

A pie o en bici

PERSPECTIVAS



editores

BORJA RUIZ-APILÁNEZ

ELOY SOLÍS Y

EXPERIENCIAS



EN TORNO
A LA

movili dad activa

prólogo de JOSÉ FARIÑA
epílogo de JOSÉ M^a UREÑA



Ediciones de la Universidad
de Castilla-La Mancha

**A pie o en bici.
Perspectivas y experiencias
en torno a la movilidad activa**

Borja Ruiz-Apilánez y Eloy Solís (Eds.)

Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha

ISSN: 2697-0759

ISBN: 978-84-9044-439-9 (electrónico)

ISBN: 978-84-9044-470-2 (impreso)

http://doi.org/10.18239/atenea_2021.25.00

Depósito legal: CU 89-2021

Dibujos de portada: Agustín Ferrer

Maquetación: Andrea Almaraz

Idea y diseño: Borja Ruiz-Apilánez



Esta obra se encuentra bajo una licencia internacional Creative Commons CC BY 4.0. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra no incluida en la licencia Creative Commons CC BY 4.0 solo puede ser realizada con la autorización expresa de los titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Acceso al texto completo de la licencia en:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

La responsabilidad del contenido de los textos y del uso de las imágenes es de los autores de los correspondientes capítulos

Esta obra está financiada por el Proyecto de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación de España PID2020-119360RB-I00

CITACIÓN: Ruiz-Apilánez, B. y Solís, E. (Eds.) (2021). *A pie o en bici. Perspectivas y experiencias en torno a la movilidad activa*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. http://doi.org/10.18239/atenea_2021.25.00



Presentación	Hacia un nuevo modelo de movilidad urbana.....	11
	José Fariña	
Introducción	Movilidad activa: una visión integral e integradora.....	15
	Borja Ruiz-Apilánez y Eloy Solís	
P01	Salud y movilidad activa.....	25
	Carolyn Daher y Oriol Marquet	
P02	Medio ambiente y movilidad activa.....	35
	Josu Mezo	
P03	Diseño viario y movilidad activa.....	41
	Borja Ruiz-Apilánez	
P04	Forma urbana y movilidad activa.....	51
	Eloy Solís	
P05	Planeamiento y movilidad activa.....	61
	Lorena Perona	
P06	Gobernanza y movilidad activa.....	71
	Silvia Casorrán	
P07	Participación ciudadana y movilidad activa.....	79
	Iñaki Romero	
P08	Urbanismo táctico y movilidad activa.....	87
	Vicente Romero de Ávila	
P09	Comunicación y movilidad activa.....	99
	Juan Luis Manfredi, José María Herranz y Pablo Gómez	
P10	Nuevas fuentes de datos y movilidad activa.....	109
	Gustavo Romanillos	
P11	Áreas urbanas históricas y movilidad activa.....	119
	Ignacio González-Varas	

E01	Ámsterdam: el camino hacia la capitalidad ciclista mundial	129
	Inmaculada Mohíno	
E02	Barcelona: un cambio de paradigma hacia una movilidad activa	137
	Francesc Magrinyà	
E03	Copenhague: contextualizando la mejor ciudad ciclista del mundo	151
	Jonna M. Krarup	
E04	Estocolmo: la Ciudad de Un Minuto	159
	María Pía Fontana	
E05	París: la Ciudad de los 15 Minutos	167
	Miguel Mayorga	
E06	Pontevedra: reforma urbana, movilidad activa y salud	175
	Daniel Macenlle	
E07	Donostia / San Sebastián: la movilidad activa como vector de transformación urbana	185
	Iñaki Baro	
E08	Sant Cugat del Vallés: la movilidad sostenible en ciudades medias	193
	Serafi Martí	
E09	Sevilla: hacia una nueva movilidad	201
	José Carlos Vázquez-Hisado	
E10	Vic: una movilidad activa para una ciudad saludable	209
	Fabiana Palmero, Joana Rodríguez y Marta Rofín	
E11	Vitoria-Gasteiz: una movilidad activa para una ciudad saludable	217
	Itziar Aguado-Moralejo	
Epilogo	El diseño de calles como argumento docente: una experiencia innovadora	227
	José María de Ureña	
	Los autores	237



Nuevas fuentes de datos y movilidad activa

Gustavo Romanillos GUSTAVRO@UCM.ES ORCID 0000-0001-5098-8596
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

La movilidad urbana está experimentando actualmente una revolución sin precedentes en las últimas décadas. La reciente irrupción de nuevos vehículos y la rápida expansión de los emergentes servicios de movilidad compartida (comúnmente denominados *Mobility as a Service* o MaaS), facilitados por el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, han impactado con fuerza en muchas ciudades durante los últimos años. Por otro lado, el presente de la movilidad urbana se ha agitado por el enorme impacto de la pandemia de la covid-19, y el futuro próximo promete transformaciones radicales con la llegada del coche autónomo y la expansión de la movilidad eléctrica.

