



MHSalud  
ISSN: 1659-097X  
revistamhsalud@una.cr  
Universidad Nacional  
Costa Rica

# Barreras e incentivos de la movilidad en un sistema de bicicletas compartidas en un municipio español<sup>1</sup>

Sanmiguel-Rodríguez, Alberto

Barreras e incentivos de la movilidad en un sistema de bicicletas compartidas en un municipio español<sup>1</sup>

MHSalud, vol. 20, núm. 2, 2023

Universidad Nacional, Costa Rica

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237074466007>

**DOI:** <https://doi.org/10.15359/mhs.20-2.6>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 3.0 Internacional.

# Barreras e incentivos de la movilidad en un sistema de bicicletas compartidas en un municipio español<sup>1</sup>

Barriers and incentives for mobility in a bike-sharing system in a Spanish municipality

Obstáculos e incentivos à mobilidade num sistema de partilha de bicicletas num município espanhol

Alberto Sanmiguel-Rodríguez  
Universidad Camilo José Cela, España  
asrgz2014@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.15359/mhs.20-2.6>  
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237074466007>

 <https://orcid.org/0000-0001-5119-5141>

Recepción: 27 Mayo 2022  
Aprobación: 02 Diciembre 2022

## RESUMEN:

**Introducción:** El interés por el ciclismo urbano está aumentando y el número de programas de bicicletas compartidas ha crecido rápidamente durante los últimos años. Por ello, el objetivo que se pretende alcanzar en este estudio es saber si los factores como las estaciones, los trayectos y las altitudes afectan el uso del sistema compartido de bicicletas en un municipio español.

**Método:** Se ha diseñado un estudio cuantitativo y longitudinal con recogida y análisis de datos del BSS de Vilagarcía de Arousa, que registra un total de 84 183 observaciones (hombres  $n = 59\ 159$ ; mujeres  $n = 25\ 024$ ). Los datos extraídos del sistema fueron recolectados y analizados estadísticamente, a través del programa IBM SPSS versión 21.0. Se ha establecido un valor de significación  $p < 0,05$ .

**Resultados:** La estación más utilizada fue la que se sitúa en el centro de la ciudad y representa un total del 39 % de las observaciones. La elevación neutra, es decir, salir de una estación y depositar la bicicleta en otra con la misma altitud, representó el 65,5 % de los registros totales.

**Conclusiones:** El municipio de Vilagarcía de Arousa reúne unas características topográficas favorables para ser un servicio rentable que fomente unos hábitos saludables, como un medio de transporte activo de desplazamiento en el entorno urbano, una mejora de la movilidad urbana y un entorno menos contaminado.

**PALABRAS CLAVE:** bicicleta, salud pública, promoción de la salud, actividad física.

## ABSTRACT:

**Introduction:** Interest in urban cycling is increasing and the number of shared bike programs has grown rapidly in recent years. Therefore, the objective that is intended to be achieved in this study is to know if factors such as seasons, routes and altitudes affect the use of the shared bicycle system in a Spanish municipality.

**Methods:** A quantitative and longitudinal study has been designed with the collection and analysis of data from the BSS of Vilagarcía de Arousa, registering a total of 84,183 observations (men  $n = 59,159$ ; women  $n = 25,024$ ). The data extracted from the system was collected and statistically analyzed through the IBM SPSS version 21.0 program. A significance value of  $p < 0.05$  has been established.

**Results:** The most used station was the one located in the center of the city, representing a total of 39% of the observations. The neutral elevation, that is, leaving a station and depositing the bicycle in another with the same altitude, represented 65.5% of the total records.

**Conclusions:** The municipality of Vilagarcía de Arousa has some favorable topographical characteristics to be a profitable service that promotes healthy habits as a means of active transportation in the urban environment, as well as an improvement in urban mobility and a less polluted environment.

**KEYWORDS:** bicycle, public health, promotion health, physical activity.

## RESUMO:

**Introdução:** O interesse pelo ciclismo urbano está aumentando e o número de programas de bicicletas compartilhadas cresceu rapidamente nos últimos anos. Assim, o objetivo que se pretende atingir neste estudo é saber se fatores como estações do ano, percursos e altitudes afetam a utilização do sistema de bicicletas partilhadas num município espanhol.

**Método:** Foi desenhado um estudo quantitativo e longitudinal com recolha e análise de dados do BSS de Vilagarcía de Arousa, registando-se um total de 84.183 observações (homens  $n = 59.159$ ; mulheres  $n = 25.024$ ). Os dados extraídos do sistema foram

coletados e analisados estatisticamente por meio do programa IBM SPSS versão 21.0. Foi estabelecido um valor de significância de  $p < 0,05$ .

**Resultados:** A estação mais utilizada foi a localizada no centro da cidade, representando um total de 39% das observações. A cota neutra, ou seja, sair de uma estação e depositar a bicicleta em outra de mesma altitude, representou 65,5% do total de registros.

**Conclusões:** O município de Vilagarcía de Arousa apresenta algumas características topográficas favoráveis para ser um serviço rentável que promova hábitos saudáveis como meio de transporte ativo no meio urbano, bem como uma melhoria da mobilidade urbana e um meio ambiente menos poluído.

**PALAVRAS-CHAVE:** bicicletas, saúde pública, promoção da saúde, atividade física.

## INTRODUCCIÓN

El interés por el ciclismo urbano está aumentando y el número de programas de bicicletas compartidas (BSS) ha crecido rápidamente durante los últimos 10 años. A pesar de que los BSS existen desde hace casi 50 años, el cambio reciente en la tecnología utilizada y el interés en fomentar la práctica de actividad física entre la población pueden hacer de las ciudades lugares más sostenibles, habitables y cambiar los hábitos de actividad de la población local (Nieuwenhuijsen y Rojas-Rueda, 2020; Soriguera y Jiménez-Meroño, 2020). Asimismo, los BSS ayudan a posicionar la bicicleta como una opción de transporte diario y se han establecido ampliamente tanto en muchos países (Lee et al., 2022) como en varias ciudades del mundo, para mitigar el cambio climático, reducir la congestión del tráfico y promover la actividad física y la salud pública (Bauman et al., 2017; Clockston y Rojas-Rueda, 2021; Eren y Uz, 2020; Julio y Monzon, 2022; Lee et al., 2022; Ma et al., 2020; Munkácsy y Monzón, 2017; Nieuwenhuijsen y Rojas-Rueda, 2020; Otero et al., 2018; Sanmiguel-Rodríguez, 2015; Sanmiguel-Rodríguez, 2019; Sanmiguel-Rodríguez, 2020; Sanmiguel-Rodríguez, 2022; Sanmiguel-Rodríguez y Arufe Giráldez, 2019; Soriguera y Jiménez-Meroño, 2020; Zhang et al., 2015). Además, son económicamente rentables y, en ocasiones, fomentan unos factores sociales saludables y placenteros (Munkácsy y Monzón, 2017; Zhang et al., 2015). Para Bauman et al. (2017), el objetivo de salud más importante es aumentar los niveles de ciclismo en la población, con el cual se contribuye a que una mayor proporción poblacional cumpla con las pautas de actividad física y mejore la salud.

