

CIUDADES INTELIGENTES Y MOVILIDAD EN BICICLETA COMO FACTOR DE SOSTENIBILIDAD. UN ANÁLISIS EN CIUDADES INTERMEDIAS EN COLOMBIA.

SMART CITIES AND MOBILITY BY BICYCLE AS A SUSTAINABILITY FACTOR. AN ANALYSIS IN INTERMEDIATE CITIES IN COLOMBIA.

Mg. J O Torres Mendivelso*, PhD. H F Castro Silva**, PhD. T Velásquez Pérez**

*,** Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Sogamoso.
Calle 4 Sur No. 15-134, Sogamoso, Boyacá, Colombia.
Teléfono +57 (8) 7723517/18. Ext.: 2607-2609-2614.
E-mail: {javier.torres01, hugoferando.castro}@uptc.edu.co.

** Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de ingeniería, Grupo de Investigación GITYD.
Sede el Algodonal Vía Acolsure, Ocaña-Norte de Santander-Colombia.
Teléfono (+57) (7) 5690088.
E-mail: tvelasquezp@ufpso.edu.co.

Resumen: Características del mundo actual como el deterioro del medio ambiente, el calentamiento global, el aumento poblacional de las ciudades, el aumento de las migraciones y el rezago de la infraestructura pública, obligan a la búsqueda de estrategias complejas y sistemáticas que faciliten el eco-organización y propendan por la sostenibilidad de los socioecosistemas urbanos. La movilidad en bicicleta ha sido promovida como una estrategia de sostenibilidad en los centros urbanos debido a que en comparación con el automóvil favorece el ahorro de energía, disminuye la contaminación y descongestiona las vías. Además, la movilidad ha sido integrada como uno de los factores propios de las ciudades inteligentes debido a que permite usos novedosos para los espacios públicos y paisajes, propicia el contacto entre los ciudadanos y en general intenta devolver una escala humana a las ciudades. Esta investigación con enfoque mixto y de tipo exploratorio, con la participación de más de 500 usuarios cotidianos de bicicleta describe variables clave y propone estrategias de la movilidad ciclista como factor de sostenibilidad para en una ciudad intermedia de Colombia.

Palabras clave: Ciudades inteligentes, sostenibilidad, movilidad, movilidad en bicicleta, bicicleta urbana.

Abstract: Characteristics of the current world such as the deterioration of the environment, global warming, the increase in the population of cities, the increase in migration and the lag in public infrastructure, force the search for complex and systematic strategies that facilitate eco-organization. And promote the sustainability of urban socio-ecosystems. Mobility by bicycle has been promoted as a sustainability strategy in urban centers because, compared to the car, it favors energy savings, reduces pollution and clears roads. In addition, mobility has been integrated as one of the factors inherent to smart cities because it allows novel uses for public spaces and landscapes, encourages contact between citizens and in general tries to restore a human scale to cities. This research with a mixed and exploratory approach, with the participation of more than 600 daily bicycle users, describes important variables and proposes strategies of cycling mobility as a factor of sustainability in an intermediate city in Colombia.

Keywords: Smart cities, sustainability, mobility, mobility by bicycle, urban bicycle.

1. INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo la vida urbana se mantiene en continuo crecimiento generando grandes presiones a las ciudades para brindar espacios y servicios adecuados para que los habitantes desarrollen sus actividades. A medida que crecen las ciudades es común que se incrementen los problemas que afectan su funcionalidad. Por ejemplo, el incremento de las basuras, la congestión de las vías, la contaminación del agua, del aire y del suelo y la escasez de recursos en los servicios de salud (Gil-García et al., 2015). Un enfoque para dar respuesta integral a estos desafíos con el uso de los adelantos en tecnologías de la información y las comunicaciones se encuentra en lo que se conoce como las ciudades inteligentes.

En la comunidad científica no hay un consenso absoluto frente a la definición del término de ciudades inteligentes (Chourabi et al., 2012). Por ejemplo para Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N. M., & Nelson, (2010) una *smart city* tiene que ver con “El uso de tecnologías de computación inteligente para hacer que los componentes y servicios de infraestructura críticos de una ciudad, que incluyen administración, educación, salud, seguridad pública, bienes raíces, transporte y servicios públicos, sean más inteligentes, interconectados y eficientes”. Mientras que para Harrison et al., (2010), es una ciudad “que conecta la infraestructura física, la infraestructura de TI, la infraestructura social y la infraestructura empresarial para aprovechar la inteligencia colectiva de la ciudad”.