En este panorama incierto y en rápida transformación, la movilidad activa, lejos de pasar a un plano secundario, se reivindica de nuevo con fuerza como la gran solución a muchos de los problemas urbanos recientes, presentes y futuros (Koszowski *et al.*, 2019). El contexto actual parece serle favo-

rable y desfavorable a la vez. Por un lado, recibe el impulso colateral a la reivindicación de la ciudad de proximidad, bajo el nuevo eslogan de la ciudad de los 15 minutos, ampliamente defendido desde que la covid-19 puso en crisis el modelo urbano de muchas ciudades. Sin embargo, por otro lado, se teme que la rápida proliferación de los denominados vehículos de movilidad personal (VMP) y la expansión de los MaaS puedan afectar negativamente a la movilidad activa. Estudios recientes han puesto en evidencia que muchos de los usuarios de estos vehículos sustituyen con ellos sus viajes en transporte público, a pie o en bicicleta, antes que sus viajes en vehículo privado (Arias-Molinares y García-Palomares, 2020).

La revolución actual de la movilidad tiene en buena medida su base en la revolución digital, y los nuevos servicios de movilidad son ofrecidos normalmente a través de aplicaciones digitales que generan grandes registros de datos relativos a los usuarios y sus viajes. El análisis de estos conjun-

tos de datos, así como los provenientes de distintas redes de sensores o iniciativas digitales participativas, ofrecen la posibilidad de estudiar tanto la movilidad activa como el impacto que sobre esta están teniendo las nuevas formas de movilidad previamente mencionadas, de una manera sin precedentes.

Producimos por tanto una gran huella digital que permite explorar múltiples aspectos relativos a cómo nos movemos en las ciudades (Gutiérrez, 2018). Ahora bien, poniendo el foco en la movilidad activa, la abundancia de datos generados relativos a la movilidad ciclista y a la peatonal es muy desigual. Los ciclistas urbanos generan más datos que los peatones, esencialmente debido aquellos utilizan más comúnmente aplicaciones o dispositivos GPS, al igual que como consecuencia del uso de sistemas de bicicleta compartida, sistemas que suelen registrar los orígenes y destinos de los trayectos, así como, en ocasiones, el itinerario completo en forma de *track* GPS. Esto, como



veremos más adelante, permite realizar detallados estudios de las pautas espaciotemporales de movilidad ciclista. Sin embargo, los peatones generan menos datos al no hacer uso de estas aplicaciones o servicios. Las nuevas fuentes de datos en este caso se corresponden por lo general con conteos realizados en determinadas localizaciones, gracias al análisis de distintos sensores de presencia de distinta naturaleza o en base al reconocimiento de peatones a partir del procesado de imágenes (Carter *et al.*, 2020). Estos datos, de

enorme valor para cuantificar flujos peatonales, no permite sin embargo el análisis de las rutas individuales de los peatones, como ocurre más frecuentemente en el estudio de la movilidad de los ciclistas urbanos.

El objetivo de este capítulo es realizar un recorrido por distintas fuentes de datos que brindan nuevas oportunidades de exploración de la movilidad activa, centrado en la movilidad ciclista y alimentado de distintos ejemplos de investigación reciente-

mente realizada desde el Grupo de Investigación del Transporte, las Infraestructuras y el Territorio de la Universidad Complutense de Madrid.

Explorando la movilidad ciclista en base a las nuevas fuentes de datos

Durante los últimos años, la movilidad ciclista se ha constituido como una línea de investigación de enorme interés, dando lugar a numerosos estudios que han abordado su análisis desde múltiples perspectivas (Romanillos, 2018). Dos pueden ser

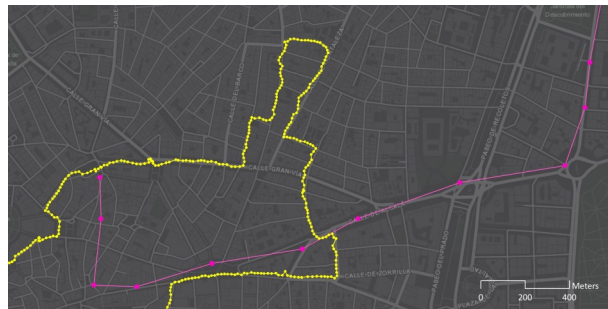


FIGURA 1
Ejemplos de *tracks* con diferentes resoluciones temporales. *Tracks* con resolución temporal de 2 segundos (amarillo) y 75 segundos (magenta).
Fuente: Elaboración propia