El uso compartido de bicicletas también es un tema emergente de la investigación relacionada con el transporte urbano y la movilidad sostenible (Ma et al., 2020; Macioszek et al., 2020). De esta forma, los BSS adquieren una gran dimensión y relevancia como medio de transporte saludable y económico, que beneficia un cambio de enfoque en la elección de los viajes dentro del núcleo urbano, con el fin de desarrollar nuevas políticas que promuevan la implementación de la movilidad urbana y la actividad física (Munkácsy y Monzón, 2017). En Europa, el ambiente urbano ofrece opciones y posibilidades para reducir el uso del vehículo privado (Dekoster y Schollaert, 2000). La bicicleta se asocia, generalmente, a determinadas naciones como Países Bajos o Dinamarca. Los Países Bajos tienen el mayor nivel de utilización de la bicicleta en el mundo desarrollado. Sin embargo, dicho medio de transporte exige esfuerzo físico y es, por tanto, en los sitios llanos donde resulta más fácil de manejar. En general, la bicicleta es empleada en muchos países europeos, independientemente de su topografía (Dekoster y Schollaert, 2000; DeMaio, 2009). Su menor uso en las zonas meridionales se debe, en gran parte, a la imagen social de este vehículo, considerado, con frecuencia, anticuado y poco confortable (Dekoster y Schollaert, 2000; Ogilvie y Goodman, 2012; Scheiner, 2010; Unwin, 1995). Suiza no es un país llano y, aun así, la bicicleta se utiliza en un 23 % del total de desplazamientos en Basilea y en un 15 % en Berna, donde numerosas calles presentan unas pendientes del 7 % (Dekoster y Schollaert, 2000). Las inclinaciones constituyen un obstáculo por tener en cuenta para las personas ciclistas poco entrenadas o con bicicletas en mal estado. Pero, aun en tales circunstancias, existe un potencial para la bicicleta, como se demuestra en algunas ciudades con fuertes pendientes: Trondheim, en Noruega, o San Francisco, en Estados Unidos (Dekoster y Schollaert, 2000; Pucher, Buehler et al., 2011; Pucher et al., 1999; Tin et al., 2012). Según se ha dicho, la topografía llana facilita la utilización de la bicicleta, así como la ausencia

de pendientes pronunciadas y la disponibilidad de rutas de ciclismo animan a quienes residen en una zona urbana a ir en bicicleta (Beenackers et al., 2012; Hunt y Abraham, 2007; Menghini et al., 2010; Pucher, Buehler et al., 2011; Rietveld y Daniel, 2004; Vandenbulcke et al., 2011). Así, una pendiente es una de las variables naturales del terreno más importantes que afectan el uso de la bicicleta. De hecho, en lugares con un nivel de inclinación adecuado para el ciclismo, las personas usuarias tienden a alquilar bicicletas en las estaciones de arriba y dejarlas en las de abajo (Eren y Uz, 2020).

Existe la necesidad de analizar los factores que afectan la demanda de bicicletas compartidas, para promover la creación de infraestructuras dentro del entorno urbano que puedan favorecer los desplazamientos activos como medio de transporte alternativo (Beairsto et al., 2022), la práctica de actividad física y la salud, con miras a combatir, de una forma más efectiva, el cambio climático y el sedentarismo de la población (Beairsto et al., 2022; Julio y Monzon, 2022; Lee et al., 2022). Por todo ello, el objetivo principal que se pretende alcanzar con este estudio es analizar si la ubicación de las estaciones, los trayectos y las altitudes de un municipio español han sido factores que afecten al uso de los desplazamientos activos por parte de personas usuarias dentro del entorno urbano. Se parte de la hipótesis de que las estaciones y los trayectos más empleados serán aquellos ubicados en el centro urbano de la ciudad, que a su vez son los que cuentan con una menor altitud.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Participantes y diseño

Se ha diseñado un estudio cuantitativo y longitudinal, con recogida y análisis de datos del BSS de Vilagarcía de Arousa (Galicia, noroeste de España). Esta información comprendió los usos de 3268 personas usuarias registradas en el BSS de Vilagarcía de Arousa. La identificación de quien utiliza el servicio se asocia a un valor numérico, lo que mantiene, en todo momento, su anonimato. Se contabilizó diariamente el número de usos del sistema de bicicletas VaiBike del Ayuntamiento de Vilagarcía de Arousa y se registraron un total de 84 183 observaciones (hombres  $n = 59\ 159$ ; mujeres  $n = 25\ 024$ ). Los datos fueron facilitados y autorizados por el Ayuntamiento de Vilagarcía de Arousa.

### Procedimiento

La variable estudiada fueron los minutos de uso, cuyo comportamiento se determinó según bloques de edad, sexo y los mismos minutos de uso. De esta información se han derivado otras variables que también fueron objeto de estudio: los trayectos entre las 5 estaciones y los minutos de uso (calculados a partir de la fecha de inicio y finalización de los viajes). Los datos se codificaron acordes con los registros de utilización, mediante las bicicletas que están por las 5 estaciones, por lo que se decidió decodificar las estaciones de origen y destino, para establecer las rutas y pendientes, con base en un valor numérico, a través de una fórmula de la hoja de cálculo de Excel, para que el programa estadístico SPSS pudiera identificarla correctamente.

