

Características generales de la ciudad

La ciudad de Tunja, ubicada en el departamento de Boyacá, Colombia, puede considerarse una ciudad intermedia típica. De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane) (2020), la población proyectada para el 2022 era de 181 710 habitantes (173 991 en cabecera y 7719 en centro poblado y rural), lo cual la ubica dentro del rango de tamaño de

ciudad intermedia de entre 50 000 y 1 000 000 habitantes para el Banco Mundial y Latinoamérica, y muy cercana al rango de entre 200 000 y 500 000 habitantes definido por el BID.

En relación con las características funcionales (tamaño, vocación, interacción, actividad económica e influencia regional) definidas por Bellet y Llop (2004), puede decirse que la ciudad de Tunja cumple en alto grado con estas. Se trata de una ciudad capital de departamento, con población cercana a los 200 000 habitantes y dedicada a la prestación de servicios financieros, comerciales, educativos, de salud y gubernamentales a sus propios habitantes, así como a los de otras ciudades cercanas —como Chiquinquirá, Paipa, Duitama, Sogamoso— sobre las que tiene influencia en cuanto a la demanda de dichos servicios.

Debido a su localización geográfica y su conectividad con otras ciudades y departamentos, Tunja tiene influencia regional al permitir la conexión del centro con el oriente y el norte del país, facilitando relaciones comerciales y económicas a partir del intercambio de bienes y servicios (educativos a nivel de secundaria y universidad, salud y financieros), así como las interacciones sociales (recreación, deporte, esparcimiento) y culturales (festivales internacionales, ferias tradicionales, museos y exposiciones artísticas permanentes) y de turismo (religioso y arquitectónico).

Cabe destacar que como ciudad intermedia también muestra algunas de las problemáticas propuestas por Llop y Hoefflich (2016), entre las cuales están: la capacidad técnica aceptable en la administración municipal, representada en retrasos en proyectos, pérdida de recursos y proyectos fallidos; efectos adversos por el rápido crecimiento en el sector de la construcción de vivienda, a causa del traslado de familias y estudiantes que requieren servicios de salud y educación; la carencia de información y datos municipales para proyectar las demandas y necesidades futuras, debido a falencias en el desarrollo de una política de gobierno urbano basada en el manejo de datos abiertos; y la infraestructura urbana insuficiente para la ciudad que crece

a un ritmo significativo, como es el caso de la hospitalaria, educativa y de transporte.

Aunque el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), adoptado por el Concejo Municipal de Tunja mediante el Acuerdo Municipal 0014 de 2001, considera el desarrollo de infraestructuras para el uso de la bicicleta y que el Decreto Municipal 0241 de 2014 de la Alcaldía Municipal retoma el tema de la bicicleta y ratifica algunos aspectos del Acuerdo Municipal 0014 de 2001 —como el desarrollo de ciclovías a lo largo de una vía arteria al norte de la ciudad, en ejes viales colectores en el centro y en la línea de tren—, actualmente no se conoce ningún estudio que aborde el tema ni mucho menos se ha logrado materializar algún proyecto.

En 2015, como parte de un proyecto político en la contienda electoral por la alcaldía municipal, se planteó la denominada *Vía Parque* (Activa Multimedia Diseño y Comunicaciones, 2015) hacia el oriente de la ciudad, que se quedó únicamente en un bosquejo. Recientemente se realizó un ejercicio piloto de estaciones de bicicletas compartidas entre el Centro Histórico y el sur de la ciudad, que fue retirado tras un par de meses de prueba.

Aspectos sobre movilidad urbana

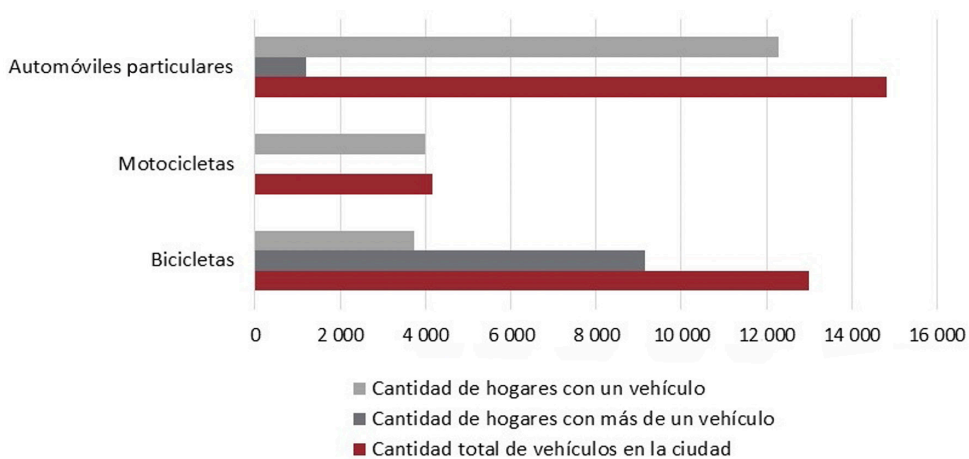
El estudio de movilidad realizado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), sede Tunja (2012), ofreció información relevante sobre la oferta y demanda de transporte en la ciudad. El estudio estableció cifras de orden general de la siguiente manera: una población proyectada de 173 216 habitantes para 2012; 48 328 hogares compuestos por un promedio de 3.59 personas por hogar; 366 512 viajes diarios realizados en un día de semana hábil con un promedio de 2.12 viajes diarios por persona y 2.76 personas que viajan por hogar.

