

MÁS ALLÁ DE LA ESTRUCTURA URBANA Y DEL PATRÓN DE VIAJE. EL «ENTORNO DE MOVILIDAD» COMO INSTRUMENTO PARA LA PLANIFICACIÓN Y LA EVALUACIÓN

Julio A Soria-Lara

Amsterdam Institute for Social Sciences Research (AISSR). University of Amsterdam
j.a.sorialara@uva.nl

Luis Miguel Valenzuela Montes

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Universidad de Granada.
lvmontes@ugr.es

RESUMEN

En los últimos años ha existido un interés creciente por profundizar en el conocimiento de las relaciones existentes entre la estructura urbana y el patrón de viaje. Sin embargo, predomina la ausencia de conceptos y métodos capaces de hacer extensible este conocimiento a los distintos agentes implicados en la planificación y evaluación de la movilidad urbana. Desde este punto de vista, el artículo propone el concepto de *entorno de movilidad* como instrumento para la planificación y la evaluación, incluyendo un método para su identificación.

Palabras clave: Sostenibilidad, forma urbana, transporte público, metro ligero.

ABSTRACT

Over the last years there is a growing interest to insight on the relationships between urban structure and travel patterns. Nevertheless, it is notably the lack of concepts and methods for application in urban transportation planning which try to incorporate this knowledge into the practice. To address this problem, the article aims to propose the concept of «mobility environment» as an instrument for mobility planning and evaluation, jointly with a method for its identification.

Fecha de recepción: marzo 2012.

Fecha de aceptación: febrero 2013.

Key words: Sustainability, urban form, public transport, Light Rail System.

I. INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana cada vez está sometida a un mayor número de demandas (ambientales, sociales, urbanas, tecnológicas, modales, etc.), cuya respuesta radica en buena parte, en la generación de métodos integradores de aquellas dimensiones influyentes en la movilidad, tanto a nivel conceptual y metodológico (Banister, 2008), como a nivel instrumental (Vieira *et al.*, 2007). Desde la literatura especializada, se apunta a que la búsqueda de una integración efectiva entre elementos de la estructura urbana de la ciudad y sus patrones de viaje, es determinante para afrontar estas demandas, tal y como señalan diferentes autores a nivel nacional, internacional (Hickman *et al.*, 2010) o gubernamental (EC, 2009). Señalar este aspecto, significa opinar que la estructura urbana y los patrones de viaje están recíprocamente relacionados, de manera que tomar medidas que favorezcan situaciones de equilibrio entre ambos fomentaría externalidades positivas, tales como, facilidad de acceso a actividades, empleos, equipamientos, mejoras en los estándares de vida, etc. Por otro lado, alejarnos de situaciones de equilibrio supondría fomentar externalidades negativas, por ejemplo: congestión, contaminación, estrés, etc (Banister, 2005).

El hecho de que la planificación y evaluación de la movilidad tienda a oscilar en el momento actual, desde modelos de predicción de la demanda de viajes a modelos de gestión de éstos (Herce, 2009), exige la necesidad de valorar de forma conjunta estructura urbana y patrón de viaje, por tanto, resulta evidente conocer en profundidad las interrelaciones entre ambos aspectos, así como, desarrollar conceptos y métodos que fortalezcan una perspectiva integrada (Givoni y Banister, 2010), esencialmente en fases tempranas del proceso de planificación, lo que reforzaría la integración de este binomio como elemento nuclear de la toma de decisiones.

En consecuencia, en los últimos años han proliferado una importante cantidad de estudios centrados en la relación entre estructura urbana y patrón de viaje (Ewing y Cervero 2012). A pesar de ello, muchos de los instrumentos destinados a evaluar intervenciones sobre la movilidad (ej. evaluaciones de impacto ambiental, análisis de coste-beneficio, etc.) o los planes de movilidad municipal o supramunicipal propiamente, encuentran problemas para trasladar a nivel metodológico y conceptual parte de este conocimiento científico, lo que puede ser una consecuencia —entre otros—, de lo sofisticado de estas investigaciones, de su falta de perspectiva aplicada o de su débil componente espacial.