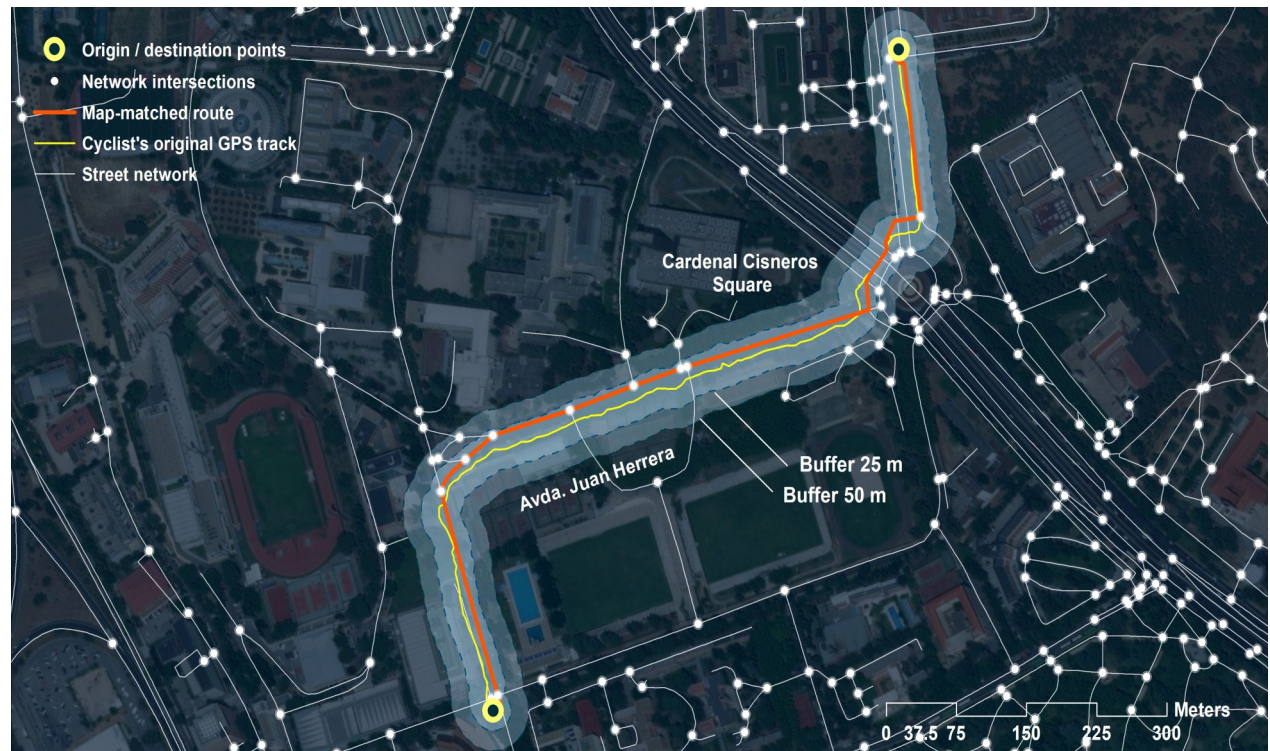


FIGURA 2
Ilustración que sintetiza el proceso de *mapmatching* con una versión mejorada del algoritmo de Dalumpines y Scott.
Fuente: Romanillos y Gutiérrez, 2019