De acuerdo con el estudio realizado por la UPTC (2012) con relación a la propiedad (hogares con tipo específico de vehículo) y uso vehicular, en la ciudad de Tunja se tenía la siguiente distribución: 14 819 automóviles particulares (12 280 hogares con un auto, 1 189 hogares con más de un auto); 4 173 motocicletas (3 981

hogares con una motocicleta) y 12987 bicicletas (3732 hogares con una bicicleta, 9137 hogares con más de una bicicleta) (figura 4). Sobre estas cifras se destaca la cantidad de bicicletas

en circulación en la ciudad en ese entonces y el hecho de la posesión de más de una bicicleta en un número significativo de hogares.

Figura 4. Distribución de propiedad de tipo de vehículo y uso de vehículo por hogares en Tunja



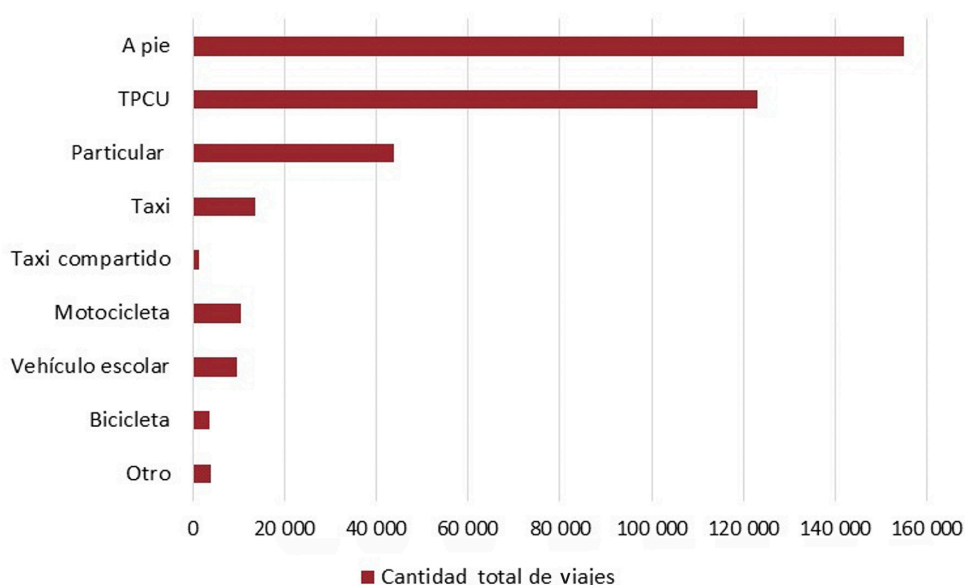
Fuente: elaboración propia, a partir de datos de la UPTC (2012).

Información relativa a los viajeros refleja la predominancia de edades entre los 15 y los 25 años y una distribución casi equivalente entre el género femenino y masculino: una distribución de la población de 52.9% para mujeres y 47.1% para hombres. Sobre la ocupación de los habitantes destaca la de estudiantes (36.1%), empleados (26.2%), independientes (13.9%), amas de casa (11.8%), jubilados (4.3%), buscando empleo (2.5%) y otros (5.2%). Además, resalta la importancia del ama de casa en la estructura social. Sobre el nivel de formación se distinguen en términos de cantidad de personas el bachiller (65 342), superior (49 287),

primaria (36 395), preescolar (5783) y posgrado (5371) (UPTC, 2012).

Sobre la distribución de viajes en términos de cantidad se tienen: a pie 154 948 (42.5%), en transporte público colectivo 122 981 (33.7%), en vehículo particular 43 841 (12%), en taxi 13 607 (3.7%), en taxi compartido 1 472 (0.4%), en motocicleta 10 569 (2.9%), en vehículo escolar 9 544 (2.6%), en bicicleta 3 713 (1%) y en otro 3 987 (1.1%) (figura 5). Sobre el motivo de viaje sin considerar el regreso a casa destacan el trabajo (38.2%), estudio (34.5%), compras (3.5%), recreación (3.8%), acompañamiento (6%), trámites (9%) y otros (5.2%) (UPTC, 2012).

Figura 5. Distribución de viajes por modo de transporte en Tunja



Fuente: elaboración propia, a partir de datos de la UPTC (2012).

En relación con la distribución espacial de los viajes el estudio señala la mayor participación del Centro Histórico de la ciudad (108 172 viajes, 29.8%), y las zonas noroccidental (36 397 viajes, 10%), extremo norte (36 492 viajes, 10%), suroriental (33 179 viajes, 9.2%) y sur (39 008 viajes, 10.2%) (UPTC, 2012). Sobre lo anterior, es clave distinguir el bajo porcentaje de utilización de la bicicleta para la realización de viajes en la ciudad (1%). Este bajo porcentaje puede apuntar a un número escaso de bicicletas en la ciudad actualmente. Es innegable la importancia de contar con más infraestructura para ciclistas, lo que justifica de manera preliminar la necesidad de una completa red de ciclorrutas.

Así mismo, hay que prestar atención al mayor porcentaje de mujeres y la mayor ocupación como estudiante, empleado, independiente y ama de casa, de lo cual se puede percibir la necesidad de plantear soluciones de movilidad a partir de la bicicleta para estos colectivos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se debe considerar lo dicho por De la Paz Díaz (2017)

quien destaca a la movilidad como un factor fuertemente relacionado con el empoderamiento de las mujeres, así como los postulados de Lindenberg, Kohler, Freire e Bernardo (2017) y Espíndola (2018) sobre la importancia de enseñar a montar bicicleta a mujeres, niños y familias como estrategia para incluirlos en políticas de movilidad cicloinclusivas.