Para profundizar sobre esta cuestión, el artículo presenta el concepto de *entorno de movilidad* como elemento integrador de la estructura urbana y el patrón de viaje, incluyendo un método para su identificación, que apoyado sobre el conocimiento existente en la literatura especializada y desde un fortalecimiento de su dimensión espacial, tenga un marcado carácter práctico y funcional para la planificación y evaluación de la movilidad. Con el fin de validar estas cuestiones, se realiza una aplicación práctica para el caso de un corredor de movilidad en el área metropolitana de Granada, España.

El artículo se estructura en cinco apartados. En primer lugar, el apartado II introduce a nivel teórico el concepto de *entorno de movilidad* junto a sus principales antecedentes. El

apartado III presenta el método propuesto para identificar *entornos de movilidad*, mientras que el apartado IV incluye una aplicación práctica de este método al caso particular de un corredor de movilidad en el área metropolitana de Granada, donde se ha decidió implementar un sistema de metro ligero como instrumento articulador. Finalmente, en el apartado V se realiza una discusión sobre la operatividad y posibilidades que ofrece el concepto de *entorno de movilidad* y el apartado VI sintetiza las principales conclusiones obtenidas.

II. «ENTORNO DE MOVILIDAD». ANTECEDENTES Y CONCEPTO

1. La estructura urbana y el patrón de viaje. Descripción de variables determinantes

Las interrelaciones existentes entre la estructura urbana y el patrón de viaje no solo son complejas, sino que cuentan con una gran cantidad de dimensiones e interacciones posibles. Esto ha hecho que un amplio número de autores hayan intentado diseccionar la(s) relación(es) existente(s) entre ambos conceptos (Cervero y Kockelman, 1997) (Ewing and Cervero, 2001; 2012) (Naess, 2009) (Cao *et al.*, 2009), generalmente encaminados a descifrar qué variables son más determinantes en esta relación. La complejidad de esta cuestión ha hecho proliferar en los últimos años una importante cantidad de investigaciones, cada vez más sofisticadas, (Ewing y Cervero, 2012), lo que lleva a encontrar –en la mayoría de casos- un conocimiento profundo y exhaustivo sobre las variables más influyentes entre la estructura urbana y el patrón de viaje, constituyendo un capital de conocimiento que hace posible la propuesta de conceptos operativos y, subsecuentemente, el desarrollo de métodos que favorezcan una transferencia efectiva entre tales investigaciones y la planificación y evaluación de la movilidad.

La discusión científico-académica en torno al binomio «estructura urbana-patrón de viaje» se ha ido forjando, entre otros, como consecuencia del aumento del número de viajes y uso del automóvil en áreas urbanas durante las últimas décadas (Newman y Kenworthy, 1999) (Naess, 2006), de ahí que una gran parte de estas investigaciones se centren en analizar qué factores de la estructura urbana tienen influencia en la elección del modo de transporte (Frank *et al.*, 2008) (Mokhtarian y Cao, 2008), cómo la estructura urbana condiciona la demanda de viajes (Cervero, 2002) (Soltani y Allan, 2006), o cuáles son las principales consecuencias ambientales de un determinado patrón de movilidad (Mindali *et al.*, 2004). Consecuentemente, los resultados obtenidos sitúan a una parte mayoritaria de los autores del lado de modelos de ciudad compacta frente a modelos de ciudad dispersa, como aquellos que fortalecen patrones de viaje más próximos a la sostenibilidad ambiental (Kenworthy, 2008), sin obviar que esta dicotomía entre lo compacto y lo disperso responde a posturas extremas que ayudan a simplificar conceptualmente la temática tratada, siendo conscientes que la realidad presenta matices necesarios de ser considerados (Banister, 2005) (Chatman, 2008).

El objetivo de plantear conceptos y métodos que sirvan para integrar de manera efectiva estructura urbana y patrón de viaje desde una perspectiva de utilidad y aplicabilidad en la toma de decisiones, exige tener un conocimiento amplio de aquellas variables influyentes para el binomio en cuestión. A tenor de los trabajos citados y otros derivados, se podrían identificar seis grupos de variables vinculadas a la estructura urbana de la ciudad, que han concentrado en buena medida la mayor parte de estas investigaciones: (Banister, 2005)

(Givoni y Banister, 2010): tamaño del asentamiento, densidad, diversidad, diseño, localización espacial, accesibilidad local y provisión de aparcamientos.

