



## Metodología para el desarrollo intermodal bicicleta-transporte público. Área metropolitana de Sevilla

**Autor:** Vicente Hernández Herrador

**Institución:** Universidad de Sevilla

**Otros autores:** Ricardo Marqués Sillero (Universidad de Sevilla); Leandro del Moral Ituarte (Universidad de Sevilla); Jesús Racero Moreno (Universidad de Sevilla); Manuel Calvo Salazar (Estudio MC); Manuel López Peña (Consultor externo); Javier Herrera Sánchez (Consultor externo)

## Resumen

La bicicleta urbana ha demostrado en los países centroeuropeos que no sólo puede absorber la mayoría de los desplazamientos urbanos de menos de 5 kilómetros, sino que permite también aumentar notablemente el radio de influencia de las estaciones de transporte público. Esta última característica resulta clave a la hora de diseñar un modelo sostenible de movilidad metropolitana que garantice a los ciudadanos la posibilidad de realizar sus desplazamientos de movilidad obligada mediante una cadena intermodal sostenible en todos sus eslabones: a pie, en bicicleta y en transporte público.

A partir de esta idea motriz, los autores proponen una metodología para el desarrollo de la intermodalidad bicicleta transporte público y su aplicación al área metropolitana de Sevilla. La metodología se basa en el cálculo de la población servida en las áreas de influencia para peatones y bicicletas de las paradas y estaciones de transporte público a partir de parámetros objetivos como son la población, la movilidad, la estructura urbana y la orografía, así como el trazado y características de las redes de transporte público y vías ciclistas (actuales y previstas en el planeamiento). Con esta información se situaran los intercambiadores principales y sus características, tras un proceso de ajuste final basado en la participación social y la investigación sociológica.

El área metropolitana de Sevilla ofrece un ámbito de actuación propicio para la elaboración y aplicación de un modelo de estas características. La ciudad de Sevilla ha experimentado un crecimiento del uso de la bicicleta en los últimos años inédito hasta la fecha situándose como uno de los referentes mundiales en la movilidad ciclista. El paso al resto del área metropolitana es el siguiente paso natural respaldado por instrumentos políticos como el Plan Andaluz de la Bicicleta para su promoción. El presente trabajo hace un diagnóstico preliminar de la intermodalidad bicicleta-transporte público en dicho ámbito y de las posibilidades de desarrollo de un Plan de las características citadas.

**Palabras clave:** transporte público; bicicleta; intermodalidad; metodología

## 1. Antecedentes históricos.

Desde el surgimiento de la bicicleta moderna a finales del siglo XIX, ésta tuvo un crecimiento acelerado, en Europa y Norteamérica, hasta el fin de la Segunda Guerra Mundial. El enorme crecimiento económico e industrial desarrollado con el fin de la guerra supuso la transformación del transporte en las ciudades hacia el automóvil (Augé, 2008; Sanz et al., 1996) y al mismo tiempo la transformación de las ciudades para acoger las necesidades del automóvil. Esta nueva visión automóvil-centrista tiene su máximo exponente en la ciudad de Brasilia (Brasil) diseñada por el urbanista Lucio Costa.

Este crecimiento no se pone en duda hasta la década de 1970, coincidiendo además con las sucesivas crisis del petróleo provocadas por la OPEP, cuando surge en Europa Central un renacimiento de la bicicleta como modo de transporte. Este renacimiento se va extendiendo poco a poco al resto de los países Europeos, Norteamérica y Australia (Pucher et al., 2011; Buehler y Pucher, 2012).

En el resto de países, la bicicleta mantiene su predominio en la movilidad urbana, especialmente en los países del Sudeste Asiático, América Latina y África durante mucho más tiempo. Su más tardío desarrollo económico ha hecho coincidir el crecimiento de la motorización de las ciudades, y por lo tanto el descenso del uso de la bicicleta, con la creciente concienciación a nivel mundial ante los peligros que entraña dicha motorización y la necesidad de establecer políticas alternativas (Hook y Replogle, 1996; Pucher et al., 2007; Pardo, 2009; Shaheen et al., 2011; Peng et al., 2012). En la actualidad, la promoción de la movilidad en bicicleta se considera una parte esencial de cualquier política hacia la sostenibilidad del transporte urbano (Chapman, 2007; ECMT, 2004; Ministerio de Fomento, 2006).

La capacidad de la bicicleta como modo de transporte en los ámbitos urbanos y metropolitano se derivan tanto de su superior eficacia respecto del transporte motorizado para desplazamientos inferiores a 5 km, que constituyen el 50% de los desplazamientos automóvil en la UE-15 (ECMT, 2004), como de sus posibilidades de combinación con los diferentes modos del Transporte Público. Obviamente, ambas potencialidades están relacionadas entre sí: la superioridad de la bicicleta sobre otros modos de transporte para distancias inferiores a 5 km la hace especialmente apropiada para desplazamientos de “primer y último kilómetro” dentro de la cadena intermodal, siempre que se disponga de una apropiada infraestructura en las estaciones y/o en los vehículos del Transporte Público.

La bicicleta ofrece mucha mayor flexibilidad y eficacia (en términos de coste y espacio) que otros vehículos a la hora de desarrollar políticas de intermodalidad con el transporte público, ya sea facilitando el transporte de las bicicletas en los propios vehículos del Transporte Público – “Bike on Board” –, o promoviendo políticas de “Bike and Ride” en las estaciones de origen y/o destino, en combinación o no con sistemas de bicicletas públicas. Por dicho motivo, una parte importante de las políticas tanto de promoción de la bicicleta como de promoción del Transporte Público, especialmente en Europa, tienen que ver con la promoción de la intermodalidad Bicicleta–Transporte Público (Sanz et al., 1996; Martens, 2004; Krygsman et al., 2004; Martens, 2007; Hegger, 2007; Krizek y Stonebraker, 2010; Pucher et al., 2010; Bachand et al., 2011; Pucher y Buehler, 2012).

Si bien la implantación de medidas de fomento de esta intermodalidad se suelen incluir de un modo más o menos explícito tanto en los planes de fomento de la movilidad urbana sostenible (IDAE, 2006), como en los manuales de infraestructura ciclista (Sanz et al., 1996; CROW, 2007), existe un déficit de manuales metodológicos específicos para la implantación de Planes de Intermodalidad Bicicleta–Transporte Público. Uno de nuestros objetivos es, partiendo del análisis de un caso concreto, dar los primeros pasos hacia el desarrollo de una metodología específica en España.