Analizando los motivos de viaje donde se destacan el trabajo, el estudio, los trámites y la recreación, conforme lo plantea Pérez (2017), pueden establecerse relaciones entre la bicicleta utilitaria, recreativa y deportiva, encontrando señales positivas para un cambio modal a favor de la bicicleta.

Consideraciones sobre ciclorrutas existentes

Si bien algunas vías de la ciudad de Tunja presentan pendientes significativas —por encima del 8% en vías principales, arterias y colectoras, hasta el 25% en algunas vías locales de

barrios—, en la zona sur que es relativamente plana se ha construido un corredor corto de aproximadamente 1.2 km, ubicado en el separador de una vía arteria. Otras infraestructuras semejantes a las ciclorrutas se han desarrollado en zonas laterales (andenes) de vías arterias y vías colectoras en los barrios hacia el oriente y norte de la ciudad, ambas zonas con una creciente expansión. En la reciente intervención del Centro Histórico de la ciudad se han dispuesto demarcaciones que delimitan una franja de espacio público para el uso de los ciclistas.

Los desarrollos de infraestructuras públicas para la movilidad, como las ciclorrutas, son precarios en la ciudad de Tunja. Sobre las pocas infraestructuras disponibles descritas se identifican aspectos bastante desfavorables como: tramos inconclusos, así como otros desconectados; la topografía adversa en algunos tramos imposibilita el movimiento en bicicleta; los tramos principales están justamente alineados con las vías de mayor flujo vehicular y velocidad de la ciudad, lo que supone un problema de seguridad para los ciclistas; incoherencia de los tramos proyectados con relación a la distribución espacial de viajes y factores sociodemográficos como el género, la ocupación, el motivo de viaje y el mismo perfil del ciclista; y la fijación por la inclusión de tramos de ciclovías en el Centro Histórico donde predomina el modo peatonal.

Concepto de proyecto de red de ciclorrutas: trazado de ejes y operación

El trazado propuesto en el presente trabajo se plantea tomando como punto de partida los siguientes derroteros:

1. La coherencia con relación a la distribución espacial de los viajes y las necesidades de movilidad y conectividad.
2. En vez de luchar contra la topografía, aprovechar las curvaturas que ofrece la misma con ajustes a los criterios de diseño de los sistemas aconsejados según el desnivel del territorio.

3. La reconciliación con los recursos naturales urbanos que posee la ciudad, tales como cursos de agua, bosques, parques, colinas, etc.
4. El aprovechamiento de la vocación de la ciudad como centro urbano de servicios estudiantiles, históricos y culturales.
5. Por razones de seguridad vial el distanciamiento frente a infraestructuras propias de otros modos y medios de desplazamiento sin afectar la conectividad e intercambio modal.
6. Lograr el objetivo que debe considerarse como primigenio en el desarrollo de la movilidad urbana en bicicleta: la inclusión sociodemográfica.

En este contexto, se debe iniciar señalando que, según los criterios de tamaño de población y densidad propuestos por el IDAE de España (2007) —población de entre 50 000 y 200 000 habitantes y densidad alta—, en la ciudad de Tunja es factible incluso el desarrollo de un sistema de bicicletas compartidas, aun cuando por ahora el objetivo es proyectar el trazado de una red de ciclorrutas.

Sobre el trazado se proyectan ejes estructurantes definidos a partir de la configuración espacial longitudinal de la ciudad y atendiendo a la vocación de los sectores de los recorridos y sus combinaciones para los tramos de ciclorrutas, en dirección a lo cual se proponen los siguientes cuatro grupos o ejes: primero, ecológico, paisajístico, recreativo y estudiantil; segundo, cotidiano para trabajo y servicios; tercero, cultural, familiar y turista; y, cuarto, deportivo para ruta y montaña.

El primer eje estructurante, denominado ecológico, paisajístico, recreativo y estudiantil, se localiza sobre ambos márgenes del río Jordán, principal río de la ciudad, en el cual se proyecta una ciclorruta bidireccional con una extensión de aproximadamente 7.72 km, los cuales corresponden casi a la longitud total, de sur a norte, del río Jordán (8.5 km). Sobre este primer tramo, que en el planteamiento de la red puede considerarse como el equivalente a una troncal o autopista para vehículos

motorizados, el estudio realizado por Alba y Arenas (2018) establece la disponibilidad de espacio suficiente para el emplazamiento de una ciclorruta completa a lo largo de todo el río, incluso con disposición de un sendero paralelo para peatones.

Las autoras del estudio identificaron pendientes medias por debajo del 4% en los primeros 4.1 km del trayecto en sentido sur-norte, con excepción de un tramo de unos cien metros que presentó una pendiente del 6.9%. Para los restantes 4.4 km encontraron pendientes medias por debajo del 2%. Asimismo, propusieron soluciones convenientes para cruces a nivel e incluso pasos a desnivel en los sitios con mayor conflicto (Alba y Arenas, 2018). Desde el punto de vista de trazado y diseño geométrico se logra demostrar la factibilidad de este primer eje que, conforme al IDAE de España (2007), tendría incluso la facilidad para el éxito del sistema de bicicleta pública.

A lo largo del río se presentan diversas problemáticas ambientales como la descrita por Martínez y Pinilla (2016) sobre la baja calidad del agua en función de la valoración de su estado limnológico. Además, son evidentes los problemas de vertimientos de aguas residuales sin tratamiento, basuras e inestabilidad del cauce y de sus riberas.