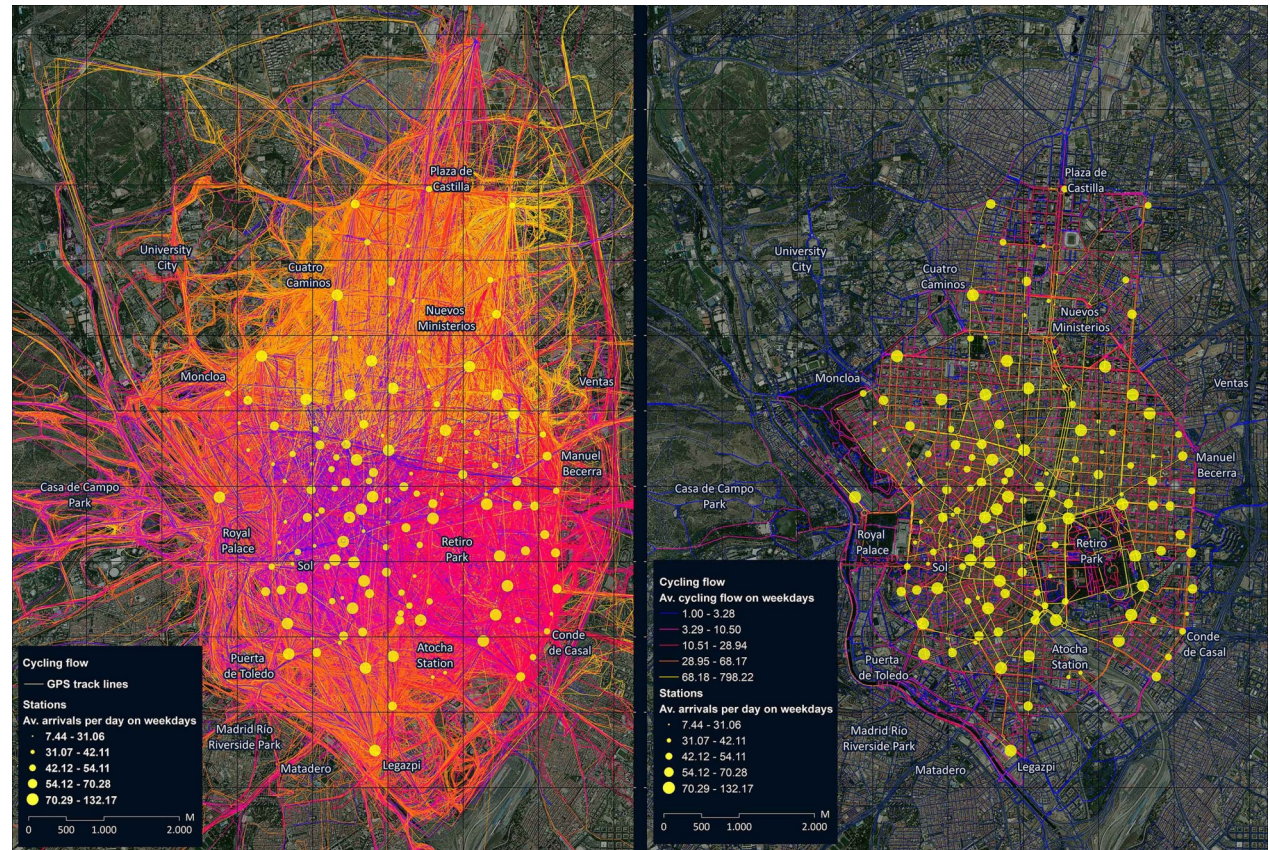
los motivos principales. Por un lado, la movilidad ciclista se está tratando de fomentar en muchas ciudades de todo el mundo como un modo de transporte sostenible, promovándose nuevas políticas e infraestructuras que necesitan de estudios para su correcto desarrollo e implementación. Por otro lado, la creciente disponibilidad de datos sobre movilidad ciclista ha permitido el estudio de múltiples aspectos de su esta que hasta ahora permanecían inexplorados.

La variedad de fuentes de datos y de estudios en base a estas es grande, y ha sido recogida en la literatura reciente por distintos trabajos como el realizado por Romanillos *et al.* (2016). Esencialmente, podemos agrupar las investigaciones realizadas en base a dos tipos de fuentes de datos: los datos de recorridos GPS y los datos de localización puntual de ciclistas. A continuación, describiremos las oportunidades de investigación que permite cada una de estas fuentes, con ejemplos concretos de estudios realizados hasta la fecha.

Investigación en base a datos de recorridos GPS

Los recorridos o *tracks* registrados mediante dispositivos GPS son en esencia series ordenadas de puntos (*trackpoints*) que, definidos por sus coordenadas geográficas (longitud y latitud: x, y), registran la trayectoria realizada por dicho dispositivo. Además, los datos GPS recogen frecuentemente un registro temporal para cada punto y, en algunas ocasiones, también registran la altitud (z).

FIGURA 3
Rutas ciclistas representadas de acuerdo a los *tracklines* GPS originales (izquierda) y como trayectorias ajustadas a la red vial tras el proceso de *mapmatching* (derecha).
Fuente: Romanillos *et al.*, 2018



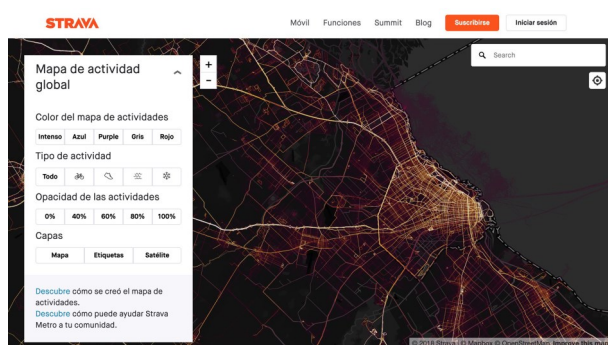


FIGURA 4
Mapa de densidad de rutas ciclistas, ofrecido por Strava Metro para la ciudad de Buenos Aires.
Fuente: Strava Metro