Las áreas metropolitanas en España se suelen caracterizar por un rápido desarrollo poco o nada planificado y víctima del “Cherry Picking”. “Cherry Picking” (picar cerezas) lo podemos definir como la adopción de soluciones o técnicas aplicadas en otros lugares ignorando el escenario en el que se aplica, los problemas a los que se intentaba dar solución y las consecuencias de su aplicación. Como resultado, las áreas metropolitanas en España se caracterizan por una baja densidad edificatoria, la falta de equipamientos básicos y la zonificación.

Esta situación provoca, en primer lugar, un gran número de desplazamientos obligados, el aislamiento de las diferentes zonas, la implantación de desproporcionadas infraestructuras de transporte y el uso masivo del automóvil. Como consecuencia, el transporte público no es capaz de competir con el automóvil privado. Por otro lado, las grandes distancias y la baja densidad de población hacen muy difícil al transporte público dar servicio a toda la población, aumentando de esta forma su aislamiento y su dependencia del automóvil.

Dadas las características específicas de la bicicleta como modo de transporte así como de los ámbitos urbanos españoles, es evidente que sus mayores potencialidades de combinación con el Transporte Público se presentan a escala metropolitana, donde las distancias y la baja densidad de población demandan soluciones sostenibles de intermodalidad.

Este problema de la falta de accesibilidad de la población al transporte público aparece porque el modo de acceso mayoritario al transporte público son los desplazamientos a pie. De esta forma el área de influencia de una parada de autobús se sitúa entorno a los 300 metros, o de los 500 en el caso de las cercanías o metro (IDAE, 2006). Hasta ahora, la solución aplicada para aumentar el área de influencia de las estaciones de transporte público ha sido facilitar la conexión Automóvil–Transporte Público con los aparcamientos disuasorios. Solución de elevado coste y de escasos resultados.

La bicicleta posee unas características interesantes ya que, en primer lugar, puede ser utilizada de forma independiente por prácticamente cualquier persona, es un vehículo que apenas supera el 15% de la masa de su conductor frente al 1.500% del automóvil, es un vehículo muy económico al alcance de cualquier usuario del transporte público, y permite recorrer distancias de hasta 3 kilómetros con suma facilidad.

La bicicleta posee un gran potencial de combinación con el transporte público en las áreas metropolitanas, donde las distancias y la baja densidad de población dificultan o hacen imposible disponer de una red eficaz de estaciones y líneas de transporte público. La bicicleta permite ampliar el área de influencia de una estación por un factor de hasta cien veces (sic). Si tomamos el área de influencia peatonal de una parada de autobús, tenemos un círculo de 300 metros de diámetro (IDAE, 2006); para la misma parada el

bicicleta incrementa el círculo hasta un radio de al menos 3 kilómetros, un área 100 veces mayor.

Planificar la implantación de la bicicleta mediante un Plan de Intermodalidad Bicicleta–Transporte Público permitirá desarrollar al máximo, en un ámbito metropolitano, la combinación de la bicicleta con el transporte público, con el objetivo de diseñar un sistema que garantice la movilidad cotidiana de la población en el marco de una cadena intermodal sostenible en todos sus eslabones: a pie, en bicicleta y en transporte público.

En el contexto español, Sevilla es probablemente la ciudad que mejores perspectivas presenta para el desarrollo de un Plan de Intermodalidad de este tipo. Sevilla ha tenido una de las experiencias más exitosas de promoción de la movilidad en bicicleta del sur de Europa (Marques, 2011; Castillo–Manzano y Sanchez–Braza, 2012), lo que ha permitido multiplicar el uso de la bicicleta desde valores insignificantes hasta significar un 9% del reparto modal sobre el total de desplazamientos mecanizados (SIBUS, 2012). No obstante, esta experiencia se ha desarrollado exclusivamente en el área central de la conurbación (el municipio de Sevilla) sin afectar apenas a los municipios de la corona metropolitana. La extensión de esta experiencia al conjunto del área metropolitana debe, como puede imaginarse, estar estrechamente ligada a la intermodalidad Bicicleta–Transporte Público, resultando beneficiados ambos modos de transporte. Dado que la difusión del modelo de movilidad ciclista de la ciudad de Sevilla está entre los objetivos del gobierno regional (PAB, 2014), la redacción de un Plan de Intermodalidad Bicicleta–Transporte Público para el Área Metropolitana de Sevilla aparece como una interesante oportunidad y un buen punto de partida para la elaboración de una guía metodológica de carácter más general.

El objetivo de este trabajo es, por tanto, doble: desarrollar unas bases metodológicas para la elaboración de planes de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público y aplicarlas al Área Metropolitana de Sevilla. El trabajo se desarrolla del siguiente modo: En la Sección 2 se discuten las principales modalidades de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público. En la Sección 3 se lleva a cabo una primera aproximación a la estructura de la intermodalidad Bicicleta–Transporte Público en el Área Metropolitana de Sevilla. En la sección 4 se esbozan las líneas generales de la metodología propuesta para la elaboración de planes de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público y su aplicación al caso de Sevilla. Finalmente, en la Sección 5, se avanzan algunas conclusiones y objetivos de cara a futuras investigaciones.

## 2. SOLUCIONES DE INTERMODALIDAD BICICLETA–TRANSPORTE PÚBLICO

A lo largo de esta sección discutiremos los diversos modelos de integración existentes entre la bicicleta y el transporte público a contemplar en un Plan de Intermodalidad Bicicleta–Transporte Público, así como una primera aproximación a sus potencialidades y requisitos de implantación.

### 2.1. Sistemas “Bike on Board”

“Bicicleta a Bordo”, la bicicleta por sus pequeñas dimensiones permite su transporte en los vehículos de transporte público, ya sea en el interior del propio vehículo, en la plataforma de pasajeros o en los maleteros, o mediante accesorios exteriores como los “racks”. Esto da lugar a un sinnúmero de posibilidades de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público en las que la bicicleta aparece como una “extensión” del viajero. En el caso de las

bicicletas plegables las posibilidades son mucho mayores al poder tratarse como un “bulto” y su transporte no suele implicar penalización alguna para el usuario. En el caso de la bicicleta convencional, es habitual y razonable que el operador del transporte público imponga algún tipo de limitación, como la limitación horaria o la aplicación de tarifas especiales. Esta opción está muy difundida en EEUU, Canadá y otros países de tradición anglosajona (Pucher et al., 2011; Bachand et al. 2011; Pucher y Buehler, 2012). Así, en Chicago, San Francisco, Washington, Vancouver, Portland o Minneapolis, las flotas de autobuses públicos van equipadas con “racks” para bicicletas (Pucher et al., 2011).