Sobre estos aspectos, Ramírez (2019) ha propuesto recuperar la función ecológica y servicios ambientales del río Jordán, realizando intervenciones de recuperación del espacio físico (ronda y entorno), estabilización del cauce y sus orillas, provisión de mobiliario urbano y, como medida principal, dotación de infraestructura complementaria de espacios verdes y recreativos y espacios de encuentro y circulación tipificados por Quintero y Quintero (2019).

Es importante destacar que, si bien el escenario del desarrollo de la movilidad en bicicleta en torno a este eje ambiental puede traer consigo beneficios en los sistemas físico, ambiental y social de la ciudad, su implementación puede ser costosa y tan solo es una de múltiples acciones necesarias para realizar una recuperación integral. El desarrollo de este tramo de

ciclorruta puede traer grandes beneficios sociales al considerar la conexión factible de zonas residenciales al sur y oriente de la ciudad con toda la infraestructura comercial, residencial, recreativa, educativa y de salud de la zona norte y extremo norte. Lo anterior en el marco de la restauración ecológica de la ciudad y la inclusión de todos los perfiles de usuarios pertenecientes a los distintos sectores urbanos en un verdadero derecho a la ciudad.

El segundo eje, denominado cotidiano para trabajo y servicios, recorre las zonas sur, occidente y centro-norte de la ciudad bordeando su Centro Histórico. Dichas zonas corresponden a usos mixtos (industrial, comercial y residencial), de lo cual se puede inferir la posibilidad de importantes beneficios económicos a partir del uso mixto del suelo y proyectados a través de la generación de un corredor de empleo, comercio, servicios y valoración de la propiedad (aumento del valor económico de viviendas y predios no construidos). Este eje se proyecta desde el sur de la ciudad, iniciando en la Avenida Suárez Rendón, continuando sobre la Avenida Colón que bordea el Centro Histórico y luego sobre la Avenida Maldonado en el centro-norte, que conecta con el eje estructurante denominado ecológico, paisajístico, recreativo y estudiantil.

Sobre el eje cotidiano para trabajo y servicios, cabe resaltar la disponibilidad de espacio en la zona sur y en la zona centro-norte, donde existe una importante avenida con dos calzadas y dos carriles de circulación en cada una y otra avenida con una sola calzada amplia y dos carriles de circulación.

En la zona occidental existen limitaciones de espacio, para lo cual la solución está sujeta al desarrollo de un proyecto de ampliación a doble calzada, nombrado Mega Vía, que alguna vez fue propuesto, pero luego detenido sin razones claras y para el que se desarrollaron las fases de estudio técnico y gestión predial.

Este tramo de ciclorruta supone desafíos relativos a la gestión del tráfico con relación al transporte público colectivo y el transporte privado, así como el manejo de la topografía. Sin embargo, se considera factible una ciclorruta

bidireccional de aproximadamente 5.07 km, siempre que se puedan realizar las ampliaciones requeridas, el rediseño de rutas y estrategias de gestión. En este punto y con relación a las pendientes que estarían entre el 4% y el 8% y por encima de este último valor, puede pensarse en el uso de bicicletas eléctricas (IDAE, 2007), lo que supondría un sistema de bicicletas compartidas.

Sobre el tercer eje estructurante, denominado cultural, familiar y turista, la vocación de la ciudad de Tunja como un centro urbano con un importante patrimonio histórico, cultural y religioso que data de la época de la América Precolombina, obliga al aprovechamiento de la red de ciclorrutas como instrumento para la restitución de la memoria de la ciudad, así como de la apropiación de los espacios que cuentan con valor patrimonial para sus habitantes.

Al respecto, es fundamental considerar iniciativas importantes y exitosas como la de los *Bicicorridos* hechos por monumentos y espacios simbólicos realizados por la Secretaría Distrital de la Mujer en Bogotá D.C., Colombia (Sánchez y Triana, 2017), así como la *Biciescuela* de la organización Ciclofamilia en Buenos Aires, Argentina (Espíndola, 2018). Ambas son iniciativas en las cuales, a través del desarrollo de la infraestructura y la movilidad en bicicleta, se puede no solo fomentar una adecuada relación de género y movilidad, sino también el fortalecimiento del tejido social desde la familia, la mujer y la niñez.

Este tramo de ciclorruta se extiende desde el Centro Histórico hacia las colinas occidentales en donde se encuentran importantes sitios históricos, religiosos y de contemplación paisajística, incluyendo algunos parques perdidos en una zona vulnerable de la ciudad. Se estima una longitud de un tramo bidireccional de aproximadamente 1.86 km, así mismo, surge la necesidad eventual de bicicletas eléctricas compartidas debido a las pendientes que estarían entre el 4% y el 8%, e incluso por encima de este último valor, y de la disposición de espacios para el estacionamiento, esparcimiento y alimentación. En la parte más alta se conecta con un eje deportivo

para ruta y montaña. Los beneficios pueden ser notables en la zona occidental de la ciudad, tales como: inclusión y derecho a la ciudad —entendido como la posibilidad de los ciudadanos de disfrutar de la vida urbana con acceso a servicios de calidad y de participar en la toma de decisiones sobre la ciudad—, fortalecimiento del tejido social, creación de pequeños comercios y tiendas de barrio, apropiación e identidad por el paisaje y valoración de la propiedad (aumento del valor económico de viviendas y predios no construidos).