La resolución temporal con la que los distintos dispositivos GPS realizan estos registros es variable, dependiendo de cuál sea la finalidad con la que se recojan los datos. Esta resolución temporal hace referencia al tiempo transcurrido entre las tomas de las localizaciones registradas por los dispositivos. La mayor parte de las aplicaciones GPS de los teléfonos móviles tienen una resolución temporal de 2 segundos, pero el intervalo puede variar. En general, las resoluciones temporales son más bajas cuando se almacenan grandes datasets, por ejemplo, de recorridos de una flota de vehículos. La mayor o menor resolución temporal define la precisión con la que la línea trazada a partir de los *trackpoints* (trackline) se ajustará al itinerario real seguido por el dispositivo GPS. A modo de ejemplo, la Fig. 1 muestra un *track* de un ciclista compartido en la plataforma

www.huellaciclistade-madrid.es con una resolución temporal de 2 segundos, y un *track* correspondiente a una ruta registrada por BiciMAD, el sistema de bicicleta pública de Madrid, con una resolución media de 75 segundos.

Los *tracks* GPS pueden presentar lo que se denomina comúnmente como “ruido”, que es cierta imprecisión en la geolocalización de algunos de los *trackpoints*. Este ruido da lugar a trayectorias no sólo imprecisas, sino también de una longitud y una velocidad estimadas normalmente superior a la real. Para evitar este tipo de problemas, las rutas GPS originales se ajustan a la geometría de una red de transporte, de carreteras o calles, mediante un proceso denominado “*mapmatching*”. En los últimos años se han aplicado distintos métodos de *mapmatching*, con mayor o menor éxito, medido a partir del porcentaje de rutas que se han logrado ajustar a la red satisfactoriamente, es decir, siendo fieles al recorrido real del dispositivo. A modo de ejemplo, la Fig. 2 ilustra sintéticamente la manera de proceder de uno de estos algoritmos, el utilizado por Romanillos y Gutiérrez (2019) en un estudio que analiza rutas ciclistas GPS en Madrid.

En relación al estudio de la movilidad ciclista, conviene clasificar los *tracks* GPS de acuerdo a dos tipos de fuentes: los *tracks* obtenidos a través de compañías o aplicaciones, y los obtenidos por iniciativas específicas con un objetivo particular. Las diferencias entre los datos facilitados por unas u

otras tienen que ver normalmente con el volumen de datos capturados y con la información que se registra asociada al recorrido GPS.

Tracks GPS obtenidos de compañías o entidades a través de aplicaciones

Como ya señalamos, muchas compañías privadas o entidades públicas registran un creciente número de *tracks* GPS relativos al movimiento de personas. Estas compañías o entidades pueden capturar, usar y compartir datos en la medida en la que las leyes de protección de datos personales, variables según países, lo permitan. Por norma general, las compañías pueden facilitar datos tratados de manera que se proteja el anonimato de las personas. En este sentido, conviene distinguir entre los datos correspondientes al *track* GPS y los datos asociados a cada *track* GPS. Si el *track* GPS no permite identificar al usuario del dispositivo (por la localización de su posible domicilio o lugar de trabajo), como ocurre con los usuarios de los Sistemas de Bicicleta Compartida, este puede compartirse, junto con otros datos asociados a la ruta, como el género o el rango de edad. Este tipo de dato fue el utilizado en el estudio de la movilidad ciclista generada por el Sistema de Bicicleta Pública de Madrid, BiciMAD, realizado por Romanillos *et al.* (2018), al que pertenece la Fig. 3. El estudio analiza todas las rutas ciclistas de los usuarios de BiciMAD durante un mes, a partir de los registros GPS del sistema. La investigación trabajó sobre los tracklines originales (mapa de la izquierda)