Se ha categorizado las estaciones del sistema de la siguiente forma (figura 1):

1. Vilagarcía, en pleno centro urbano: 4 metros de altitud sobre el nivel del mar.
2. Estación de ferrocarril (Renfe): 11 metros de altitud sobre el nivel del mar.
3. Carril (extrarradio): 2 metros sobre el nivel del mar.
4. Vilaxoán (extrarradio): 4 metros de altitud.
5. Barrio del Piñeiriño (periferia): 19 metros.

Se determinó con Google Maps la diferencia de altitud de las estaciones del VaiBike (en metros).

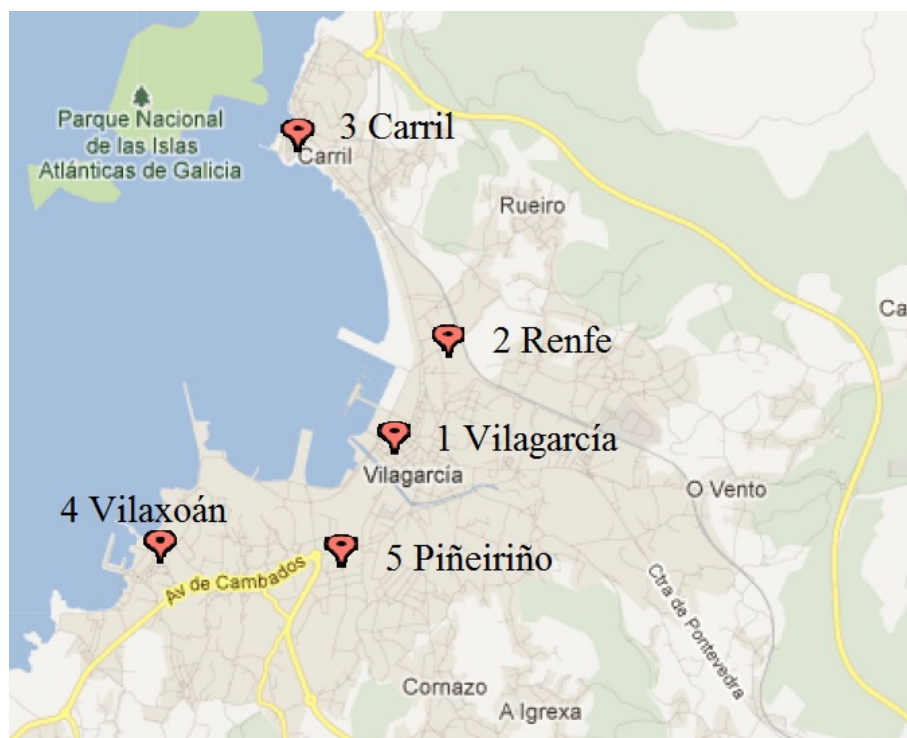


FIGURA 1

#### Ubicación de las estaciones del servicio de bicicletas en Vilagarcía

Nota. La figura fue realizada con la aplicación de Google Maps. El número y nombre de las estaciones ha sido de elaboración propia.

El VaiBike tiene, repartidas por todo el municipio, 5 estaciones con bicicletas, para que puedan ser utilizadas por quienes se registran previamente en el sistema. Las bicicletas están ancladas en las estaciones y, para poder usarlas, es necesaria una tarjeta magnética. Cuando la persona usuaria emplea esta tarjeta magnética para liberar la bicicleta, un sistema informático registra sus datos y el lugar de inicio del trayecto. Una vez que la persona usuaria deja la bicicleta, el sistema informático registra sus datos y el lugar de destino. De esta forma, categorizamos las estaciones del servicio de la siguiente manera: 1 = Vilagarcía (centro), 2 = Estación del tren, 3 = Carril, 4 = Vilaxoán y 5 = Piñeiriño. Combinando los trayectos entre estaciones del VaiBike, tenemos 25 posibilidades de desplazamientos.

### Análisis de datos y aspectos éticos

En primer lugar, se contactó con el Ayuntamiento de Vilagarcía de Arousa, con el fin de obtener una base de datos anonimizada del sistema, y se firmó el consentimiento para la cesión de datos. Posteriormente, la información extraída del sistema fue recolectada y analizada estadísticamente, a través del programa IBM SPSS versión 21.0. Se ha establecido un valor de significación  $p < 0,05$ .

Se ha cumplido el código ético de la investigación en general, así como el compromiso de confidencialidad de los datos y buenas prácticas de investigación. La indagación realizada no se relaciona con el uso humano o animal. Todos los procedimientos efectuados en este manuscrito son acordes con los estándares éticos investigativos. Por otro lado, se obtuvo el consentimiento informado de la administración que rige el VaiBike.

## RESULTADOS

La estación de origen en el VaiBike más utilizada fue la del centro de la ciudad; representa un total del 39 % de las observaciones, seguida por la de Carril (extrarradio), con un 23,8 % (figura 2 y tabla 1). En función del género, los hombres emplearon la estación del centro con un 40,2 %, seguida de la de Carril (21,2 %), Vilaxoán (15,2 %), estación del tren (14,1 %) y el Piñeiriño (9,3 %), tal como se muestra en la tabla 1. Por su parte, las mujeres han hecho uso, en mayor parte, de la estación del centro (36 %), seguida muy de cerca por la de Carril (29,9 %), según se puede ver en la tabla 1.

Respecto a la estación de destino, la más representada fue la del centro, con un total del 43,7 %, seguida por la de Carril, con un 22,2 % (figura 2 y tabla 1). Atendiendo el género, de acuerdo con las estaciones de destino, la del centro en Vilagarcía fue la más representada de todas, con un 43,6 % en los hombres y 43,8 % de las observaciones en las mujeres. Por lo que respecta al resto de estaciones, la de Carril se mantuvo como segunda, con una representación del 21,1 % en los hombres y un 25 % en mujeres (tabla 1).