El cuarto eje estructurante, denominado deportivo para ruta y montaña, surge del aprovechamiento de las curvaturas que proporciona la topografía natural. Debido al relieve del departamento de Boyacá y su capital Tunja, es bien conocida y fácilmente observable la afición de las personas de todos los géneros y edades por superar la topografía desafiándola con sus bicicletas. Lo anterior, es estimulado por el ejemplo de personalidades regionales que han logrado importantes reconocimientos y récords en el ámbito ciclistico a nivel mundial. Se proyecta la disposición de un tramo de ciclorruta en la zona occidental, dando continuidad al anteriormente descrito eje cultural, familiar y turista. Con este eje se busca satisfacer la demanda del tipo de ciclista con perfil deportivo muy común en la ciudad, al mismo tiempo que la provisión de infraestructura para estos ciclistas no solo fomente el deporte entre los adeptos de esa colectividad, sino también que atraiga el interés general de la ciudadanía.

Se trata de un circuito unidireccional amplio cuyo ancho equivale a uno bidireccional, con pendientes altas variadas y una longitud aproximada de 10.09 km, abriéndose campo hacia la cima de las colinas occidentales y las veredas aledañas en la zona de páramo de la ciudad, y regresando por la vía Tunja-Villa de Leyva (Ruta 60), para luego reconectarse con el eje cultural, familiar y turista. Se busca promover el ciclismo de ruta y montaña, que puede valerle de otros ejes conectados desde distintas partes de la ciudad para lograr recorridos más largos y mayores desafíos de entrenamiento.

Con acciones de este tipo se pueden prevenir accidentes por el mayor riesgo de esta actividad deportiva en otros corredores como la vía Tunja-Bucaramanga (Ruta 62) y la doble calzada (Ruta 55B). Los beneficios pueden ser el fomento del deporte, la seguridad vial, el reconocimiento y apropiación de las periferias y el entorno rural ambiental, y el fomento del turismo y economía rurales.

A partir de las características físicas —estimadas con sistemas de información geográfica virtuales— del trazado de los ejes estructurantes antes descritos y los criterios de planeación del uso de la bicicleta comentados anteriormente,

en la tabla 1 se definen las que pueden ser las características de operación (pendiente, longitud de tramo y velocidad media de viaje) de cada uno de los tramos que componen la red de ciclorrutas propuesta.

Se destacan valores de pendiente superiores a los postulados por el IDAE de España (2007), así mismo longitudes y velocidades de viaje inferiores a las propuestas por el Ministerio de Transporte de Colombia (2016). Esto último debido esencialmente a las condiciones de relieve de Tunja, caracterizado por pendientes prolongadas que limitan el desarrollo de velocidades altas para el modo ciclista.

Tabla 1. Características de operación proyectadas para los tramos de la red de ciclorrutas propuesta

Tramo	Rango de pendiente en el tramo específico / promedio (%)	Longitud (km)	Velocidad media de viaje (km/h) *
Ecológico, paisajístico, recreativo y estudiantil (río Jordán)	0-4.5 / 1.0	7.72	5-15
Cotidiano para trabajo y servicios (zona sur-occidente-centro-norte)	0-11.2 / 3.8	5.07	10-15
Cultural, familiar y turista (zona occidental)	5.1-20.5 / 8.4	1.86	5-15
Deportivo para ruta y montaña (colinas occidentales zona rural)	0.0-18.5 / 6.0	10.09	5-30
Longitud total de red propuesta		24.74	* Velocidad máxima permitida en Colombia: 30 km/h

Fuente: elaboración propia, a partir de valores de pendientes, longitudes y velocidad propios estimados para cada tramo.

La configuración del trazado propuesto se presenta a continuación en la figura 6.

De manera general, se puede apreciar el buen ajuste del proyecto propuesto a los criterios de planeación establecidos, bajo el escenario objetivo del presente trabajo que es únicamente la provisión de infraestructura para ciclistas reconocida en el concepto de ciclorruta, definida por la Ley 769 de 2002 del

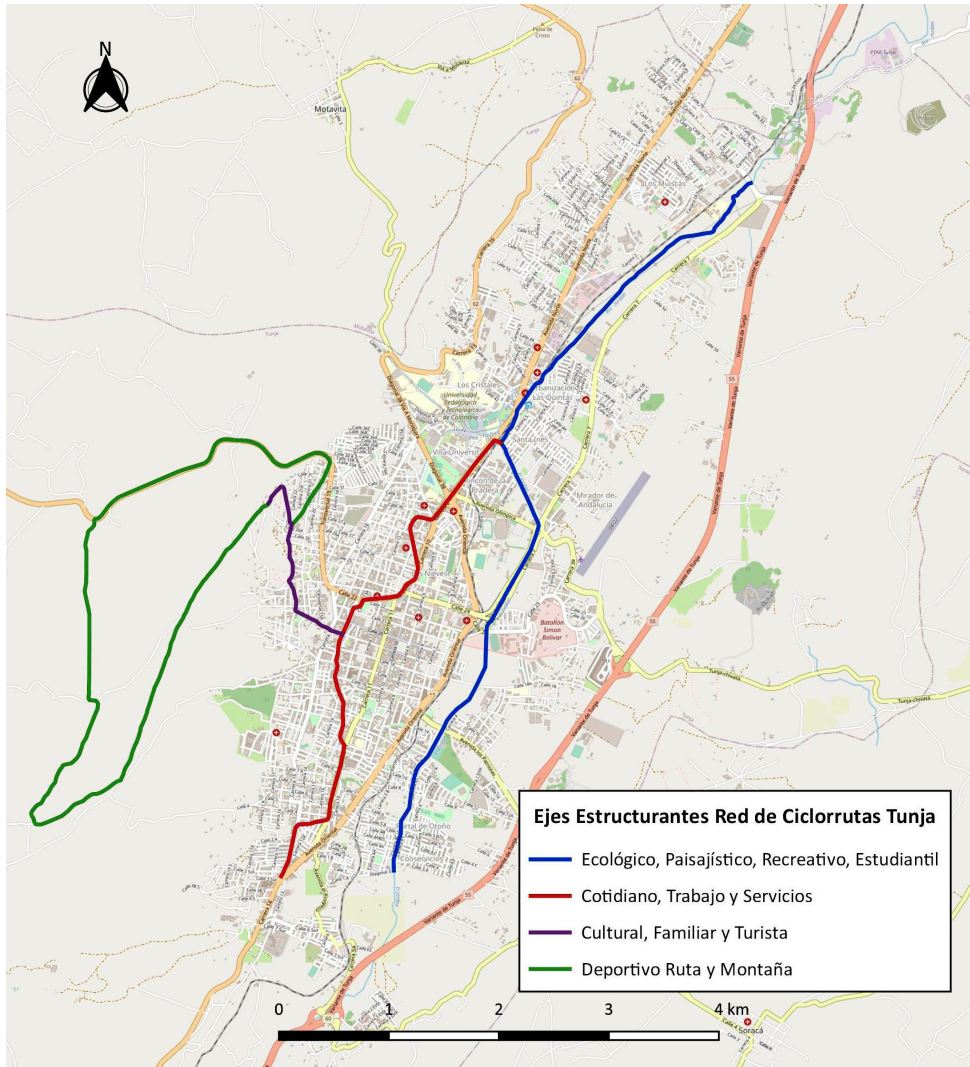
Ministerio de Transporte como “vía o sección de la calzada destinada al tránsito de bicicletas en forma exclusiva” (República de Colombia, 2002).