Otros autores como Kourtit & Nijkamp, (2012) una *Smart city* es una combinación de capital humano, empresarial y de infraestructura. De manera complementaria (Lombardi et al., 2012) le incluye además de los capitales anteriores, el entorno, la economía y la vida inteligente. Gil-García et al., (2015) realizan una amplia discusión de diferentes definiciones y exponen que una definición holística de una ciudad inteligente debe incluir tecnologías, políticas y administración como factores clave.

En lo que sí se presenta un acuerdo en los investigadores, es en las tecnologías empleadas en las ciudades inteligentes. Teniendo en cuenta que los servicios propios de una ciudad inteligente implican la gestión de una gran cantidad de datos, generalmente en tiempo real, estas tecnologías generalmente se relacionan con tres categorías: El internet de las cosas (IoT), la computación en la nube y la *big data* (Edwards, 2016).

Los servicios prestados en una *Smart city*, son llamados por algunos investigadores como dimensiones. En la Tabla 1, se presentan algunas clasificaciones de los servicios de una *Smart city* de acuerdo con varios autores, en donde se puede apreciar la importancia de la movilidad y la comunicación como dimensión o factor clave para una ciudad inteligente. Para (Vandercruysse et al., 2020), es importante considerar dos dimensiones importantes a la hora de diseñar una ciudad inteligente: la complejidad del entorno urbano en el que se proporciona un servicio de *Smart City* y la complejidad del propio servicio de *Smart City*. La complejidad del entorno urbano se interpreta a través de tres subdimensiones diferentes tales como: 1) tamaño de la ciudad, 2) la diversidad de los actores urbanos, y 3) la cantidad de servicios de *Smart City* en la región urbana (Vandercruysse et al., 2020).

Este estudio se enmarca en las dimensiones relacionadas con la movilidad inteligente y busca sentar las bases para incluir el transporte en bicicleta como un factor determinante para propender por la sostenibilidad y el entorno inteligente de la ciudad. Así mismo, toma en cuenta el tamaño y la complejidad del entorno urbano y la diversidad de los actores urbanos como fundamentos para el diseño de una ciudad inteligente de acuerdo con lo expuesto por Vandercruysse et al., (2020).

Tabla 1. Dimensiones de una Smart city

Clasificación de (Giffinger et al., n.d.)(Giffinger et al., 2007)	Clasificación de (Fernandez-Anez et al., 2018)	Clasificación de (Chourabi et al., 2012)	Clasificación de (Gil-García et al., 2015)
Gobernanza	Gobernanza	Gestión y organización Tecnología	Gestión y organización
Personas	Personas	Gobernanza Políticas	Gobernanza Políticas
Economía	Economía	Personas y comunicaciones	Personas y creatividad
Movilidad	Movilidad	Economía	Economía
Medio ambiente	Medio ambiente	Movilidad e Infraestructura	Movilidad e Infraestructura
Vida		Ambiente natural	Ambiente natural
			Servicios públicos
			Tecnologías
			Datos e información

La movilidad inteligente se ocupa tanto de las tecnologías en red y geoespaciales del transporte como del uso, la experiencia y las políticas que surgen al implementarlas, con el fin de hacer más eficientes los desplazamientos en las ciudades (Pangbourne & Alvanides, 2014; Behrendt, 2016). La búsqueda de incorporar el ciclismo urbano dentro de los modos del transporte inteligente ha surgido el término y por supuesto tecnologías relacionadas con la velomovilidad inteligente. La velomovilidad inteligente busca fusionar las prácticas y experiencias de ciclismo en red con los aspectos físicos y digitales, incluidos los aspectos de la movilidad física, la infraestructura, las relaciones de poder, las representaciones y las experiencias y prácticas cotidianas (Koglin & Rye, 2014). En Behrendt, (2016) se argumenta que avanzar en la investigación, políticas y la industria en la movilidad inteligente podría llevar los múltiples beneficios del ciclismo, como una mejor salud pública y bienestar, reducción de emisiones, asequibilidad, aumento de la actividad física, menor congestión y emisiones, a los aportes de la era digital.