La principal ventaja de los sistemas “Bike on Board” es su flexibilidad y facilidad de aplicación, siendo además los que mejor se ajustan a las demandas y necesidades de los usuarios (Bachand et al., 2011]. Sus principales inconvenientes son su baja capacidad, la ocupación de espacio en el interior de los vehículos y la pérdida de maniobrabilidad que supone, en su caso, la instalación de “racks” exteriores. Estas medidas, por si solas, no permiten un desarrollo masivo de la intermodalidad Bicicleta–Transporte Público (Pucher y Buehler, 2012). Aunque al responder muy bien a la demanda de los usuarios, son medidas que deben ser contempladas, especialmente en las primeras fases de la aplicación del Plan.

Modo	Capacidad	
Ferrys	Ilimitada	
Tren de cercanías	Alta	20-40 bicicletas por convoy
Metro/tranvía	Moderada	2-4 bicicletas por vagón
Autobús	Baja	2-3 bicicletas por autobús

Tabla 1. Capacidad de cada modo de TRANSPORTE PÚBLICO a la hora de transportar las bicicletas de sus usuarios. (Krizek y Stonebraker, 2010):

## 2.2 Sistemas “Bike and Ride”

Los sistemas “Bike and Ride” se caracterizan por no transportar la bicicleta en los vehículos de transporte público. Estos sistemas pueden estar basados en la utilización de sistemas de bicicleta pública en las estaciones/paradas de transporte público, estacionamientos seguros para la bicicleta privada o una combinación de ambos.

Estos servicios suelen estar gestionados por el propio operador de transporte público, directamente o a través de una contrata. Se diferencian de los sistemas “Bike on Board” en que no requieren una modificación de los vehículos, ni suponen una pérdida de su capacidad de transporte de pasajeros. Además pueden gestionar con facilidad un uso masivo de la bicicleta como modo de acceso y/o egreso al transporte público, y suelen constituir el núcleo de los sistemas de intermodalidad en aquellos países donde la bicicleta ocupa un lugar importante en el reparto modal (Martens, 2004; Krygsman et al., 2004; Martens, 2007; Hegger, 2007; Pucher et al., 2010; Pucher y Buehler, 2012).

Año	Tipología	Peatonal	Bicicleta	Autobús	Coche/Moto
2013	Acceso	22%	42%	22%	14%
	Egreso	51%	14%	26%	8%
1993 (*)	Acceso	--	28%	--	--
	Egreso	--	7%	--	--

Tabla 2 – Reparto modal de acceso y egreso en las estaciones de ferrocarril holandesas. Fuente: elaboración propia a partir de datos suministrados por P. Witmers, NS-Stations. (\*) Van Goeverden y Egeter (1993), Citado en (Martens, 2007).

Como ejemplo, en la Tabla 2 se muestra la evolución del uso de la bicicleta como modo de acceso y egreso en las estaciones de tren holandesas. El hecho de que los egresos sean sistemáticamente menores que los accesos se explica por la dificultad para disponer de una bicicleta en la estación de llegada. Esta dificultad puede subsanarse en parte mediante la creación de sistemas de préstamo de bicicletas dirigidos a los clientes del transporte público (Martens, 2007).

Los sistemas “Bike on Board” abarcan una gran variedad de modalidades y tecnologías:

- Aparcamientos de acceso libre en el exterior o el interior de las estaciones.
- Aparcamientos cerrados, manuales o automáticos.
- Consignas individuales, manuales o automáticas.
- Servicios de préstamo de bicicletas.

Optar por uno u otro de estos sistemas (o por una combinación de ellos) depende de la demanda estimada y del coste, que puede reducirse mediante las sinergias que se establezcan entre ellos. Por ejemplo, el coste de un sistema de préstamo de bicicletas puede reducirse si se ubica en los aparcamientos cerrados para bicicletas de las estaciones.

Finalmente, debe tenerse muy en cuenta que la operatividad de todos estos sistemas depende de un modo crucial de factores como la accesibilidad de las estaciones, presencia de vías ciclistas, tratamiento adecuado de rampas y escaleras, señalización, etc. Así como de la adecuada elección de la situación de los aparcamientos o los sistemas de préstamo, evitando para el usuario rodeos excesivos o inseguros.

### 2.3 Bicicletas públicas

Los sistemas automáticos de bicicletas públicas han venido popularizándose en los últimos años, hasta configurarse como “un modo más de transporte público” (IDAE, 2007) “de uso individual” (Midgley, 2011), cada vez más extendido y analizado (De Maio, 2009; Midgley, 2011; Büttner y Petersen, 2011; ITDP, 2013, IDAE, 2007; Anaya y Castro, 2011). Este nuevo modo de transporte público es susceptible de integrarse como un modo más en la cadena intermodal, de modo que la integración entre el transporte público convencional y los sistemas de bicicletas públicas ofrece una nueva modalidad de combinación Bicicleta–Transporte Público (Midgley, 2011, Shaheen et al., 2011).

Ahora bien, el coste efectivo de un sistema de bicicletas públicas depende de un modo crucial de su nivel de uso. Un análisis empírico de los sistemas de bicicletas públicas indica que, para garantizar la sostenibilidad financiera de estos sistemas, es necesario alcanzar entre 4 y 8 usos diarios por bicicleta, lo que garantiza a su vez costes de mantenimiento en torno a 1€ por desplazamiento en un entorno europeo o norteamericano (Midgley, 2011; ITDP, 2013). Para ello es necesario un dimensionado mínimo del proyecto, el área cubierta, la densidad de estaciones y número total de bicicletas (ITDP, 2013).

### 3. ESTRUCTURA DE LA INTERMODALIDAD BICICLETA–TRANSPORTE PÚBLICO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SEVILLA

#### 3.1 Caracterización de la movilidad metropolitana de Sevilla

El municipio de Sevilla (700.000 habitantes) es el núcleo central de una amplia conurbación, que agrupa a otros 45 municipios, con una población total similar a la del propio núcleo central. En la última Encuesta Domiciliaria de Movilidad (noviembre de 2007) realizada en el Área Metropolitana de Sevilla se detectaron un total de 2.980.349 desplazamientos diarios y 2,33 desplazamientos por persona y día.

La evolución del reparto modal entre viajes en modo motorizado privado (automóvil y motocicleta), transporte público y modos no motorizados (peatonal y bicicleta) se muestra en la Tabla 3. Pese a que la propia definición del Área Metropolitana ha cambiado a lo largo de los años (de los 23 municipios iniciales a los 46 de la actualidad), los resultados de la Tabla 3 muestran una clara tendencia al alza de los desplazamientos motorizados, fundamentalmente a costa de los no motorizados (principalmente peatonal) y en menor medida de los desplazamientos en transporte público.

Modo	1990	1995	2003	2007
Motorizado privado	32%	41%	46%	54%
Transporte público	18%	17%	15%	14%
No motorizado	50%	42%	39%	32%

Tabla 3 – Reparto modal en el Área Metropolitana de Sevilla (los desplazamientos en bicicleta pública se contabilizan entre los no motorizados). Fuente: elaboración propia a partir de las sucesivas encuestas domiciliarias de movilidad.