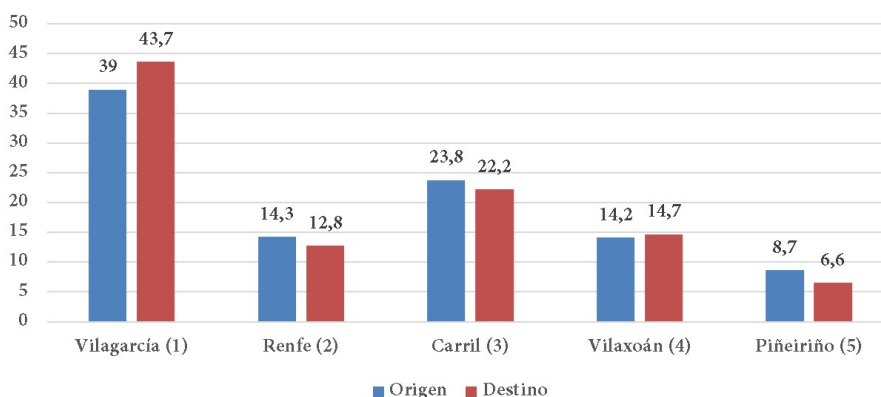


FIGURA 2

Observaciones totales del origen y destino en las estaciones del VaiBike

TABLA 1

Porcentajes totales por géneros de las estaciones según el origen y destino

Variable	Todas (n = 84 183)			Hombres (n = 59 159)			Mujeres (n = 25 024)		
	%	Error est.	(95 % IC)	%	Error est.	(95 % IC)	%	Error est.	(95 % IC)
origen									
1	39,0	0,16	38,6-39,2	40,2	0,20	39,7-40,5	36,0	0,30	35,3-36,5
2	14,3	0,12	14,0-14,5	14,1	0,14	13,9-14,4	14,6	0,22	14,1-15,0
3	23,8	0,14	23,4-24,0	21,2	0,16	20,8-21,4	29,9	0,28	29,3-30,4
4	14,2	0,12	14,0-14,4	15,2	0,14	14,8-15,3	12,2	0,20	11,8-12,6
5	8,7	0,09	8,5-8,9	9,3	0,11	9,1-9,6	7,3	0,16	7,0-7,6
Estación destino									
1	43,7	0,17	43,2-43,9	43,6	0,20	43,1-43,9	43,8	0,31	43,1-44,3
2	12,8	0,11	12,5-13,0	12,4	0,13	12,2-12,7	13,6	0,21	13,1-13,9
3	22,2	0,14	21,9-22,4	21,1	0,16	20,6-21,3	25,0	0,27	24,4-25,5
4	14,7	0,12	14,4-14,9	15,8	0,15	15,5-16,1	12,2	0,20	11,7-12,6
5	6,6	0,08	6,4-6,8	7,1	0,10	6,9-7,3	5,4	0,14	5,2-5,7

De los 25 disponibles entre las 5 estaciones repartidas por la localidad, el trayecto más representado, tanto en hombres como en mujeres, fue el que corresponde a la estación del centro en Vilagarcía (figura 3 y tabla 2);

en otras palabras, se recoge la bicicleta y se deposita en esa estación. Por lo tanto, el trayecto 11, el de la estación del centro, ha tenido el 19 % del total de observaciones. La ruta entre la estación 3 (Carril) y la 1 (centro), es decir, la 31, se cuantifica con un 11,3 % del total de observaciones, seguida por la 13 (correspondiente a las estaciones del centro y Carril), con un 9,6 %. En cuanto al género, los trayectos 11 (Vilagarcía-Vilagarcía), 33 (Carril-Carril), 31 (Carril-Vilagarcía) y 13 (Vilagarcía-Carril) fueron los más representativos en el género masculino, con porcentajes del 20,2 %, 9,4 %, 9,1 % y 8,6 %, respectivamente (figura 3 y tabla 2). Por su parte, los trayectos 31 (Carril-Vilagarcía), 11 (Vilagarcía-Vilagarcía), 13 (Vilagarcía-Carril) y 33 (Carril-Carril) fueron los más representativos en el género femenino, con unos porcentajes del 16,6 %, 16,1 %, 11,9 % y 9,7 %, respectivamente (figura 3 y tabla 2).