Al estudiar varios modos de transporte inteligente, se encuentra que la movilidad por bicicleta, es un sostenible y más activo que los demás, por tal razón es importante su inclusión dentro de los modelos de las ciudades inteligentes (Behrendt, 2016). Es así como, la comisión europea reconoce que en el proceso de transformación de las ciudades en centros urbanos sostenibles, la bicicleta toma mayor importancia como medio de transporte respetuoso con el medio ambiente (Comisión Europea, 2019). En Europa cada año se incrementan los usuarios de la bicicleta y el uso del automóvil va decreciendo principalmente por sus efectos nocivos al medio ambiente y a la salud y por los costos económicos y humanos de los accidentes en carretera (Comisión Europea, 2002). De otra parte, según la tabla 1, una dimensión de los servicios de las ciudades inteligentes tiene que ver con el medio ambiente y su sostenibilidad. El impacto positivo del uso de la bicicleta en el medio ambiente y en la salud de quienes la utilizan como medio de transporte, se encuentra ampliamente documentado (Benedini et al., 2019; Behrendt, 2016; Morales Carballo, 2011). El uso frecuente de la bicicleta como medio de transporte se relaciona directamente con el objetivo 3 del desarrollo sostenible, específicamente con la meta 3d y aún más con el objetivo 11 de lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles (Naciones Unidas, 2020).

Las ciudades europeas fueron las pioneras en considerar el ciclismo urbano como alternativa de

transporte y en realizar importantes inversiones en infraestructura con el fin de promover en los habitantes los beneficios del uso de la bicicleta en términos de mejoramiento del tráfico, bienestar, calidad de vida y protección del medio ambiente (Fishman, 2016; Fishman et al., 2013). El creciente interés por el ciclismo urbano como medio estructural del transporte en ciudades de países desarrollados se evidencia en el aumento de publicaciones científicas sobre el tema, catalogando como el transporte sostenible del futuro (Pucher & Buehler, 2017). En la Fig. 1, se muestra la serie de tiempo en donde se puede evidenciar la tendencia al aumento del interés de la comunidad científica por el estudio del ciclismo urbano.

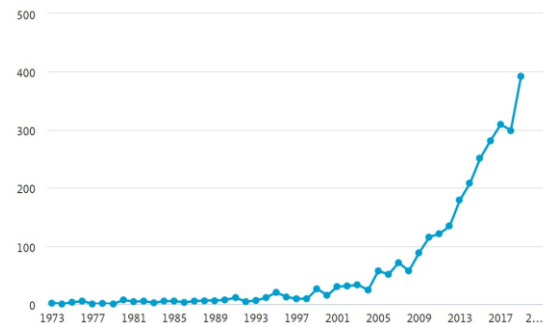


Fig. 1. Documentos publicados por año sobre ciclismo urbano según Scopus.

Son de resaltar los casos exitosos de implementación de políticas y estrategias de ciclismo urbano como medio de transporte, como Copenhague, Ámsterdam y Sevilla (Morales Carballo, 2011; Comisión Europea, 2019) y en Sao Pablo como ejemplo en economías emergentes (Benedini et al., 2019). También se pueden mencionar los casos de Ciudad de México y su red de bicicletas compartidas y de Bogotá con sus inversiones en ciclorrutas. Sin embargo, como se puede apreciar en la Fig. 2, los países que más documentos publican sobre el tema de ciclismo urbano se ubican en Norte América, China, Europa y Australia.

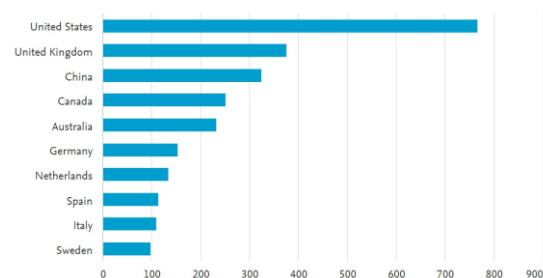


Fig. 2. Documentos publicados sobre ciclismo urbano por países.

Existen prometedores desarrollos, innovaciones y cambios en la cultura de los ciudadanos para la consolidación del ciclismo urbano como medio de transporte sostenible en las ciudades. Por ejemplo Pucher & Buehler, (2017) identifican dentro de estos factores, al incremento de sistemas de redes de ciclorrutas y de bicicletas compartidas, el aumento del uso de las bicicletas eléctricas y el desarrollo de sistemas de información en el ciclismo que permiten calcular la mejor ruta, la disponibilidad de parqueo para las bicicletas y las estaciones próximas del sistema de bicicletas compartidas. En tanto que para Goodwin & van Dender, (2013) el ciclismo urbano crecerá debido al cambio de las actitudes y preferencias culturales de los ciudadanos dirigidos a una menor dependencia del uso de vehículos que usan combustibles fósiles.