No obstante, es evidente que el desarrollo del ciclismo no depende únicamente de la provisión de cicloinfraestructura —aun cuando puede atraer más usuarios y motivar el cambio modal—, también está sujeto al poder y

facilidades de adquisición de bicicletas por los hogares de la ciudad. En este sentido, las condiciones de pendiente propias de los tramos denominados cotidiano para trabajo y servicios, y cultural, familiar y turista plantean el uso de la bicicleta eléctrica, a la que no todo el mundo

puede acceder por temas económicos. En este punto es posible pensar en un escenario de SBP para la ciudad, para lo cual las pruebas piloto (figura 7) han mostrado no solo su factibilidad operativa, sino también la educación y buen comportamiento de los usuarios.

Figura 6. Configuración de la red de ciclorrutas propuesta para Tunja, Colombia



Fuente: elaboración propia (en QGIS 3.2: 27 de agosto de 2020).

Figura 7. Iniciativa “Mejor en Bici”, estación Juan de Castellanos, Tunja, Colombia



Fuente: ©Julián Rodrigo Quintero González (fecha de captura de la imagen: 12 de febrero de 2018).

Costos estimados de la franja de ciclorruta

Con relación a los costos probables el DNP de Colombia (2017) y su Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas, presentan datos sobre los costos estimados para la construcción de un kilómetro de cicloinfraestructura (incluyendo obras preliminares; construcción de la ciclorruta; construcción de rampas, accesos a garajes y cicloparqueaderos; señalización de la ciclorruta; y la interventoría y supervisión del proyecto) y el servicio de mantenimiento de esa misma unidad de medida (realizar mantenimiento preventivo y periódico).

El DNP aclara que dichos costos son estimados a partir de referentes de proyectos ya ejecutados en Colombia, al mismo tiempo que pueden variar dependiendo de las características particulares de cada uno según el contexto

geográfico, haciendo énfasis en ciudades capitales de departamentos, como es el caso de Tunja. Al hacer un ejercicio rápido, tomando como referentes los costos del DNP que datan del año 2016 y realizando el ajuste por estadísticas de inflación e índices de precios al consumidor, los costos por kilómetro de ciclorruta para el año 2022 pueden estimarse de la siguiente manera: 905 911 521 COP para la construcción de cicloinfraestructura (fase de inversión) y 489 011 2 COP para el mantenimiento anual (fase de operación).

Aunque la estimación de costos escapa al objetivo de este trabajo, se puede señalar que los costos de referencia propuestos por el DNP pueden ser ampliamente superados, pues no incluyen el espacio público necesario en torno a la ciclorruta y se limitan a la integración física a través de accesos y rampas. Todas las intervenciones requeridas en torno a los ejes

estructurantes de la red de ciclorrutas propuestas plantean costos mucho mayores, por lo cual, los datos mostrados en el párrafo anterior se constituyen más bien como un ejemplo de lo que podría ser el costo de apenas uno de los componentes del proyecto, como lo es la franja de ciclorruta.

Instrumentos de planificación urbana y fuentes de financiación

De manera general, se tiene el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Tunja, adoptado por el Concejo Municipal de Tunja mediante el Acuerdo 0014 de 2001 y sus modificaciones (Alcaldía Municipal de Tunja, 2014), particularmente en lo relativo a los usos de suelo, desarrollos urbanísticos y movilidad urbana para la ciudad. El POT de Tunja se constituye en la hoja de ruta para el desarrollo de la red de ciclorrutas propuesta desde el establecimiento de lineamientos que determinen la afectación de los recursos naturales urbanos y propendan por su conservación y restauración; asimismo definan las posibilidades sobre el uso de suelo mixto con mapas actualizados, el Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible (DOTS), tratamientos y actuaciones urbanísticas —transformaciones urbanas con base en la conservación, la renovación y el desarrollo—.

Respecto a la operación de las ciclorrutas, con proyección a un sistema de bicicletas compartidas, del análisis realizado por Quintero (2017) se puede percibir un marco regulatorio definido sobre la operación y la promoción de este medio de transporte, así como algunos aspectos sobre financiación, cuyos instrumentos bien articulados y aplicados pueden ser una gran herramienta que soporte jurídicamente a este tipo de proyectos.