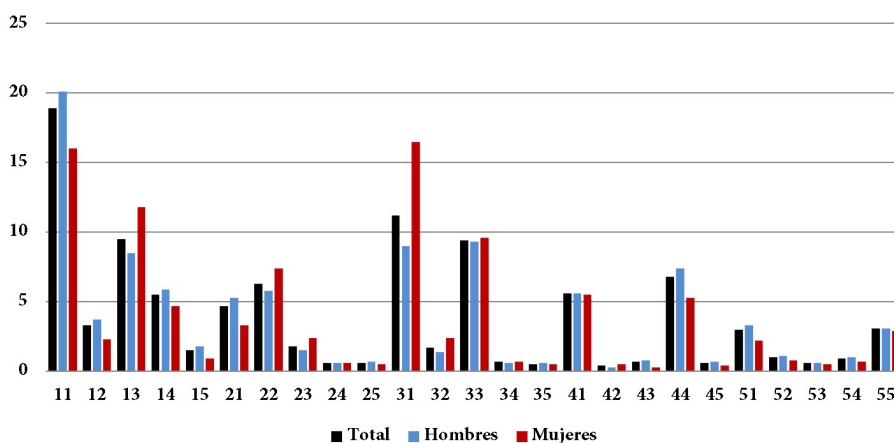


FIGURA 3  
 Porcentaje de observaciones según trayectos y género

TABLA 2  
 Porcentaje de observaciones según trayectos y género

Variable	Todas (n= 84 183)			Hombres (n= 59 159)			Mujeres (n= 25 024)		
	Trayecto	%	Error est.	(95 % IC)	%	Error est.	(95 % IC)	%	Error est.
11	19,0	0,13	18,6-19,2	20,2	0,16	19,8-20,4	16,1	0,23	15,6-16,5
12	3,4	0,06	3,1-3,4	3,8	0,07	3,5-3,8	2,4	0,09	2,1-2,5
13	9,6	0,10	9,3-9,7	8,6	0,11	8,2-8,7	11,9	0,20	11,4-12,2
14	5,6	0,07	5,4-5,7	6,0	0,09	5,7-6,1	4,8	0,13	4,4-4,9
15	1,5	0,04	1,4-1,6	1,9	0,05	1,7-1,9	0,9	0,06	0,8-1,0
21	4,8	0,07	4,6-4,9	5,4	0,09	5,1-5,5	3,4	0,11	3,1-3,6
22	6,4	0,08	6,1-6,4	5,9	0,09	5,6-6,0	7,5	0,16	7,1-7,7
23	1,8	0,04	1,7-1,9	1,5	0,05	1,4-1,6	2,5	0,09	2,3-2,6
24	0,6	0,02	0,6-0,7	0,6	0,03	0,6-0,7	0,6	0,05	0,5-0,7
25	0,6	0,02	0,6-0,7	0,7	0,03	0,6-0,8	0,5	0,04	0,4-0,6
31	11,3	0,10	11,0-11,4	9,1	0,11	8,8-9,2	16,6	0,23	16,1-17,0
32	1,7	0,04	1,6-1,7	1,4	0,04	1,3-1,5	2,5	0,09	2,2-2,6
33	9,5	0,10	9,2-9,6	9,4	0,11	9,1-9,5	9,7	0,18	9,2-10,0
34	0,7	0,02	0,6-0,7	0,6	0,03	0,6-0,7	0,7	0,05	0,6-0,8
35	0,5	0,02	0,5-0,6	0,6	0,03	0,5-0,6	0,5	0,04	0,4-0,6
41	5,7	0,07	5,4-5,7	5,7	0,09	5,5-5,8	5,6	0,14	5,2-5,7
42	0,4	0,02	0,3-0,4	0,3	0,02	0,3-0,4	0,5	0,04	0,4-0,6
43	0,7	0,02	0,6-0,7	0,8	0,03	0,7-0,9	0,3	0,03	0,3-0,4
44	6,9	0,08	6,6-6,9	7,5	0,10	7,2-7,6	5,4	0,14	5,0-5,5
45	0,6	0,02	0,5-0,7	0,7	0,03	0,6-0,7	0,4	0,04	0,4-0,5
51	3,0	0,05	2,8-3,1	3,4	0,07	3,1-3,4	2,2	0,09	2,0-2,3
52	1,0	0,03	0,9-1,1	1,1	0,04	1,0-1,2	0,8	0,05	0,7-0,9
53	0,6	0,02	0,6-0,7	0,6	0,03	0,6-0,7	0,5	0,04	0,5-0,6
54	0,9	0,03	0,8-1,0	1,0	0,04	0,9-1,0	0,7	0,05	0,6-0,8
55	3,2	0,05	3,0-3,2	3,2	0,07	3,0-3,3	3,0	0,10	2,7-3,1

En relación con las altitudes entre los trayectos, no se analizaron grandes diferencias con base en las observaciones realizadas. La elevación neutra, es decir, salir de una estación y depositar la bicicleta en otra con la misma altitud, representó el 65,5 % de los registros totales. Por otro lado, la elevación decreciente, o partir de una estación de origen más alta a una que se encuentre a una altitud menor, ha sido del 17,5 %, mientras que la elevación creciente, que significa salir de una estación de menor altitud que en la que se finaliza el trayecto, ha sido del 17 % (figura 4 y tabla 3). En cuanto al género, los hombres realizaron un 63,6 % de desplazamientos entre estaciones de la misma altitud, 18,3 % con elevación decreciente y un 18,1 % de altitud creciente (figura 4 y tabla 3). Por su parte, las mujeres efectuaron un 69,9 % de la altitud neutra, un 15,7 % de la decreciente y un 14,4 % de la creciente (figura 4 y tabla 3).

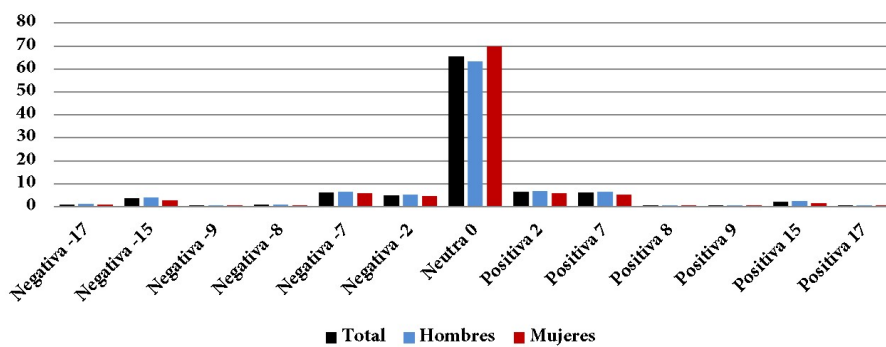


FIGURA 4  
 Porcentaje de observaciones entre las diferentes estaciones y las elevaciones que se producen entre ellas



TABLA 3  
 Porcentaje de observaciones según la altitud de los trayectos entre estaciones

Variable	Todas (n = 84 183)			Hombres (n = 59 159)			Mujeres (n = 25 024)		
	Altitud	%	Error est. (95 % IC)	%	Error est. (95 % IC)	%	Error est. (95 % IC)		
-17	1,0	0,03	0,9-1,1	1,1	0,04	1,0-1,2	0,9	0,05	0,7-0,9
-15	3,7	0,06	3,5-3,7	4,1	0,08	3,8-4,1	2,8	0,10	2,5-3,0
-9	0,4	0,02	0,3-0,4	0,3	0,02	0,3-0,4	0,5	0,04	0,4-0,6
-8	0,9	0,03	0,8-1,0	1,0	0,04	0,9-1,0	0,8	0,05	0,6-0,8
-7	6,4	0,08	6,1-6,5	6,6	0,10	6,3-6,7	5,9	0,14	5,6-6,1
-2	5,1	0,07	4,8-5,1	5,2	0,09	4,9-5,3	4,8	0,13	4,4-5,0
0	65,5	0,16	65,1-65,7	63,6	0,19	63,1-63,9	69,9	0,29	69,2-70,4
2	6,7	0,08	6,4-6,7	7,0	0,10	6,7-7,1	5,9	0,14	5,5-6,1
7	6,3	0,08	6,1-6,4	6,7	0,10	6,4-6,8	5,5	0,14	5,1-5,7
8	0,6	0,02	0,5-0,7	0,7	0,03	0,6-0,7	0,4	0,04	0,4-0,5
9	0,6	0,02	0,6-0,7	0,6	0,03	0,6-0,7	0,6	0,05	0,5-0,7
15	2,2	0,05	2,0-2,2	2,4	0,06	2,3-2,5	1,5	0,07	1,3-1,6
17	0,6	0,02	0,6-0,7	0,7	0,03	0,6-0,8	0,5	0,04	0,4-0,6

## DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación mostraron que la mayor parte de registros de uso de VaiBike, tanto en origen como destino, fue en la estación ubicada en el centro de la localidad, a la misma altitud. De la misma forma, Sanmiguel-Rodríguez (2015, 2019) señaló que el mayor número de desplazamientos tiene su origen y final en el centro de la ciudad, así como en los trayectos que discurren por la costa sin apenas pendientes. Siguiendo estos hallazgos, Contardo et al. (2012) indicaron que la mayor parte de los trayectos registrados en el Bixi de Montreal (Canadá) se realizaron en el centro de la ciudad, por temas laborales. Garrard et al. (2008) han deducido, de la misma forma, que el 78 % de las rutas matutinas en Australia se han hecho para ir a lugares de trabajo al centro urbano, mientras que el 69,7 % de los desplazamientos durante las tardes se hicieron fuera del centro urbano. Según Pucher, Garrard et al. (2011), las tasas de uso de la bicicleta fueron mayores en las zonas urbanas del centro de Melbourne y Sydney (Australia).