Los estudios de Benedini et al., (2019) en Brasil concluyen que las ciudades que favorecen la infraestructura para el desarrollo del ciclismo urbano estimula que segmentos de la población como las personas de ingresos bajos y las mujeres. Estos investigadores encontraron que la implementación de carriles exclusivos para las bicicletas, en Sao Pablo mejoró la calidad de vida, el nivel de actividad física y la accesibilidad general de segmentos de la población menos favorecidos (Benedini et al., 2019). Finalmente el mismo equipo de Benedini et al., (2019) expone que la red de bicirrutras favorece a la población de bajos ingresos ubicadas en las zonas periféricas de la ciudad. Esto sugiere que el ciclismo urbano puede ser una alternativa competitiva para el automóvil, en ciudades colombianas caracterizadas por grandes núcleos poblacionales de bajos ingresos.

Este estudio de tipo exploratorio se desarrolla en la ciudad de Sogamoso – Colombia y tiene como objetivos caracterizar a los ciclistas urbanos y a los viajes en bicicleta en la ciudad, con el fin de sentar bases para la formulación de políticas y para el diseño de la infraestructura necesaria para encaminar a la ciudad por la senda del transporte inteligente según lo planteado en Kilian-Yasin et al., (2016) y de Benedini et al., (2019). Sogamoso es un municipio con una población en 2018 de 120.462 habitantes (DANE, 2018), en donde operan grandes empresas industriales, hornos artesanales para la producción de ladrillos y de cal y circulación de vehículos de carga, de transporte público y personales que han generado contaminación del aire por materia particulado generando problemas respiratorios en la población (Quijano B. et al., 2014).

El aumento en la circulación de vehículos, la congestión del tráfico, los accidentes viales, el ruido, la contaminación del aire son externalidades negativas que cuestionan la sostenibilidad del automóvil como centro del transporte urbano. Estos aspectos aunados al arraigo cultural del uso de la bicicleta en la región de Boyacá – Colombia, generan un marco propicio para el estudio del ciclismo urbano como medio de cambio de la ciudad de Sogamoso. En las siguientes secciones se presentan la metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones del estudio del ciclismo urbano en esta ciudad.

2. METODOLOGÍA

El diseño metodológico se rige de acuerdo a lo establecido en Benedini et al., (2019), teniendo en cuenta que este estudio estableció tres aspectos importantes a considerar en la planificación del ciclismo urbano: 1) las características de los usuarios de bicicletas, incluidos cambios en el perfil de los usuarios asociados con la expansión de la infraestructura de bicicletas, y diferencias de comportamiento entre los ciclistas experimentados y los novatos; 2) los factores asociados con la frecuencia de los viajes en bicicleta por temas laborales y no laborales y; 3) el papel de los sistemas de uso compartido de bicicletas en la promoción del uso de la bicicleta y como potenciador de la multimodalidad. En esta investigación se abordan los aspectos 1 y 2.

Este estudio se ubica dentro de una investigación con enfoque cuantitativo, considerando que persigue caracterizar mediante un análisis estadístico descriptivo, a los ciclistas urbanos de la ciudad de Sogamoso e identificar los factores asociados con los viajes en bicicleta dentro de esta ciudad. La población considerada para el estudio corresponde a los diferentes actores de la movilidad vial de la ciudad, por tanto su tamaño se define como infinito. El diseño muestral para esta investigación tiene que ver con un muestreo tipo probabilístico con selección aleatoria. El tamaño de la muestra corresponde resultado de aplicar lo establecido en (Spiegel & Stephens, 2009), que para un error del 5% y el 99% de confianza, arroja un tamaño de 542 elementos muestrales. El marco muestral se obtuvo a partir de listados de ciclistas urbanos registrados en grupos de redes sociales y en organizaciones ciclistas locales.