Analizando con más profundidad las diferentes encuestas de movilidad encontramos que la Tabla 3 oculta grandes diferencias entre las diversas zonas metropolitanas. Una primera aproximación a esta realidad la da la Tabla 4, donde se comparan los repartos modales dentro y fuera del municipio de Sevilla. Desde el punto de vista de nuestro trabajo, son los desplazamientos de la última columna los más interesantes (la práctica totalidad del Municipio de Sevilla puede englobarse en un círculo con un radio de 7 km, distancia plenamente accesible en bicicleta sin recurrir al transporte público motorizado). Los datos de dicha columna ponen de manifiesto la perentoria necesidad de medidas de promoción del transporte público metropolitano, entre ellos la intermodalidad con la bicicleta. El transporte público de ámbito metropolitano de Sevilla se reparte entre autobuses metropolitanos, cercanías y la única línea del metro. La encuesta de movilidad de noviembre de 2007 arrojaba un total de 71.000 desplazamientos en autobús interurbano y 30.000 en cercanías en un día laborable tipo, mientras que los

desplazamientos metropolitanos (con inicio y/o final fuera del Municipio de Sevilla) de la línea 1 de metro (inaugurada en 2009) ascendían a 26.000 desplazamientos diarios en noviembre de 2011.

	Área Metropolitana	Municipio de Sevilla	Resto
Motorizado privado	54%	40%	65%
Transporte público	14%	20%	8%
No motorizado	32%	39%	27%

Tabla 4 – Reparto modal de los desplazamientos en el total del Área Metropolitana de Sevilla, de los desplazamientos internos al municipio de Sevilla y del resto de los desplazamientos. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la encuesta domiciliaria de movilidad de noviembre de 2007.

La movilidad en bicicleta ha experimentado un notable ascenso en el municipio de Sevilla tras la construcción de la red de vías ciclistas acometida en 2006, alcanzando en la actualidad el 9% de la movilidad mecanizada (6% de la movilidad total), que se reparte a razón de algo menos de un tercio en bicicleta pública y algo más de dos tercios en bicicleta privada (SIBUS, 2012). Este ascenso no ha tenido, sin embargo, contrapartida en los municipios de la corona metropolitana, en los que el uso de la bicicleta como modo de transporte se ha mantenido en valores testimoniales, similares a los del municipio de Sevilla antes de la construcción de la red de vías ciclistas.

### 3.2 Caracterización inicial de la intermodalidad Bicicleta–Transporte Público en el Área Metropolitana de Sevilla

A partir de la información suministrada por el Consorcio de Transporte del Área de Sevilla, la Sociedad del Metro de Sevilla y la Gerencia de Cercanías Sevilla; así como de los trabajos de campo realizados hasta la fecha, se pueden inferir una serie de características generales acerca de la estructura de la intermodalidad Bicicleta–Transporte Público en el Área Metropolitana de Sevilla:

- La intermodalidad Bicicleta–Transporte Público se basa en el modelo “Bike on Board” en las líneas de cercanías, donde se permite gratuitamente el transporte de bicicletas, sin restricciones. Una primera evaluación del volumen de esta intermodalidad, basada en los conteos realizados, arroja un volumen en torno al 4-5% del total de los desplazamientos en dicho modo.
- La única línea de metro de Sevilla permite el acceso gratuito de bicicletas, sin ninguna restricción en el caso de las bicicletas plegables y con una restricción horaria en el caso de las bicicletas convencionales. De 7:30–9:30 y de 12:30–15:30 sólo podrán acceder dos bicicletas por convoy en las estaciones de Ciudad Expo, San Juan Bajo, Pablo de Olavide, Condequinto y Olivar de Quintos; ninguna bicicleta en las demás estaciones. El volumen de intermodalidad Bicicleta-Transporte Público es del orden del 2% del total de desplazamientos en dicho modo.
- El transporte de bicicletas no se permite, como norma general, en las líneas de autobuses metropolitanos y sólo algunas líneas permiten el transporte de bicicletas plegables. Este tipo de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público es, de todos modos, residual.

- El Consorcio de Transportes ha colocado bicicleteros con un total de 1.050 plazas para el estacionamiento de bicicletas en las paradas y estaciones de los autobuses, y el metro. No obstante, el uso de esta infraestructura es muy reducido, debido posiblemente a su ubicación en la vía pública, sin medidas de protección adicionales ante posibles robos.
- Los autobuses municipales de Sevilla TUSSAM no tienen un impacto reseñable en el transporte metropolitano aunque cabe destacar que sólo permiten el acceso, de forma gratuita, de bicicletas plegables.

El sistema de bicicleta pública del municipio de Sevilla, SEVici, posee estaciones en las proximidades de la práctica totalidad de las estaciones y paradas del transporte público metropolitano. Asimismo, no está limitado su uso a personas censadas en el municipio de Sevilla. De las encuestas realizadas se deduce que un 5% aproximadamente de los desplazamientos en SEVici son desplazamientos intermodales con el transporte público interurbano y que un 8% aproximadamente son desplazamientos intermodales con el autobús urbano.

A este breve listado habría que añadir las infraestructuras de intermodalidad concentradas en la Estación “Plaza de Armas” de autobuses metropolitanos, serán analizadas en la próxima sección.

### 3.3 La Estación “Plaza de Armas”

La estación de autobuses metropolitanos Estación “Plaza de Armas” es la más importante de todo el sistema de autobuses metropolitanos, que como hemos visto soporta la mayor parte del transporte público metropolitano. Un 43% de las líneas metropolitanas (25 líneas) tienen su cabecera en dicha estación, que acogió a un total de 5.750.000 viajeros durante 2012. La estación posee las siguientes infraestructuras de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público:

- El servicio de préstamo manual de bicicletas BUS+BICI, con un total de 172 bicicletas de préstamo, que realizó 41.580 préstamos en 2012.
- 90 plazas el aparcamiento de bicicletas en el interior de la estación, asociado al servicio BUS+BICI.
- Una estación del sistema de bicicleta pública SEVici junto al acceso principal de la estación, con un total de 39 bornetas de amarre.

El servicio BUS+BICI (ver <http://www.consorciotransportes-sevilla.com/>) ofrece el préstamo gratuito de una bicicleta a los usuarios de los autobuses metropolitanos que finalicen su viaje en la Estación “Plaza de Armas”. La bicicleta se presta durante todo un día laborable, debiendo el usuario devolverla en la misma estación.

El sistema de bicicletas públicas SEVici (<http://www.sevici.es/>) es también gratuito durante la primera media hora, pudiéndose encadenar varios periodos de media hora consecutivos (el abono anual es de 33,33€ y el semanal de 13,33€).