Por su parte, Talavera-García et al. (2021) corroboraron que el flujo ciclista de las personas usuarias frecuentes en el BiciMAD de Madrid (España) es disperso, abarca más zonas que el de quienes se desplazan ocasionalmente en las zonas más turísticas como el centro de la ciudad. En cuanto a la población usuaria frecuente, observaron que el flujo ciclista crece los días laborables, en torno a los distritos del norte de Madrid, que son lugares de trabajo destacados; en cambio, los fines de semana se tiende a viajar más en el eje norte-sur, el cual conecta las zonas residenciales del norte con los lugares turísticos y de entretenimiento del sur. Según Chen et al. (2020), las características del entorno construido, como la densidad de población, la infraestructura de bicicletas y tener cerca el transporte público, juegan un papel fundamental en el uso de los BSS y las estaciones del centro urbano, a la hora del desplazamiento activo. Conclusiones similares presentaron Eren y Uz (2020), quienes señalaron que la distancia de la zona de influencia de la estación es determinante en el proceso de decisión de quienes usan el sistema y esta distribución geográfica de la estación, al igual que su vínculo con el entorno construido puede afectar la utilización de los BSS. Es un factor alentador muy favorable la proximidad a espacios verdes y áreas de recreación, escuelas, universidades, museos, centros comerciales, áreas deportivas, restaurantes, hoteles, paradas de autobuses y carriles para bicicletas.

Los resultados de Mix et al. (2022) en el BSS de Santiago de Chile (Chile) mostraron una relación entre el entorno urbano, la presencia de carriles para bicicletas cerca de las estaciones del sistema y el uso de la bicicleta

pública. Este estudio (Mix et al., 2022) confirmó el beneficio de un modelo integrado de desplazamientos y la ubicación de las estaciones, para fomentar un mayor uso de la bicicleta pública, así como la promoción de una movilidad más sostenible y activa entre la población. Siguiendo estas líneas, Buck y Buehler (2012) analizaron el sistema Capital Bikeshare en Washington DC (Estados Unidos) y encontraron una correlación positiva significativa entre los carriles para bicicletas, la densidad de población y el uso de bicicletas compartidas. Resultados similares han sido hallados por Rixey (2013), que examinó 3 BSS de Estados Unidos e identificó asociaciones positivas significativas entre la densidad de población, la densidad laboral y la presencia de carriles para bicicletas en el entorno urbano. Para Sun et al. (2018) las personas usuarias tienden a usar mayormente las bicicletas compartidas en las estaciones que tienen más cerca paradas de autobús o de otros transportes públicos. La demanda de bicicletas compartidas se concentra principalmente en los 6 distritos centrales de la ciudad, con más del 80 % de la demanda total (Hu et al., 2022). Las ventajas de compartir bicicletas pueden aprovecharse mejor para promover el desarrollo sostenible del transporte activo en el futuro (Hu et al., 2022).

Por otra parte, en relación con las altitudes, los resultados de este estudio han evidenciado que la mayor cantidad de trayectos entre estaciones se ha efectuado a la misma altitud. Dicho de otra forma, se ha observado que un gran número de las rutas se ha producido entre estaciones al mismo nivel o entre las estaciones en sí mismas. Igualmente, los datos indicaron que se han llevado a cabo más trayectos hacia destinos con estaciones ubicadas en las zonas más bajas, es decir, con pendientes decrecientes. Siguiendo estas aportaciones, DeMaio (2009) señaló que en Vélib de París (Francia), en las estaciones de alta elevación, se producen más inicios de viajes que de retornos, porque la gente evita conducir cuesta arriba. Como se requiere de un mayor esfuerzo físico y más tiempo para llegar a las estaciones de altitud pronunciada, en el sistema Vélib se ofreció, con éxito, un extra de 15 minutos para acceder a cerca de 100 de estas estaciones designadas cuesta arriba. Las altitudes y elevaciones podrían suponer un impedimento para el uso de la bicicleta pública, ya que, normalmente, quienes la utilizan evitan, en la medida de lo posible, viajar en caminos empinados (DeMaio, 2009). Otras investigaciones (Contardo et al., 2012; Midgley, 2009) han indicado que la topografía realza este efecto, ya que las estaciones situadas a más altitud son las que tienen mayor demanda en el inicio del trayecto, mientras que las ubicadas en las zonas de menor altitud o llanas fueron las que registraron mayores devoluciones. Igualmente, las estaciones encontradas a una mayor altitud han sido menos utilizadas (Midgley, 2009). Pucher, Garrard et al. (2011) señalaron que la topografía llana juega un papel determinante a la hora de elegir los BSS en el ambiente urbano en Australia. Este patrón de uso del CityCycle de Brisbane (Australia) se repite, según Mateo-Babiano et al. (2016), ya que las personas usuarias del sistema evitan devolver las bicicletas a las estaciones ubicadas en las cimas de las colinas. Talavera-García et al. (2021) analizaron el impacto de la topografía de la ciudad de Madrid en el empleo del sistema BiciMAD. Señalaron que la elevación de la ciudad decrece de norte a sur, así que las zonas más cercanas al río son las de menor elevación y mayor presencia de calles empinadas. Esto podría afectar al flujo ciclista, lo hace asimétrico, con más número de personas usuarias en descenso hacia el sur, un desequilibrio ya detectado por otras investigaciones (Faghieh-Imani et al., 2017) en ciudades como Barcelona (España). El uso de bicicletas compartidas a menudo disminuye cuando las pendientes superan el 4 % (Beirsto et al., 2022; Eren y Uz, 2020; Lu et al., 2018) y la demanda de aquellas se reduce en función de las pendientes, así como la situación de las estaciones de los BSS en elevaciones más altas tiende a tener una demanda más baja y, en particular, tasas de devolución más bajas (Beirsto et al., 2022; Sun et al., 2018). Por su parte, Munkácsy y Monzón (2017) señalaron que los factores topográficos, como los desniveles y pendientes del centro urbano, pueden dificultar el fomento de los desplazamientos activos en bicicleta y el uso del BiciMAD de Madrid.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las principales limitaciones de este estudio es que no ha sido posible medir las rutas exactas con GPS. Por otra parte, también se podrían utilizar pulsímetros, para calcular la frecuencia cardíaca, y pulsioxímetros, los cuales dejen cuantificar la intensidad de los trayectos que hacen las diferentes personas usuarias del sistema. Cada ID además podría estudiarse individualmente de forma diaria, para saber si las barreras de las ciudades afectan al uso del sistema. En cualquier caso, estos resultados pueden ser de gran utilidad para profesionales de la salud y organismos públicos, pues conocerán cual es el perfil de quienes utilizan bicicletas y sus patrones de uso, de cara a mejorar el entorno urbano, con el propósito de incentivar la práctica de actividad física entre la población y desarrollar tanto infraestructuras como políticas saludables para combatir hábitos sedentarios en la población.