El instrumento de recolección sobre el comportamiento y las motivaciones de los ciclistas, se diseñó considerando los trabajos de Kilian-Yasin et al., (2016) y de Benedini et al., (2019). En general las preguntas relacionan a un “viaje de

referencia” del encuestado, el cual se definió como el último viaje en bicicleta en un día hábil en las dos semanas anteriores a la fecha de finalización de la encuesta (los fines de semana se excluyeron de la encuesta debido a alta concurrencia de ciclismo recreativo en este lapso). El cuestionario se estructuró en seis bloques, como sigue:

- 1) Atributos del viaje (Fu & Farber, 2017): propósito, distancia, frecuencia, integración con otro modo y modo alternativo.
- 2) Patrón de uso general de bicicletas (Benedini et al., 2019): utilizar para fines distintos al observado en el viaje de referencia, frecuencia de uso al trabajo / escuela y a otras actividades y adaptación de comportamiento cuando llueve.
- 3) Infraestructura referencia (Aldred et al., 2017): existencia de carriles para bicicletas cerca del hogar y el trabajo e impacto de la infraestructura dedicada en el uso individual de bicicletas.
- 4) Características sociodemográficas y económicas (Benedini et al., 2019): género, edad, educación, ingresos, ocupación, posesión de bicicletas y disponibilidad de automóviles, ubicación del hogar y experiencia en bicicleta.
- 5) Motivación para utilizar la bicicleta (Kilian-Yasin et al., 2016): beneficios económicos, beneficios para la salud, tiempo de viaje y existencia de ciclorrutas.
- 6) Tecnología (Behrendt, 2016): disponibilidad de datos, acceso a internet y uso de aplicaciones de ciclismo.

La aplicación del instrumento se realizó empleando herramientas informáticas. El uso de internet para la aplicación de encuestas es aceptado en la comunidad científica y se encuentra documentado en Castro Silva, (2017). Se realizó una prueba piloto lo cual permitió identificar y corregir algunos problemas en la elaboración de las preguntas del cuestionario. El alfa de Cronbach, de 0,89 garantiza la fiabilidad de la escala de medición utilizada.

3. RESULTADOS

Se enviaron 745 cuestionarios electrónicos y se obtuvo un total de 548 respuestas validas para considerarse en el estudio, lo cual representa una tasa de respuesta del 73,55% considerada como aceptable para este tipo de estudios.

La muestra de ciclistas urbanos de la ciudad de Sogamoso tiene una alta representatividad de hombres con el 61,2%, en comparación con el restante 38,8% de mujeres. La mayoría (38,8%) de los ciclistas son mayores de 40 años, seguidos por el rango de entre 20 y 30 años con el 32,6% y los de con edades entre 30 y 40 años que representan

el 25,6% del total de encuestados, el restante 3% corresponden a menores de 20 años. Es importante resaltar que el 35,7% de los ciclistas urbanos tienen educación universitaria, el 41,1% han tenido estudios de educación media y el restante 23,2% cuenta con estudios a nivel de primaria. En cuanto al estado civil, el 42,8% de los usuarios de la bicicleta son solteros y el restante están entre casados (36,3%), unión libre (14,2%) y divorciados (6,7%).

Es evidente la amplia mayoría de los hombres utilizando bicicleta para sus viajes urbanos, al indagar a las mujeres su percepción a respecto de las causas se encontró que un amplio porcentaje (56%) consideran que la inseguridad es un factor clave para no desplazarse en bicicleta y el 34% de las mujeres encuestadas manifestaron que la falta de carriles exclusivos para las bicicletas y la falta de una cultura de respeto hacia los ciclistas urbanos es una causa importante para seleccionar medios de transporte como el vehículo particular y el transporte público.

El 42% de los encuestados considera que tiene ingresos bajos (menos de dos salarios mínimos mensuales vigentes SMMV), el 48% considera que tiene ingresos medios (entre 2 y 4 SMMV) y el restante 10% manifiesta tener ingresos altos (más de 4 SMMV). El 91% de los ciclistas urbanos participantes en este estudio cuenta con bicicleta propia. En cuanto a ser propietario o tener disponible un vehículo, el 38% de los encuestados cuenta con un vehículo de su propiedad y el 12% puede contar con el en algunas oportunidades, el restante 50% no tiene un vehículo de su propiedad. Como se ilustra en la Fig. 3, los principales motivos de los viajes en bicicleta se refieren al desplazamiento al sitio de trabajo y realizar compras y asuntos del hogar tales como el pago de servicios públicos y citas médicas.

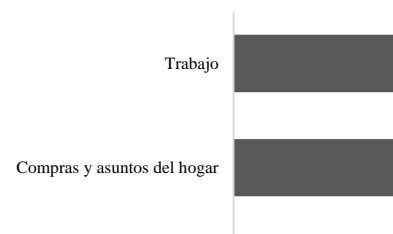


Fig. 3. Motivo del viaje en bicicleta.