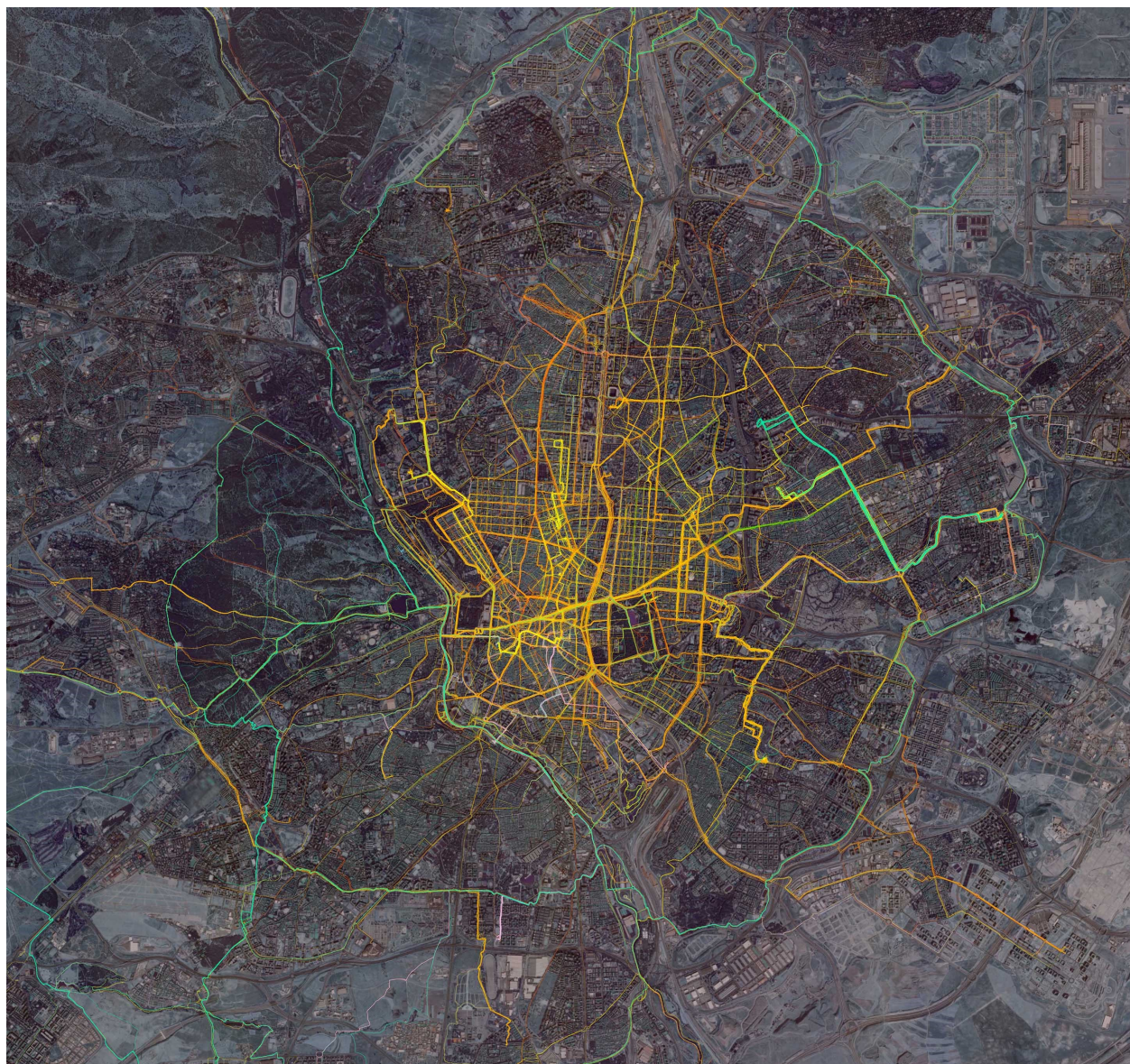


FIGURA 5
 Tracks GPS de ciclistas voluntarios en el área metropolitana de Madrid.
 Fuente: Romanillos y Zalt, 2016

FIGURA 6
 Tracks GPS de bici mensajeros en Madrid.
 Fuente: Elaboración propia



para llevarlos a la red de calles mediante un proceso de *mapmatching*, y así poder analizar el flujo ciclista por cada tramo de viario (mapa de la derecha).

En el caso de que los *tracks* GPS registrados por las compañías o entidades pudieran permitir la identificación de sus clientes, estas no podrán compartirlo sin su consentimiento. Por ello, las compañías que ofrecen datos de rutas lo hacen de manera agregada (un número de rutas con origen y destino común), o facilitan el dato del número de rutas que pasan por un determinado arco de la red de transporte. Este es el caso de Strava, que, a través de su división comercial, Strava Metro, ofrece además datos agregados del número de viajes realizados según motivo (commuting, ocio o deporte), para usuarios que hayan registrado sus rutas caminando, corriendo o en bicicleta. La Fig. 4 ilustra un ejemplo de este tipo de datos, para el caso de Buenos Aires.

Con independencia de que las compañías no ofrezcan el dato individual de ruta o datos específicos relacionados con cada ruta, estas fuentes son de enorme valor, esencialmente por dos motivos. El primero tiene que ver con el tamaño de la muestra de viajes recopilados, que en el caso de las aplicaciones más populares se corresponde con millones de *tracks*. Por ejemplo, la misma Strava, una de las aplicaciones líderes en cuanto a la movilidad ciclista o a pie, que recopiló 84 millones de rutas ciclistas en 2018, un 24 % más que

el año anterior, o Under Armour, que, tras absorber distintas aplicaciones, ofrece actualmente un conjunto de aplicaciones que suman más de 200 millones de usuarios.

El segundo motivo por el que este tipo de aplicaciones tiene un gran valor para el estudio de la movilidad ciclista es que no capturan una foto fija de la movilidad, sino un registro continuo de datos a lo largo del tiempo, lo que permite realizar análisis dinámicos con los que podemos estudiar, por ejemplo, los cambios producidos por la implementación de distintas políticas o el desarrollo de diversas infraestructuras.