Durante la semana del 14 al 20 de octubre de 2013 se recogieron datos acerca de los préstamos de bicicletas tanto por el servicio BUS+BICI como en la estación de SEVici. Los resultados de estos conteos se muestran en la Tabla 5, que muestra un nivel similar

de préstamos en ambos servicios. No obstante, la distribución horaria de los préstamos (no se muestra por razones de espacio) es muy diferente en ambos sistemas. Mientras que el servicio BUS+BICI concentra sus préstamos a primeras horas de la mañana y de la tarde (con sendos picos de 7:30 a 8:30 y de 14:30 a 15:30 que concentran el 52% de los préstamos), la distribución horaria de los préstamos de SEVici es mucho más homogénea.

Días	14	15	16	17	18	19	20	Σ
Préstamos / devoluciones BUS+BICI	251	248	258	266	222	--	--	1245
Préstamos SEVici	221	217	236	227	256	161	149	1467
Devoluciones SEVici	221	221	236	248	264	154	122	1466

Tabla 5 – Préstamos y devoluciones correspondientes al servicio BUS+BICI y en la estación de SEVici próxima a la estación de autobuses metropolitanos Plaza de Armas durante la semana del 14 al 20 de octubre de 2013.

No obstante, una encuesta realizada con posterioridad entre los usuarios de la estación de SEVici (28/01/2014) mostró que sólo un tercio de los préstamos de SEVici tenían relación con los desplazamientos en transporte público metropolitano con origen o destino en la Estación “Plaza de Armas”.

Finalmente, durante dicho sondeo se contabilizaron 64 usos de los aparcabicis interiores de la estación (un 40% de los préstamos totales de BUS+BICI ese día). De todos estos datos y de los aproximadamente 41.000 préstamos anuales del sistema BUS+BICI, podemos deducir que el volumen de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público de la Estación “Plaza de Armas” ronda los 140.000 desplazamientos tanto de ida como de vuelta al año, en torno al 2,5% del total de viajes que acoge la estación.

El Consorcio de Transportes realiza anualmente encuestas de satisfacción entre los usuarios del servicio BUS+BICI que indican unos niveles altos de satisfacción (más de 8 puntos sobre 10) y nos permiten trazar el perfil del usuario tipo del servicio. En su mayor parte son jóvenes (de 18 a 25 años) estudiantes o trabajadores por cuenta ajena, que usan la bicicleta para acceder a sus lugares de estudio (60-70%) o trabajo (30-35%). Son también usuarios habituales del transporte público que utilizan el servicio frecuentemente (el 80% más de tres veces a la semana).

Para completar estos datos, durante los meses de octubre a diciembre de 2013 se repartió otra encuesta entre los usuarios del BUS+BICI, orientada a conocer sus hábitos de intermodalidad. Contestaron la encuesta 117 usuarios de un total de 1.149 personas que usaron el servicio durante esos meses, siendo los resultados relativos a la tipología de usuarios y la frecuencia de uso similares a los de las encuestas del Consorcio. La encuesta puso además de manifiesto que, pese a ser ciclistas habituales, solo un 5% utilizaba la bicicleta en la etapa inicial de su desplazamiento. Sin embargo, a la pregunta de si usarían la bicicleta como modo de acceso al transporte público en caso de disponer de aparcamientos seguros en las estaciones, un 38% respondía afirmativamente. Este porcentaje crecía hasta un 47% entre aquellos usuarios que recorrían más de 300 m en la etapa inicial de su desplazamiento (hasta la parada del autobús). Estos resultados sugieren una elevada disposición de los usuarios del servicio BUS+BICI a usar la bicicleta también como modo de acceso al transporte público.

### 3.4 Resumen y Discusión

De los datos recogidos se deduce un volumen de intermodalidad Bicicleta-Transporte Público Metropolitano de entre el 2 y el 3% del total de los desplazamientos en transporte público metropolitano, siendo la mayoría según la modalidad “Bike on Board”, con una cierta participación de los desplazamientos que utilizan bicicletas de préstamo (BUS+BICI y SEVici) como modo de egreso en las estaciones de municipio de Sevilla.

Los resultados de esta sección ponen de manifiesto, tanto el escaso desarrollo del transporte público metropolitano como de la intermodalidad Bicicleta-Transporte Público en el Área Metropolitana de Sevilla. Respecto de esta última, a diferencia de lo que ocurre en sistemas más desarrollados (ver Tabla 2), el sistema de intermodalidad de Sevilla presenta un escaso desarrollo de los sistemas “Bike and Ride” y, allí donde estos sistemas están desarrollados (Estación “Plaza de Armas”), hay una fuerte dependencia de los sistemas de préstamo en estación frente al uso de la bicicleta propia y consecuentemente predominio de los egresos sobre los accesos.

En todo caso, de los resultados tanto cualitativos como cuantitativos obtenidos, se desprende que existe una gran potencialidad para el desarrollo de la intermodalidad Bicicleta-Transporte Público, identificándose algunas buenas prácticas que llegan a suponer cifras de intermodalidad significativas, basadas en sistemas sencillos, bien valorados por los usuarios, de bajo coste y fácil implantación, que podrían generalizarse en otras estaciones del Área Metropolitana.

## 4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INTERMODALIDAD BICICLETA-TRANSPORTE PÚBLICO

La metodología propuesta parte de una óptica garantista, en consonancia con el objetivo de la UE de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte entre un 54% y un 67% (respecto de 1990) de aquí a 2050 (Comisión Europea, 2011). Desde dicha perspectiva, entendemos que es responsabilidad de las administraciones públicas ofrecer a todos los ciudadanos la posibilidad efectiva de realizar sus desplazamientos de movilidad obligada mediante una cadena intermodal sostenible en todos sus eslabones: peatonal, bicicleta y transporte público.

Como ya hemos comentado, el papel de la bicicleta no se circunscribe solo a su capacidad para vehicular desplazamientos urbanos de 5 km o menos, sino que permite también aumentar notablemente el radio de influencia de las paradas y estaciones del transporte público.