Al indagar sobre la motivación determinante a la hora de seleccionar la bicicleta como medio de transporte más frecuente, se encontró que el tema económico es el predominante, a juzgar porque el 45% de los encuestado seleccionaron esta

motivación, le siguieron en orden de importancia por temas de salud y actividad física con el 20%, menos tiempo de trayecto y evitar la congestión de las vías con 18%, aportar con la conservación del medio ambiente 12% y otras motivaciones el 5%.

Con relación al tiempo que llevan utilizando la bicicleta como medio de transporte, el 62% corresponde a usuarios de más de 5 años. Dentro del grupo que pertenece al 38% de los ciclistas urbanos con menos de 5 años de antigüedad, se encuentra una importante proporción (28%) que optó por este medio para evitar contagios del Covid 19.

Referente a la frecuencia del viaje en bicicleta, efectuaron conteos de desplazamientos en bicicleta en las vías de Sogamoso en días laborables, que permitieron identificar las calles que representan el mayor flujo de tránsito de ciclistas urbanos en la ciudad. La Fig. 4, muestra las rutas identificadas en el conteo y que sientan las bases de las intersecciones más representativas para el ciclismo urbano y que se pueden considerar en el diseño de un sistema de bicicletas compartidas, favoreciendo el transporte multimodal en la ciudad.



Fig. 4. Vías con mayor flujo de tránsito de ciclistas urbanos en días hábiles.

Sobre la base de los datos del conteo, los desplazamientos diarios en bici en un día laborable sin lluvia se han estimado en algo más de 1.945. La distancia media recorrida por desplazamiento se ha estimado en 2,5 km. La Fig. 5 se muestra el comportamiento de los viajes a lo largo del día, en donde se aprecia claramente dos picos que corresponden a los horarios de 6 a 9 en la mañana y de 4 a 7 en la tarde.

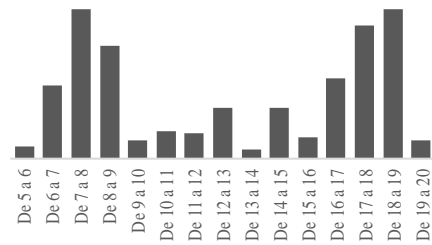
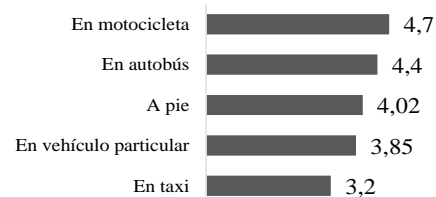


Fig. 5. Comportamiento del número de viajes urbanos en bicicleta durante el día.

En cuanto a las características de los viajes en bicicleta, la mayoría de los viajes diarios de desplazamiento al trabajo o al estudio tienen una longitud de entre 2 y 7 kilómetros (Km), con una participación importante (66%) de viajes mayores a 4 Km. Mientras que los viajes para realizar compras o por asuntos del hogar tienen una longitud de entre 2 y 5 Km. Finalmente, los viajes de ocio y actividad física están entre 2 y 20 Km, aunque, generalmente (80%) están por encima de los 10 Km. Al preguntar a los ciclistas urbanos, cuál es su opción de transporte de preferencia cuando no utilizan la bicicleta, se encontró que en orden están la motocicleta, el autobús y caminar, en menor opción están el vehículo particular y el taxi (Ver Fig. 6).



Los datos se refieren a la media aritmética.

Fig. 6. Medio de transporte alternativo.

El estudio permitió identificar percepciones generales de inconvenientes para el desarrollo adecuado del ciclismo urbano en la ciudad como: la falta de ciclorrutas, existencia de barreras en la ciudad que impiden el tránsito fluido de los ciclistas, poca señalización de las vías, falta de respeto por parte de los diferentes actores viales al espacio de los ciclistas urbanos, la inseguridad sobre todo en horas de la noche y carencia de un programa gubernamental para incentivar el uso de

la bicicleta y para apoyar el ciclismo urbano en general.