Tracks GPS capturados por iniciativas específicas

Por otro lado, también es importante el trabajo de exploración de la movilidad ciclista realizado desde iniciativas y proyectos de investigación en base a recorridos GPS, respondiendo a objetivos más específicos de estudio. En este caso, la muestra de datos no tiene normalmente el tamaño de las muestras registradas por las compañías detrás de las aplicaciones GPS más populares, sin embargo, estas fuentes de enorme valor igualmente. Su utilidad radica esencialmente en que pueden llegar a obtener información muy valiosa acerca de aspectos sobre los que las compañías no pueden arrojar luz, por motivos de protección de datos personales. Muchas iniciativas promovidas con ánimo social o académico cuentan con la autoriza-

ción específica de los voluntarios para el tratamiento de datos que permiten estudiar, por ejemplo, las rutas individuales o las pautas de movilidad en relación a la edad, el género, el motivo del viaje, etc. A partir del estudio de esta información puede responderse a preguntas fundamentales como: ¿qué camino escogen los ciclistas?, ¿a qué itinerarios o infraestructuras dan prioridad?, ¿cuáles son los factores que más impactan en la elección de ruta?, ¿cómo influye en género o la edad en el uso de las infraestructuras o en el impacto de factores como el tráfico o la pendiente de las calles?

Sirva como ejemplo de este tipo de estudios el análisis de la movilidad ciclista de Madrid realizado por Romanillos y Zaltz (2016), que visualizó y analizó, por primera vez, la huella de los ciclistas urbanos de dicha ciudad. El estudio, basado en el análisis de miles de *tracks* GPS compartidos por ciclistas urbanos voluntarios a través de la iniciativa *Huella ciclista de Madrid*,¹ permitió estudiar los patrones de movilidad ciclista en el área metropolitana de Madrid. A partir de ahí, se pudo analizar, por ejemplo, la extensión de la huella ciclista en la ciudad e identificar cuáles eran las arterias más importantes de la ciudad en términos de flujo ciclista (Fig. 5). Además, gracias a la recopilación de datos asociados a los *tracks* GPS, estas rutas se pudieron analizar según género, edad o el motivo de viaje. La iniciativa contó también con la participación de compañías de bici-mensajería, pudiéndose realizar así un análisis complementario

¹ <https://huellaciclistademadrid.es/>

humanos necesarios para llevarlos a cabo, los conjuntos de datos obtenidos normalmente se corresponden con registros de muy baja resolución espaciotemporal. Suelen ser conteos realizados en puntos estratégicos, en fechas concretas y con muy poca periodicidad, que ofrecen una foto fija y de muy baja resolución de la movilidad ciclista.

Los conteos automáticos de ciclistas han supuesto una mejora importante, superando muchas de las limitaciones anteriormente señaladas. Entre los sistemas más comunes, podemos destacar los tubos neumáticos, los detectores de bucle de inducción, los sensores de infrarrojo pasivo (o sensor PIR), las cámaras de infrarrojo, los sensores de presión de fibra óptica o los sistemas de reconocimiento de imágenes de video (Ryus *et al.*, 2014). Estos últimos sistemas de reconocimiento de imágenes se han popularizado y recientemente han salvado el obstáculo del anonimato (frente a las leyes de protección de datos personales) al procesar las imágenes en tiempo real y almacenar, no las imágenes de video, sino tan sólo el resultado de los conteos. Se utilizan actualmente por instituciones o empresas, pero también existen ejemplos de iniciativas específicas participativas de enorme interés, como el *Proyecto Wecount* (www.wecountmovilidad.eu), a través del cual miles de voluntarios en distintas ciudades europeas registran la movilidad frente a su domicilio a partir de la instalación de cámaras que utilizan esta tecnología.

Investigación en base a registros de Sistemas de Bicicleta Compartida

Finalmente, debemos incluir los datos registrados por los Sistemas de Bicicleta Pública Compartida, como una categoría independiente, de una gran relevancia. Su importancia se debe al enorme impulso que estos sistemas han tenido en muchas ciudades a nivel global durante la última década (Fishman, 2015; van Wee, 2020), y al hecho de que su implantación, basada en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, permite registrar datos relativos a los viajes realizados por los usuarios. Los datos recopilados normalmente se corresponden con un registro de la estación de origen y destino de cada viaje, que incluye una estampa temporal, lo cual permite reproducir posteriormente una matriz origen-destino del conjunto de todos los viajes realizados con el sistema. Aunque la información asociada a cada viaje suele ser escasa, debido a las leyes de protección de datos personales —edad según rangos, género, tipo de usuario (frecuente con abono o temporal)...—, los datos tienen un gran interés ya que la muestra se corresponde no con una parte, sino con la totalidad de los viajes realizados a lo largo del tiempo. Esto permite estudiar los patrones de movilidad ciclista de una manera dinámica: a lo largo del día, durante los días laborables o fines de semana, en periodos de vacaciones, según las estaciones o las circunstancias climatológicas, etc. Esta es la razón fundamental por la que