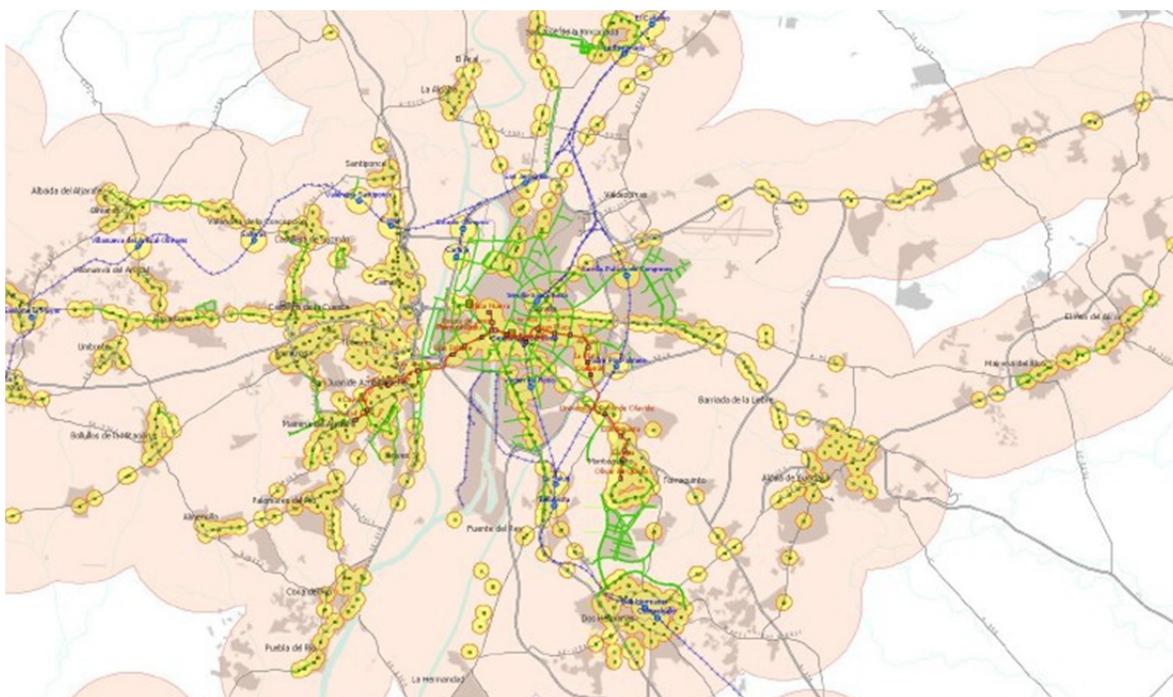


Figura 1 – Áreas de influencia peatonal (amarillo) y ciclista (salmón) de las paradas y estaciones del transporte público del Área Metropolitana de Sevilla. Las áreas de influencia peatonal son círculos de 300 y 500 metros para las paradas y estaciones de autobús y metro/cercanías respectivamente. Las áreas de influencia ciclista son círculos de 3 km indistintamente. En gris las zonas urbanizadas.

Existe un amplio consenso en establecer en torno a los 300 m el área de influencia peatonal de una parada de autobús (IDAE, 2006; Ayuntamiento de Sevilla, 2007). En lo que respecta al ferrocarril, existe un consenso general en que esta distancia debe ser incrementada (O'Sullivan y Morrall, 1996; Krygsman et al., 2004). En este trabajo, por coherencia con las figuras de planeamiento de nuestra área de estudio, elegiremos los criterios contemplados en el Avance del Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla del Ayuntamiento de Sevilla (2007):

- Área de influencia de 300 m en torno a las paradas de autobús.
- Área de influencia de 500 m en torno a las estaciones de ferrocarril y metro.

En lo que respecta al área de influencia ciclista, Martens (2004) reporta distancias medias sistemáticamente superiores a 2 km e inferiores a 4 km para los accesos y egresos en bicicleta a las estaciones de autobús y tren de Holanda, Alemania y Reino Unido. Para este estudio, tomaremos una distancia de 3 km como primera estimación del radio de accesibilidad ciclista de las estaciones metropolitanas del transporte público.

La Figura 1 representa una primera aproximación al análisis del área servida por las diferentes estaciones del transporte público en el Área Metropolitana de Sevilla. Puede observarse como el área efectiva del transporte público pasa de una serie racimos más o menos dispersos o incluso una estructura en forma de tela de araña a una “mancha de aceite” con un amplio grado de cobertura tanto del territorio como de la población.

El alto grado de solapamiento observable entre las áreas de influencia ciclista, nos muestra la necesidad de seleccionar un número más reducido de paradas y estaciones como intercambiadores Bicicleta–Transporte Público. Conviene decir que las estimaciones de la Figura 1 son muy primitivas al haberse analizado mediante el uso de círculos perfectos. Las áreas de influencia deben ajustarse en función de diversos factores como son el efecto de la orografía sobre la accesibilidad ciclista, la existencia de barreras que impidan una conexión directa en bicicleta (accidentes orográficos, autopistas, tejidos industriales, etc.).

El efecto de la orografía en el tráfico ciclista fue analizado en Broach et al. (2009) estimando que los ciclistas estarían dispuestos a dar un rodeo que aumentara su ruta en aproximadamente un 27% por cada 1% de pendiente adicional. Esto lleva a la expresión:

$$D=D_0(1+0,27)^p$$

como estimación de la distancia que un ciclista estaría dispuesto a recorrer en presencia de una pendiente continuada. En dicha expresión  $D$  es la distancia en presencia de la pendiente,  $D_0$  la distancia en ausencia de pendiente, y  $p$  la pendiente en tanto por ciento. A efectos prácticos y a fin de simplificar el análisis, hemos usado el valor de la pendiente para el que la distancia se reduce a la mitad (3%) como límite de pendiente “infranqueable” para el ciclista medio.

A partir de estas estimaciones y de los datos de población, movilidad, infraestructura de transporte público, infraestructura de vías ciclistas, orografía, etc., del área de estudio, es posible elaborar un Sistema de Información Geográfica (SIG) sobre el que trabajar para la identificación del número y la ubicación de las estaciones y paradas que podrían constituir el núcleo inicial de intercambiadores Bicicleta–Transporte Público, a fin de maximizar la población servida y las condiciones del servicio.

En el marco de dicho SIG, las áreas de influencia se definieron como las zonas comprendidas en un radio de 3km en torno a las estaciones seleccionadas (las del transporte público de gran capacidad) corregidas a la baja teniendo en cuenta los límites adicionales impuestos por:

- La presencia de pendientes superiores al 3%.
- Los cauces fluviales, salvo si hay pasos adecuados para los ciclistas.
- Las autovías, salvo si hay pasos adecuados.
- Las líneas férreas salvo si hay pasos adecuados.

En la Figura 2 podemos ver un avance de la aplicación de estas herramientas y criterios al Área Metropolitana de Sevilla, donde se han seleccionado las estaciones de cercanías de Sevilla, de la Línea 1 de Metro y las estaciones del autobús metropolitano (3 en total), pero no las paradas del mismo. También se han incluido las estaciones del tranvía metropolitano planificadas pero no ejecutadas (3 líneas).