## CONCLUSIONES

Los datos analizados indicaron que la hipótesis de partida se cumplió, ya que la estación con más observaciones de uso ha sido la del centro de la ciudad. Asimismo, los trayectos entre las estaciones con la misma elevación y baja altitud con respecto al nivel del mar registraron más uso en el VaiBike.

La localidad de Vilagarcía de Arousa puede resultar idónea para fomentar la práctica de actividad física de forma saludable en la población, ya que tiene pocas elevaciones y pendientes que dificulten el uso de la bicicleta. Sin embargo, para ello, se deberían tener en cuenta distintas políticas que incentiven espacios e infraestructuras seguras, ya que los registros más grandes de utilización de han producido en el centro (donde existen carriles destinados para las bicicletas), al igual que entre la estación del centro y la situada en Carril (extrarradio), unida con el centro de la localidad por medio de un paseo apartado de los vehículos a motor. Los datos indicaron que los trayectos transcurridos por la costa entre el centro y Carril (extrarradio) han sido los preferidos por las mujeres. Seguramente, esto se deba a la mayor sensación de seguridad. Además, el municipio de Vilagarcía de Arousa reúne unas características topográficas favorables para ser un servicio rentable que promueva unos hábitos saludables, como un medio de transporte activo de desplazamiento en el entorno urbano.

## CONFLICTOS DE INTERÉS:

Se declara no tener ningún conflicto de intereses. Se han respetado todos los principios éticos exigidos según la normativa europea sobre protección de datos y se han pedido todos los permisos oportunos para la publicación de los resultados.

## Artículo con preprint:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6795912>

## REFERENCIAS

Beenackers, M. A., Foster, S., Kamphuis, C., Titze, S., Divitini, M., Knuiman, M., van Lenthe, F. J. y Giles-Corti, B. (2012). Taking up cycling after residential relocation: built environment factors. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(6), 610-615. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.02.021>

- Bauman, A., Crane, M., Drayton, B. A. y Titze, S. (2017). The unrealised potential of bike share schemes to influence population physical activity levels—A narrative review. *Preventive Medicine*, 103, S7-S14. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.02.015>
- Beairsto, J., Tian, Y., Zheng, L., Zhao, Q. y Hong, J. (2022). Identifying locations for new bike-sharing stations in Glasgow: an analysis of spatial equity and demand factors. *Annals of GIS*, 28(2), 111-126. <https://doi.org/10.1080/19475683.2021.1936172>
- Buck, D. y Buehler, R. (22-26 de enero de 2012). *Bike lanes and other determinants of capital bikeshare trips*. In Proceedings of the Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Washington, DC, USA. <https://nacto.org/wp-content/uploads/2012/02/Bike-Lanes-and-Other-Determinants-of-Capital-Bike-share-Trips-Buck-et-al-12-3539.pdf>
- Chen, Z., van Lierop, D. y Ettema, D. (2020). Dockless bike-sharing systems: what are the implications?. *Transport Reviews*, 40(3), 333-353. <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1710306>
- Clockston, R. L. M. y Rojas-Rueda, D. (2021). Health impacts of bike-sharing systems in the US. *Environmental Research*, 202, 111709. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111709>
- Contardo, C., Morency, C. y Rousseau, L. M. (2012). *Balancing a dynamic public bike-sharing system*. CIRRELT.
- Dekoster, J. y Schollaert, U. (2000). *En bici, hacia ciudades sin malos humos*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- DeMaio, P. (2009). Bike-sharing: History, impacts, models of provision, and future. *Journal of Public Transportation*, 12(4), 41-56. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.12.4.3>
- Eren, E. y Uz, V. E. (2020). A review on bike-sharing: The factors affecting bike-sharing demand. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101882. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101882>
- Faghih-Imani, A., Hampshire, R., Marla, L. y Eluru, N. (2017). An empirical analysis of bike sharing usage and rebalancing: Evidence from Barcelona and Seville. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 97, 177-191. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.12.007>
- Garrard, J., Rose, G. y Lo, S. K. (2008). Promoting transportation cycling for women. The role of bicycle infrastructure. *Preventive Medicine*, 46, 55-59. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.07.010>
- Hu, B., Zhong, Z., Zhang, Y., Sun, Y., Jiang, L., Dong, X. y Sun, H. (2022). Understanding the influencing factors of bicycle-sharing demand based on residents' trips. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 586, 126472. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.126472>
- Hunt, J. D. y Abraham, J. E. (2007). Influences on bicycle use. *Transportation*, 34(4), 453-470. <https://doi.org/10.1007/s11116-006-9109-1>
- Julio, R. y Monzon, A. (2022). Long term assessment of a successful e-bike-sharing system. Key drivers and impact on travel behaviour. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2), 1299-1313. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.04.019>
- Lee, M., Hwang, S., Park, Y. y Choi, B. (2022). Factors affecting bike-sharing system demand by inferred trip purpose: Integration of clustering of travel patterns and geospatial data analysis. *International Journal of Sustainable Transportation*, 16(9), 847-860. <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1943076>
- Lu, W., Scott, D. M. y Dalumpines, R. (2018). Understanding bike share cyclist route choice using GPS data: Comparing dominant routes and shortest paths. *Journal of Transport Geography*, 71, 172-181. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.07.012>
- Ma, X., Yuan, Y., Van Oort, N. y Hoogendoorn, S. (2020). Bike-sharing systems' impact on modal shift: A case study in Delft, the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120846>
- Macioszek, E., Świerk, P. y Kurek, A. (2020). The bike-sharing system as an element of enhancing sustainable mobility - A case study based on a city in Poland. *Sustainability*, 12(8), 3285. <https://doi.org/10.3390/su12083285>
- Mateo-Babiano, I., Bean, R., Corcoran, J. y Pojani, D. (2016). How does our natural and built environment affect the use of bicycle sharing? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 295-307. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.09.015>