Con relación a las fuentes de financiación, el DNP de Colombia (2017) apunta claramente que:

Las entidades territoriales cuentan con diversas fuentes de financiación como el Presupuesto General de la Nación (PGN), el Sistema General de Regalías (SGR), el Sistema General de Participaciones (SGP), líneas de redescuento

con tasa compensada de la Financiera de Desarrollo Territorial (Findeter), Departamento de la Prosperidad Social (DPS) y rentas propias. Todas estas fuentes deben ser consultadas, identificando los recursos que pueden financiar el proyecto y los requisitos a cumplir según la fuente de financiación (p. 16).

Si el proyecto, por razones técnicas soportadas en estudios de factibilidad, trasciende a un sistema de bicicletas compartidas o también llamado Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) en Colombia —lo cual sería muy conveniente para la ciudad—, puede pensarse en fuentes de financiación privada. Para esto, el modelo de asociaciones público-privadas (APP) es una opción interesante, que ha mostrado buenos resultados en otras tipologías de proyectos de infraestructura y se encuentra regulado actualmente por la Ley 1508 del Congreso de la República de Colombia (2012).

Discusión y conclusiones

La ciudad de Tunja exhibe características típicas de una ciudad intermedia, para la cual los aspectos relacionados con el tamaño de su población —aún pequeño—, sus tendencias de movilidad y la vocación de sus diferentes sectores urbanos, la presentan como un escenario factible para la aplicación de técnicas de planificación urbana con un enfoque hacia la sostenibilidad, que incluye el desarrollo de la movilidad no motorizada representada por las bicicletas.

La planeación de la infraestructura de transporte requiere de un gran conjunto de información relacionada con la oferta actual de dicha infraestructura y series históricas de demanda que, a través de la elaboración de proyecciones en el tiempo y la aplicación de criterios técnicos de diseño, permitan un proyecto óptimo. A estos principios no escapan las ciclorrutas como infraestructura especializada y dedicada a las bicicletas.

En este sentido, la propuesta de una red de ciclorrutas para la ciudad de Tunja descrita en

el presente trabajo se limita a una formulación conceptual del trazado, desarrollado únicamente sobre la base de información general de los aspectos morfológicos, de movilidad y vocación de la ciudad y sus diferentes sectores, así como también de aquellos logrados a partir del conocimiento propio del tejido social y urbano, tomando referentes de la literatura.

La propuesta permite obtener una aproximación al desarrollo del uso de la bicicleta en Tunja como una ciudad intermedia, en la cual este tipo de soluciones urbano-ambientales de movilidad sí son aplicables.

Se aclara que los costos mostrados están referidos únicamente a la infraestructura para bicicletas, no consideran intervenciones como las requeridas para la restauración de cauces como en el caso del río Jordán, proyectos de mayor envergadura como la mencionada Mega Vía, las intervenciones para recuperar o generar espacio público asociado a la red de ciclorrutas y los relativos a las redes de servicios públicos.

Es importante anotar que los costos para el caso de la ciudad de Tunja pueden ser superiores considerando sus características de topografía y restricciones de espacio, por lo cual deben entenderse como estimaciones. Se advierte que en ningún caso los costos presentados aquí deben ser tenidos en cuenta como precios de referencia.

Las disposiciones consignadas en el POT correspondientes al uso de suelo, expansión y desarrollo urbano y la conservación de los recursos urbano-ambientales, deben entenderse como instrumentos fundamentales que, articulados en el marco de la planeación urbana sostenible, permitan el avance de la movilidad urbana basada en el desarrollo de la infraestructura para bicicletas en la ciudad de Tunja.

Como proyección de la investigación se debe considerar el avance en la obtención de valores de flujos vehiculares y cantidades de viajes en ejes viales cercanos y zonas aledañas. Esta información permitiría un mayor detalle de los aspectos propios del diseño urbano y de ingeniería —arquitectura, paisajismo y proyección de ejes complementarios—, el contraste con

otros medios de transporte, los posibles viajes trasladados, las capacidades y niveles de servicio y la operación del medio de transporte ciclista con enfoque en un sistema de bicicletas compartidas.

Referencias

- Activa Multimedia Diseño y Comunicaciones. (Productor). (2015, 24 de octubre). *Vía parque longitudinal Tunja piensa en grande* [video]. <https://www.youtube.com/watch?v=KKkCOLXHjmk>
- Alba, L. y Arenas, Y. (2018). *Formulación de vía verde como alternativa de movilidad y recuperación ambiental del Río Jordán Tunja*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Alcaldía Municipal de Tunja. (2014, 23 de septiembre). *Decreto Municipal 0241: por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Acuerdos Municipales 0014 de 2001 y 0016 de 2014*. Tunja: Alcaldía Municipal de Tunja.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2019). Estadísticas. *Encicla*. <https://encicla.metropol.gov.co/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Guía metodológica. Iniciativa ciudades emergentes y sostenibles*. Washington D.C.: BID. <https://bit.ly/3uCVc8D>
- Bellet, C. y Llop, J. M. (2002). *Las ciudades intermedias. Perfiles y pautas*. Lleida: Ajuntament de Lleida. http://www.ceut.udl.cat/wp-content/uploads/6.BOOK2_.pdf
- Bellet, C. y Llop, J. M. (2004). Miradas a otros espacios urbanos: las ciudades intermedias. *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 8 (165). <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-165.htm>
- Concejo Municipal de Tunja (2001, 31 de mayo). *Acuerdo 0014: por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tunja*. <http://inmobiliariafenix.net/wp-content/uploads/2017/06/PLAN-DE-ORDENAMIENTO1.pdf>