Finalmente, se exploró la disponibilidad de conexión a internet y de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) por parte de los ciclistas urbanos. Se encontró una baja accesibilidad a datos de internet, a juzgar porque solamente el 19% de los ciclistas cuentan con este servicio en los planes de telefonía celular y en la ciudad no existe Wi-Fi público. Es necesaria la inversión en esta tecnología y en el estímulo de aplicaciones de ciclismo que permitan obtener, organizar y analizar los datos del ciclismo urbano en la ciudad, de acuerdo a los expuesto en Behrendt, (2016) y así generar competencias y recursos para la planificación del transporte inteligente en la ciudad.

4. CONCLUSIONES

Esta investigación ha permitido identificar características sociodemográficas de los ciclistas urbanos de la ciudad de Sogamoso. Cerca de las dos terceras partes (61,2 %) de estos actores viables son hombres, el 64,4% son mayores de 30 años, un amplio porcentaje de ciclistas urbanos cuenta con alto nivel de educación (35,7% han asistido a la universidad), el 90% manifiesta contar con ingresos mensuales entre medios y bajos y el 38% cuenta con vehículo propio para realizar sus desplazamientos.

La mayoría de los viajes en vehículo son de trayectos cortos (menores de 10Km) y el 44% lo realiza solamente el conductor, lo cual representa una oportunidad para incentivar el uso del ciclismo urbano en la ciudad. Sin embargo, también se encontraron falencias importantes para desarrollar este transporte inteligente tales como 1) la falta de una infraestructura adecuada en materia de carriles de uso exclusivo para las bicicletas y 2) la necesidad de mejorar una cultura vial que favorezca la integridad y seguridad de los ciclistas urbanos por parte todos los actores viales de la ciudad.

El ciclismo urbano es una actividad arraigada en la movilidad de la ciudad, teniendo en cuenta que la mayoría (62%) de los participantes en el estudio practican el ciclismo urbano diariamente desde hace más de 5 años. El Covid 19, ha favorecido el uso de la bicicleta como medio de transporte habitual en la ciudad. Las motivaciones más importantes para el uso de la bicicleta son la economía y la duración del viaje. El 65% de los ciclistas consideran los beneficios económicos del uso de la bicicleta como muy importante, mientras que el 52% manifestó que el tiempo de viaje es

muy importante para la selección de la bicicleta como su medio de transporte habitual. Aunque al igual que en los estudios de Heinen & Handy, (2012) el nivel de ingreso ni la edad resultan factores determinantes o significativos en lo que respecta al desplazamiento en bicicleta.

De acuerdo con los resultados de esta investigación, surgen recomendaciones encaminadas a favorecer la inclusión del ciclismo urbano como una modalidad del transporte inteligente en un nuevo modelo de ciudad, tales como: 1) Desarrollo de una infraestructura vial con carriles exclusivos para las bicicletas, eliminando las barreras actuales; 2) desarrollo de programas de cultura y seguridad vial, propendiendo por la inclusión de la mujer como usuaria de la bicicleta en la ciudad; 3) desarrollo de programas que incentiven el uso de la bicicleta como transporte sostenible; 4) la implementación de redes Wi-Fi de acceso público pensando en el estímulo al crecimiento de servicios inteligentes en las comunidades y 5) promover el sistema de bicicletas públicas de uso compartido en la ciudad, considerando las vías e intersecciones identificadas en este estudio.

REFERENCIAS

- Aldred, R., Elliott, B., Woodcock, J., & Goodman, A. (2017). Cycling provision separated from motor traffic: a systematic review exploring whether stated preferences vary by gender and age. *Transport Reviews*, 37(1), 29–55. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1200156>
- Behrendt, F. (2016). Why cycling matters for Smart Cities. Internet of Bicycles for Intelligent Transport. *Journal of Transport Geography*, 56, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.08.018>
- Benedini, D. J., Lavieri, P. S., & Strambi, O. (2019). Understanding the use of private and shared bicycles in large emerging cities: The case of Sao Paulo, Brazil. *Case Studies on Transport Policy*, 8(September 2019), 564–575. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.11.009>
- Castro Silva, H. F. (2017). Metodología de gestión de proyectos con enfoque de agentes intervinientes. integración del ciclo en cooperación internacional. In *UNIVERSIDAD EAN FACULTAD* (Vol. 01).
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., & Scholl, H. J. (2012). Understanding smart