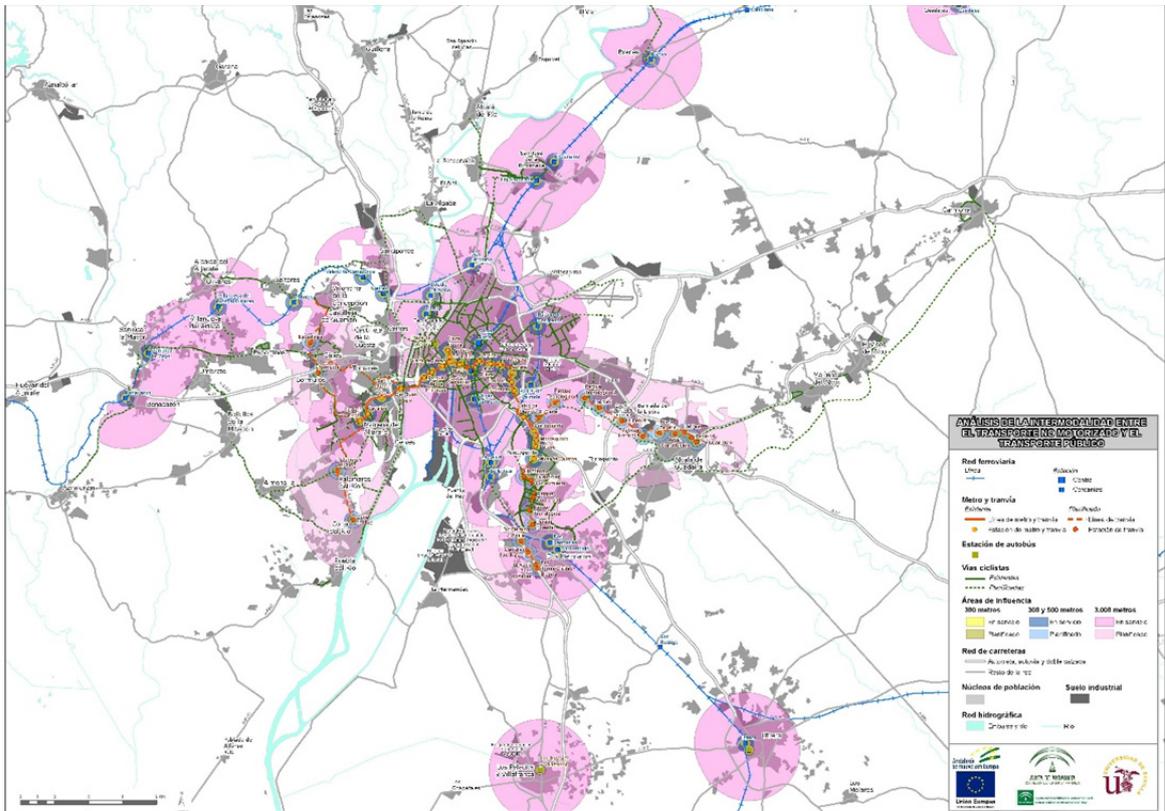


Figura 2. Áreas de influencia que se deducen de la aplicación de las herramientas SIG.

La herramienta desarrollada permite además cuantificar la población total servida por las mencionadas estaciones según áreas de influencia de 500 metros (peatonal) y de 3km corregida (ciclista). Estos resultados se ofrecen en la Tabla 6. Como se puede observar en la Figura 2 y en la Tabla 6, se produce un importante incremento tanto del área como de la población servida por las estaciones. Este incremento supone pasar de un 27% de la población total del Área Metropolitana a un 73% cuando se tiene en cuenta toda la infraestructura (existente y planificada). Incidentalmente, esta metodología permite evaluar el tanto por ciento adicional de población servida por la infraestructura planificada. El bajo porcentaje de dicho incremento pone en cuestión, en principio, la utilidad de dicha nueva infraestructura.

Área de influencia 500 metros			Área de Influencia 3 kilómetros corregida		
Existente	Planificada	Total	Existente	Planificada	Total
22,3%	5,1%	27,3%	66,3%	6,7%	73,0%

Tabla 6: Porcentajes de la población metropolitana servidos por las estaciones de transporte público de gran capacidad (ver texto para la definición de este concepto) en función de las diferentes áreas de influencia consideradas.

Esta tarea culmina con un proceso de investigación y participación en curso. Este proceso permite evaluar la demanda de sistemas de intermodalidad Bicicleta-Transporte Público a escala metropolitana distinguiendo entre:

- Demanda máxima: es decir todos los desplazamientos susceptibles de ser realizados mediante combinaciones entre a bicicleta y el transporte público con origen en alguna de las áreas de influencia determinadas.
- Demanda esperada: es decir e porcentaje de la demanda máxima que efectivamente cabe esperar se realice en la práctica.

Este proceso permite finalmente determinar la ubicación y características de los intercambiadores, hasta confluir en propuestas de actuación concretas en función de los diferentes escenarios contemplados. La metodología se esquematiza en la Figura 3.

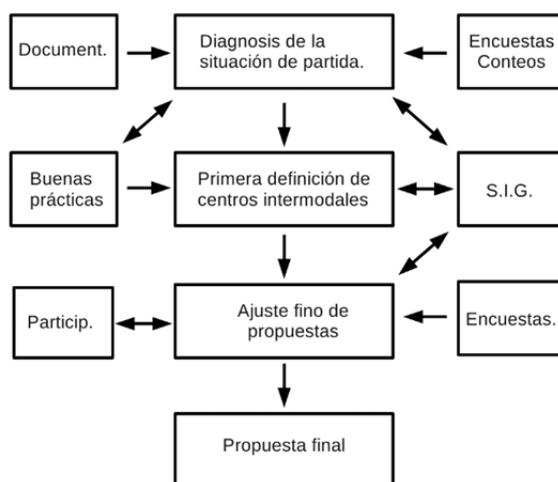


Figura 3 – Esquema metodológico para la elaboración de un Plan Metropolitano de Intermodalidad Bicicleta–Transporte Público.

## 5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

La bicicleta permite aumentar notablemente el radio de influencia de las estaciones del transporte público desde unos cientos de metros a aproximadamente 3km. Este es el principal punto de partida para el desarrollo de planes de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público en ámbitos metropolitanos.

El Área Metropolitana de Sevilla, como la mayoría de las áreas metropolitanas de nuestro país, presenta una estructura de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público embrionaria, con predominio de los modelos “Bike on Board”, de escaso potencial. No obstante, tras el éxito de la red de vías ciclistas del municipio de Sevilla, se han empezado a desarrollar algunas buenas prácticas que sugieren un gran potencial de desarrollo de la intermodalidad Bicicleta–Transporte Público a escala metropolitana basada en modelos “Bike and Ride”, con la posible presencia de sistemas de préstamo en estación, y en coordinación con los sistemas de bicicletas públicas ya presentes en la región, o que podrían proponerse en el marco del Plan de Intermodalidad Bicicleta–Transporte Público.