- Menghini, G., Carrasco, N., Schüssler, N. y Axhausen, K. W. (2010). Route choice of cyclists in Zurich. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(9), 754-765. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.008>
- Midgley, P. (2009). The role of smart bike-sharing systems in urban mobility. *Journeys*, 2, 23-31. <https://www.gtkp.com/assets/uploads/20091127-144837-7443-IS02-p23%20Bike-sharing.pdf>
- Mix, R., Hurtubia, R. y Raveau, S. (2022). Optimal location of bike-sharing stations: A built environment and accessibility approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 160, 126-142. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.03.022>
- Munkácsy, A. y Monzón, A. (2017). Potential user profiles of innovative bike-sharing systems: the case of BiciMAD (Madrid, Spain). *Asian Transport Studies*, 4(3), 621-638. <https://doi.org/10.11175/eastsats.4.621>
- Nieuwenhuijsen, M. J. y Rojas-Rueda, D. (2020). Bike-sharing systems and health (In) MJ, Nieuwenhuijsen and H, Khreis, *Advances in Transportation and Health* (239-250). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819136-1.00010-3>
- Ogilvie, F. y Goodman, A. (2012). Inequalities in usage of a public bicycle sharing scheme: Socio-demographic predictors of uptake and usage of the London (UK) cycle hire scheme. *Preventive Medicine*, 55(1), 40-45. <http://doi.org/10.1016/j.ypmed.2012.05.002>
- Otero, I., Nieuwenhuijsen, M. J. y Rojas-Rueda, D. (2018). Health impacts of bike sharing systems in Europe. *Environment International*, 115, 387-394. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.014>
- Pucher, J., Buehler, R. y Seinen, M. (2011). Bicycling renaissance in North America? An update and re-appraisal of cycling trends and policies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(6), 451-475. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.03.001>
- Pucher, J., Garrard, J. y Greaves, S. (2011). Cycling down under: a comparative analysis of bicycling trends and policies in Sydney and Melbourne. *Journal of Transport Geography*, 19(2), 332-345. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.02.007>
- Pucher, J., Komanoff, C. y Schimek, P. (1999). Bicycling renaissance in North America? Recent trends and alternative policies to promote bicycling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(7), 625-654. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(99\)00010-5](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00010-5)
- Rietveld, P. y Daniel, V. (2004). Determinants of bicycle use: Do municipal policies matter? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(7), 531-550. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.05.003>
- Rixey, R. A. (2013). Station-level forecasting of bikesharing ridership: Station network effects in three US systems. *Transportation research record*, 2387(1), 46-55. <https://doi.org/10.3141/2387-06>
- Sanmiguel-Rodríguez, A. (2015). *Ambiente urbano y bicicletas compartidas: efectos sobre la actividad física* [tesis doctoral]. Universidade de Vigo. <http://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/handle/11093/381>
- Sanmiguel-Rodríguez, A. (2019). Análisis de las edades, trayectos y minutos de uso en la utilización de un sistema de bicicletas compartidas: el caso del VaiBike en Vilagarcía de Arousa (España). *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 35, 314-319. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.66470>
- Sanmiguel-Rodríguez, A. (2020). Cumplimiento de las recomendaciones de actividad física de la OMS por usuarios de bicicletas públicas en un municipio español. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(3) e2955. <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2955>
- Sanmiguel-Rodríguez, A. (2022). Bike-sharing systems: Effects on physical activity in a Spanish municipality. *Physical Activity Review*, 10(2), 66-76. <https://doi.org/10.16926/par.2022.10.22>
- Sanmiguel-Rodríguez, A. y Arufe Giráldez, V. (2019). Impact of climate on a bike-sharing system. Minutes of use depending on day of the week, month and season of the year. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 19(2), 102-112. <https://doi.org/10.6018/cpd.338441>
- Scheiner, J. (2010). Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976-2002. *Journal of Transport Geography*, 18(1), 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.01.001>
- Soriguera, F. y Jiménez-Meroño, E. (2020). A continuous approximation model for the optimal design of public bike-sharing systems. *Sustainable Cities and Society*, 52, 101826. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101826>

- Sun, F., Chen, P. y Jiao, J. (2018). Promoting public bike-sharing: A lesson from the unsuccessful Pronto system. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 63, 533-547. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.06.021>
- 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*, 17(1), 7-13. <https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1866697>
- Tin, S. T., Woodward, A., Robinson, E. y Ameratunga, S. (2012). Temporal, seasonal and weather effects on cycle volume: an ecological study. *Environmental Health*, 11(12), 1-9. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-12>
- Unwin, N. C. (1995). Promoting the public health benefits of cycling. *Public Health*, 109(1), 41-46. [https://doi.org/10.1016/S0033-3506\(95\)80074-3](https://doi.org/10.1016/S0033-3506(95)80074-3)
- Vandenbulcke, G., Dujardin, C., Thomas, I., de Geus, B., Degraeuwe, B., Meeusen, R. y Panis, L. I. (2011). Cycle commuting in Belgium: spatial determinants and 're-cycling' strategies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(2), 118-137. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.11.004>
- Zhang, L., Zhang, J., Duan, Z. Y. y Bryde, D. (2015). Sustainable bike-sharing systems: characteristics and commonalities across cases in urban China. *Journal of Cleaner Production*, 97, 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.006>

## NOTAS

- [1] Este trabajo es un extracto ampliado y actualizado de la tesis doctoral Ambiente urbano y bicicletas compartidas: efectos sobre la actividad física (Universidad de Vigo, España).