- cities: An integrative framework. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2289–2297. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>
- Comisión Europea. (2002). *En bici: hacia ciudades sin malos humos*. https://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_es.pdf
- Comisión Europea. (2019). *La bicicleta: un aliado para el medio ambiente y para ti | España*. La Bicicleta: Un Aliado Para El Medio Ambiente y Para Ti. https://ec.europa.eu/spain/news/20190603_The-bike-an-ally-for-the-environment-and-for-you_es
- DANE. (2018). *Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 Sogamoso, Tunja, Boyacá*. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190727-CNPV-presentacion-Boyaca-Sogamo.pdf>
- Edwards, L. (2016). Privacy, Security and Data Protection in Smart Cities: A Critical EU Law Perspective. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2711290>
- Fernandez-Anez, V., Fernández-Güell, J. M., & Giffinger, R. (2018). Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna. *Cities*, 78, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.12.004>
- Fishman, E. (2016). Cycling as transport. In *Transport Reviews* (Vol. 36, Issue 1, pp. 1–8). Routledge. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1114271>
- Fishman, E., Washington, S., & Haworth, N. (2013). Bike Share: A Synthesis of the Literature. In *Transport Reviews* (Vol. 33, Issue 2, pp. 148–165). Routledge. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.775612>
- Fu, L., & Farber, S. (2017). Bicycling frequency: A study of preferences and travel behavior in Salt Lake City, Utah. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 30–50. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.004>
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Meijers, E., Rudolf Giffinger, M., Christian Fertner, D.-I., & Hans Kramar are, D.-I. (n.d.). *City-ranking of European Medium-Sized Cities*.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Meijers, E., Rudolf Giffinger, M., Christian Fertner, D.-I., & Hans Kramar are, D.-I. (2007). *City-ranking of European Medium-Sized Cities*.
- Gil-Garcia, J. R., Pardo, T. A., & Nam, T. (2015). What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. *Information Polity*, 20(1), 61–87. <https://doi.org/10.3233/IP-150354>
- Goodwin, P., & van Dender, K. (2013). “Peak Car” - Themes and Issues. *Transport Reviews*, 33(3), 243–254. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.804133>
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalaganam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for Smarter Cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4). <https://doi.org/10.1147/JRD.2010.2048257>
- Heinen, E., & Handy, S. (2012). Similarities in Attitudes and Norms and the Effect on Bicycle Commuting: Evidence from the Bicycle Cities Davis and DelftNo Title. *International Journal of Sustainable Transportation*, 6(5), 257–281. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/1556318.2011.593695>
- Kilian-Yasin, K., Wöhr, M., Tangour, C., & Fournier, G. (2016). Social Acceptance of Alternative Mobility Systems in Tunis. *Transportation Research Procedia*, 19(June), 135–146. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.074>
- Koglin, T., & Rye, T. (2014). The marginalisation of bicycling in Modernist urban transport planning. *Journal of Transport and Health*, 1(4), 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.09.006>
- Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2012). Smart cities in the innovation age. In *Innovation* (Vol. 25, Issue 2, pp. 93–95). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660331>
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. In *Innovation* (Vol. 25, Issue 2, pp. 137–149). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325>
- Morales Carballo, L. (2011). La movilidad ciclista como factor de sostenibilidad: breve análisis de su emergencia en la ciudad de Sevilla. *Habitat y Sociedad*, 2, 109–130.
- Naciones Unidas. (2020). *Objetivos del desarrollo sostenibles*.

- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Pangbourne, K., & Alvanides, S. (2014). Towards intelligent transport geography. In *Journal of Transport Geography* (Vol. 34, pp. 231–232).
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.10.005>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport Reviews*, 37(6), 689–694.
<https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1340234>
- Quijano B., L., Díez Silva, H. M., Montes Guerra, M. I., & Castro Silva, H. F. (2014). Implementación de procesos sostenibles vinculando industrias regionales: reciclaje de residuos siderúrgicos como proyecto de cambio de la manpostería en Boyacá-Colombia. *Revista EAN*, 77, 82.
<https://doi.org/10.21158/01208160.n77.2014.817>
- Spiegel, M. ., & Stephens, L. . (2009). Estadística. Serie Schaum. In M. Hill (Ed.), *Estadística* (3rd ed.).
- Vandercruysse, L., Buts, C., & Dooms, M. (2020). A typology of Smart City services: The case of Data Protection Impact Assessment. *Cities*, 104(May).
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102731>
- Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N. M., & Nelson, L. E. (2010). *Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives*. Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO. .
<https://www.forrester.com/report/Helping+CIOs+Understand+Smart+City+Initiatives/-/E-RES55590#>