Tras una primera fase de diagnóstico, la metodología propuesta parte del análisis objetivo de las redes de transporte público y de vías ciclistas, así como de la determinación de los ámbitos de influencia peatonales y ciclistas de las estaciones del transporte público. A partir de ahí se identifican, en una primera aproximación, los centros de intermodalidad Bicicleta–Transporte Público a desarrollar durante la aplicación del Plan. Esta identificación se ajustará posteriormente mediante un proceso de participación social e investigación sociológica.

### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por los fondos FEDER de la UE a través del proyecto G-GI3001/IDID “Bicicleta–Transporte Público” de la Consejería de Fomento de la Junta de Andalucía. Agradecemos asimismo al personal de la Agencia de Obra Pública de Andalucía su apoyo, dedicación y profesionalidad.

## REFERENCIAS

AUGÉ, M. (2008). *Éloge de la Bicyclette*. Payot & Rivages. Paris.

AYUNTAMIENTO DE SEVILLA (2007) Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla (Avance).

AYUNTAMIENTO DE SEVILLA (2013) Evaluación SEVici 2012.

BACHAND-MARLEAU, J., LARSEN, J., AHMED, M. EL-GENEIDY (2011). The much anticipated marriage of cycling and transit: But how will it work. *Transportation Research Record*, 2247, pp. 109-117.

BROACH, J., GLIEBE, J., & DILL, J. (2009). Development of a Multi-class bicyclist route choice model using revealed preference data. 12th International Conference on Travel Behavior Research, Jaipur, India, December 13-18, 2009.

BUEHLER, R. y PUCHER, J. (2012). International overview: Cycling trends in Western Europe, North America, and Australia. En J. PUCHER y R. BUEHLER (ed.) *City Cycling*. MIT Press, Cambridge, MA. pp. 9-30.

BÜTTNER, J. y PETERSEN, T. (2011). Optimising Bike Sharing in European Cities-A Handbook. CASTILLO-MANZANO, J. I. Y SÁNCHEZ-BRAZA, A. (2012). Can anyone hate the bicycle? The hunt for an optimal local transportation policy to encourage bicycle usage. *Environmental Politics*, 6, pp. 1010-1028.

CHAPMAN, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of transport geography*, 15(5), pp. 354-367.

COMISIÓN EUROPEA (2011) Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050.

CROW (2007) Design Manual for Bicycle Traffic. CROW, The Netherlands.

DE MAIO, P. (2009). Bike-sharing: History, impacts, models of provision, and future. *Journal of Public Transportation*, 12(4), pp. 41-56.

ECMT, EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT (2004) *Implementing Sustainable Urban Travel Policies: Moving Ahead: National Policies to Promote Cycling*. OECD Publishing.

HEGGER, R. (2007). Public transport and cycling: living apart or together?. *Public Transport International*, 56(2), pp. 38-41.

HOOK, W. y REPLOGLE, M. (1996). Motorization and non-motorized transport in Asia: Transport system evolution in China, Japan and Indonesia. *Land Use Policy*, 13(1), pp. 69- 84.

IDAE, INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2006). *PMUS: Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible*.

- IDAE, INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2007). Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España
- ITDP, INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY (2013). The Bike Sharing Planning Guide.
- KRIZEK, K. J. y STONEBRAKER, E. W. (2010). Bicycling and Transit. Transportation Research Record, 2144, pp. 161-167.
- KRYGSMAN, S., DIJST, M., ARENTZE, T. (2004). Multimodal public transport: an analysis of travel time elements and the interconnectivity ratio. Transport Policy, 11(3), pp. 265-275.
- MARQUÉS, R. (2011). Sevilla: una experiencia exitosa de promoción de la movilidad en bicicleta en el Sur de Europa. Hábitat y Sociedad, 3, p. 107-130. <http://transporte público://www.habitatysociedad.us.es>
- MARTENS, K. (2004). The bicycle as a feeding mode: experiences from three European countries. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 9(4), pp. 281- 294.
- MARTENS, K. (2007). Promoting bike-and-ride: The Dutch experience. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 41(4), pp. 326-338.
- MIDGLEY, P. (2011). Bicycle-sharing schemes: enhancing sustainable mobility in urban areas. United Nations, Department of Economic and Social Affairs.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2010) El Transporte Urbano y Metropolitano en España.
- O'SULLIVAN, S., y MORRALL, J. (1996). Walking distances to and from light-rail transit stations. Transportation research record: journal of the transportation research board, 1538(1), pp. 19-26.
- (PAB, 2014) Pan Andaluz de la Bicicleta 2014-2020. Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía, Consejería de Fomento (2014). [www.aopandalucia.es/planandaluzdelabicicleta/](http://www.aopandalucia.es/planandaluzdelabicicleta/)
- PARDO, C. F. (2009). Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina. Descargado el 10 de enero de 2014, de Cepal publicaciones website: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/1/35361/lcw229e.pdf>
- PENG, Z., SUN, D., LU, Q (2012). China's Public Transportation: Problems, Policies, and Prospective of Sustainability. Ite Journal, May, pp. 36-40.
- PUCHER, J., PENG, Z. R., MITTAL, N., ZHU, Y., KORATTYSWAROOPAM, N. (2007). Urban transport trends and policies in China and India: impacts of rapid economic growth. Transport Reviews, 27(4), pp. 379-410.
- PUCHER, J. y BUEHLER, R. (2008). Making cycling irresistible: lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. Transport Reviews, 28 (4), pp. 495-528.

PUCHER, J., DILL, J., HANDY, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review. *Preventive Medicine*, 50, pp. S106-S125.

PUCHER, J., BUEHLER, R., 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), pp. 451-475.

PUCHER, J. y BUEHLER, R. (2012). Integration of Cycling with Public Transportation En J. PUCHER y R. BUEHLER (ed.) *City Cycling*. MIT Press, Cambridge, MA. pp. 157- 182.

SANZ, A., PÉREZ-SENDEROS, R., FERNÁNDEZ, T. (1996). *La Bicicleta en la Ciudad*. Ministerio de Fomento, Madrid.

SHAHEEN, S., ZHANG, H., MARTIN, E., GUZMAN, S. (2011) Hangzhou public bicycle: understanding early adoption and behavioral response to bikesharing in Hangzhou, China. *Transportation Research Record*, 2247, pp. 34-41.

SIBUS, SISTEMA INTEGRAL DE LA BICICLETA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA (2012) Investigación sobre el uso de la bicicleta en la ciudad de Sevilla, 2011. <http://bicicletas.us.es/Sevilla2011.pdf>