las investigaciones en base a este tipo de datos han crecido exponencialmente en los últimos años (Si *et al.*, 2019). La Fig. 7 muestra, a modo de ejemplo, un análisis de los patrones espaciotemporales de uso del Sistema de Bicicleta Pública Compartida de Madrid (BiciMAD), por ciclistas frecuentes en días laborables (Talavera-García *et al.*, 2021)

Conclusiones

Este breve repaso por distintos trabajos de investigación sobre la movilidad ciclista en base a nuevas fuentes de datos pone en evidencia su gran interés, dado su potencial para estudiar aspectos de la movilidad que hasta ahora era muy difícil explorar.

También refleja el interés y las limitaciones de cada una de las fuentes de datos, apuntando al carácter complementario que tiene el trabajo con cada una de ellas. Si se quiere tener un conocimiento lo más amplio posible de la movilidad ciclista, debemos también utilizar las nuevas fuentes de datos junto con otras fuentes más convencionales que pueden enriquecer los análisis. El reto está también en la integración no solo de estos datos, sino del trabajo realizado a partir de ellos.

Instituciones públicas y compañías privadas deben trabajar de la mano para facilitar el acceso a los datos, compartiéndolos de manera que se le pueda sacar el máximo provecho a la información que

todos generamos, sin comprometer nuestra privacidad. Todos tenemos mucho que ganar. El sector privado de la movilidad puede verse beneficiado de una inversión pública que dote de una mejor infraestructura y mejores políticas para la implementación de las nuevas soluciones de movilidad. Por otro lado, las instituciones públicas podrán evaluar el impacto que pueden tener ciertas políticas o infraestructuras, al comparar los flujos de movilidad antes y después de su implementación o desarrollo, y así planificar mejores soluciones a futuro.

Bibliografía

- Arias-Molinares, D., y García-Palomares, J. C. (2020). The Ws of MaaS: Understanding mobility as a service from a literature review. *IATSS Research*, 44(3), 253-263. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.02.001>
- Carter, E., Adam, P., Tsakis, D., Shaw, S., Watson, R., y Ryan, P. (2020). Enhancing pedestrian mobility in Smart Cities using Big Data. *Journal of Management Analytics*, 1-16.
- Fishman, E. (2015). Bikeshare: A Review of Recent Literature. *Transport Reviews*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1033036>
- Gutiérrez Puebla, J. (2018). Big Data y nuevas geografías: la huella digital de las actividades humanas. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 64(2), 195. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.526>
- Koszowski, C., Gerike, R., Hubrich, S., Götschi, T., Pohle, M., y Wittwer, R. (2019). Active mobility: bringing together transport planning, urban planning, and public health. In *Towards User-Centric Transport in Europe* (pp. 149-171). Springer.
- Romanillos, G., Moya-Gómez, B., Zaltz, M., y Lamíquiz-Daudén, P. J. (2018). The pulse of the cycling city: visualising Madrid bike share system GPS routes and cycling flow. *Journal of Maps*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1438932>
- Romanillos, G., y Zaltz Austwick, M. (2016). Madrid cycle track: visualizing the cyclable city. *Journal of Maps*, 12(5), 1-9. <https://doi.org/10.1080/17445647.2015.1088901>
- Romanillos, G., Zaltz Austwick, M., Ettema, D., y De Kruijf, J. (2016). Big Data and Cycling. *Transport Reviews*, 36(1). <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1084067>
- Romanillos, G. (2018). *The digital footprint of the cycling city GPS cycle routes visualization and analysis*. Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/50818/>
- Romanillos, G., y Gutiérrez, J. (2019). Cyclists do better. Analyzing urban cycling operating speeds and accessibility. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1575493>
- Ryus, P., Laustsen, K. M., Proulx, F. R., Schneider, R. J., y Hull, T. (2014). *Methods and Technologies for Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection* (Vol. D). http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_w205.pdf
- Si, H., Shi, J., Wu, G., Chen, J., y Zhao, X. (2019). Mapping the bike sharing research published from 2010 to 2018: A scientometric review. *Journal of Cleaner Production*, 213, 415-427.
- Talavera-García, R., Romanillos, G., y Arias-Molinares, D. (2021). Examining spatio-temporal mobility patterns of bike-sharing systems : the case of BiciMAD (Madrid). *Journal of Maps*, 1-7. <https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1866697>
- van Wee, B. (2020). *Fishman: Bike Share*. Taylor y Francis.