- Congreso de la República de Colombia. (2012, 10 de enero). Ley 1508: por la cual se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público-Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*. no°. 48 308.
- De la Paz Díaz Vázquez, M. S. (2017). La bicicleta en la movilidad cotidiana: experiencias de mujeres que habitan la Ciudad de México. *Revista Transporte y Territorio*, (16), 112-126. doi: 10.34096/rtt.i16.3605
- Dekoster, J. y Schollaert, U. (2000). *En bici hacia ciudades sin malos humos*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. https://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_es.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane). (2020, 9 de octubre). *Proyecciones y retroproyecciones de población municipal para el periodo 1985-2017 y 2018-2035 con base en el CNPV 2018. Serie municipal de población por área, para el periodo 2018-2035*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2017). *Construcción de cicloinfraestructura y servicios complementarios*. Bogotá.: DNP. <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/cicloinfraestructura/PTCIcicloinfraestructura.pdf>
- Espíndola, M. (2018). ¿Quiénes quieren pedalear? La experiencia de la biciescuela de Ciclofamilia. *Revista Transporte y Territorio*, (19), 81-97. doi: 10.34096/rtt.i19.5326
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2007). *Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España*. Madrid: IDAE. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Guia_Bicicletas_8367007d.pdf
- Lindenberg Lemos, L., Kohler Harkot, M., Freire Santoro, P. y Bernardo Ramos, I. (2017). Mulheres, por que não pedalam? Por que há menos mulheres do que homens usando bicicleta em São Paulo, Brasil? *Revista Transporte y Territorio*, (16), 68-92. doi: 10.34096/rtt.i16.3603
- Lindsay, G., Macmillan, A. y Woodward, A. (2011). Moving urban trips from cars to bicycles: impact on health and emissions. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 35 (1). 54-60. doi: 10.1111/j.1753-6405.2010.00621.x
- Llop, J. M. y Hoeflich de Duque, S. (2016). Documento marco de CGLU para ciudades intermedias: planificación y gestión del desarrollo urbano sostenible de las ciudades intermedias. Barcelona: CGLU. https://www.uclg.org/sites/default/files/cglu_documento_marco_ci_0.pdf
- Lois, D., López-Sáez, M. y Rondinella, G. (2016). Qualitative analysis on cycle commuting in two cities with different cycling environments and policies. *Universitas Psychologica*, 15 (2), 175-194. doi: 10.11144/Javeriana.upsy15-2.qacc
- Martínez, I. D. y Pinilla, G. A. (2016). Índice de estado limnológico fluvial para los ríos de la cuenca alta del río Chicamocha, Boyacá-Colombia. *Revista Luna Azul*, (46), 82-101. doi: 10.17151/luaz.2018.46.8
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. (Pardo C. y Sanz, A., Eds.). Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia. <https://www.despacio.org/wp-content/uploads/2016/04/Guia-cicloinfraestructura-Colombia-20160413-ISBN%20digital.pdf>
- Pérez López, R. (2017). Vínculos entre la bicicleta utilitaria, recreativa y deportiva: análisis del impacto de los programas "Ecobici" y "Muévete en Bici" en la Ciudad de México (2006-2012). *Revista Transporte y Territorio*, (16), 220-234. doi: 10.34096/rtt.i16.3611

- Quintero González, J. R. (2017). Bicicletas compartidas como sistema de transporte público urbano: análisis de políticas públicas en Colombia (1989-2017). *Revista Ciudades, Estados y Política*, 4 (3), 17-35. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revcep/article/view/66296/65396>
- Quintero González, J. R. y Quintero González, L. E. (2015). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano. *Ingeniería y Región*, 14 (2), 87-97. doi: 10.25054/22161325.696
- Quintero González, L. E. y Quintero González, J. R. (2019). Infraestructuras verdes vivas: características tipológicas, beneficios e implementación. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12 (23), 1-20. doi: 10.11144/Javeriana.cvu12-23.ivvc
- Ramírez Sosa, Y. A. (2019). *Formulación de recuperación de espacio público y ambiental en el Río Jordán en Tunja, mediante infraestructuras verdes*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- República de Colombia. Ministerio de Justicia y Derecho. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Ministerio de Medio Ambiente. Ministerio de Transporte (2002, 6 de agosto). Ley 769 del 06 de agosto de 2020: por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*. no° 44893.
- Rissel, C., Greaves, S., Wen, L.M., Capon, A., Crane, M. y Standen, C. (2013). Evaluating the transport, health and economic impacts of new urban cycling infrastructure in Sydney, Australia – protocol paper. *BMC Public Health*, 13, 963. doi: 10.1186/1471-2458-13-963
- Sánchez Bernal, M. y Triana Gallego, L. (2017). Mujeres, patrimonio y ciudad: en bici por monumentos y espacios simbólicos de y para ellas en Bogotá. *Revista Transporte y Territorio*, (16), 9-40. doi: 10.34096/rtt.i16.3601
- Sanz, A., Kisters, C. y Montes, M. (2018). Sobre espejos y espejismos en el auge de la bicicleta. *Revista Transporte y Territorio*, (19), 57-80. doi: 10.34096/rtt.i19.5325
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) (2012). *Herramienta de transporte terrestre urbano de pasajeros y carga. Simulación del efecto de proyectos de infraestructura y políticas de transporte. Parte C caracterización de la movilidad*. Tunja: UPTC. https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000188/9382_c_movilidad.pdf