Los estudios consultados muestran que el *tamaño poblacional del asentamiento* está directamente relacionado con el nivel de trabajos, actividades urbanas, servicios de transporte público y, por consiguiente, con el patrón de viaje existente. Evidencias en Gran Bretaña durante la década de los 90 pusieron de manifiesto que cuanto mayor es el tamaño poblacional de las áreas urbanas, menor es el consumo de energía derivado de su movilidad motorizada (Spencer y Frost, 1995), situación que años después, aunque con una relación causal menos evidente, fue puesta de manifiesto por Naess (2006) en otras áreas urbanas europeas.

Junto con el *tamaño poblacional del asentamiento* y a raíz del trabajo seminal de Cervero y Kockelman (1997), la *densidad*, *diversidad* y *diseño* han sido tres elementos centrales sobre los que se han buscado relaciones de causalidad entre estructura urbana y patrón de viaje. La *densidad*, comúnmente medida a partir de la población, vivienda o empleos, es para muchos autores el parámetro clave sobre el que gira las interacciones existentes en este binomio (Handy, 2002). Se podría decir que Newman y Kenworthy (1999) son los que han logrado demostrar de una forma más evidente tales interacciones, junto a éstos, otros autores que muestran luces son Cervero y Kockelman (1997), Mindali *et al* (2004) u Oakes *et al* (2007). La *diversidad* es otro parámetro determinante. Entendida como el nivel de mezcla de usos y actividades urbanas diferentes, existen evidencias significativas de que mayores niveles de diversidad están relacionadas con menores niveles de movilidad motorizada y viceversa (Cervero, 2002) (Song y Knaap, 2004). Finalmente, la variable *diseño*, entendida como la relación entre el espacio construido y el viario respecto a la generación de espacio abierto y facilidad de circulación para el transporte público, parece ser una cuestión importante para el fomento de unos u otros patrones de viaje (Jones *et al*, 2008).

Otro grupo de variables está relacionado con la *localización espacial*. Por un lado, los trabajos de Winter y Farthing (1997) reflejan que la dotación de equipamientos y servicios locales claramente reduce la necesidad de viajar y las distancias de viaje en espacios urbanos. Por otro lado, factores de *localización espacial* pueden condicionar la accesibilidad al transporte público, siendo ésta otra variable determinante en la relación entre estructura urbana y patrón de viaje, tal y como ha sido demostrado por Cervero *et al* (2009). Este último muestra esta reciprocidad de una forma más evidente, a partir de analizar como altas accesibilidades locales a infraestructuras del transporte público condicionan un mayor uso de éste en el caso de la ciudad de Bogotá (Colombia).

En último lugar, la *provisión de aparcamientos* parece ser otro factor determinante para las interacciones entre la estructura urbana y los patrones de viaje, esencialmente en lo que respecta a la elección del modo de transporte (Banister, 2002), de tal manera que la dotación de aparcamientos o la limitación en el uso de éstos puede ser clave a la hora de fomentar unos y otros patrones de movilidad.

En vista de lo anterior, cabe deducir que pueden ser cuantiosos e inabarcables los factores e indicadores que tengan cabida en cada una de los seis grupos de variables previamente comentados. De ahí, que la propuesta conceptual de *entorno de movilidad* y el desarrollo de un método para su identificación, esté apoyada sobre las tendencias y consideraciones previamente descritas, a la vez que mantenga un cierto nivel de flexibilidad que dé cabida

todas aquellas variables o factores, que en función del autor o del contexto se consideren más determinantes.

2. El concepto de «entorno de movilidad»

De acuerdo al objetivo central del artículo, son cuatro los aspectos relevantes sobre las que se construye el concepto de *entorno de movilidad*: (i) Aplicabilidad; (ii) Sencillez; (iii) Basado en el conocimiento previo y; (iv) Flexibilidad.

La *aplicabilidad* está relacionada con la capacidad del concepto para ser útil en el proceso de toma de decisiones, además de exportable a contextos y ámbitos diferentes de los utilizados originalmente. En este sentido, la *aplicabilidad* se buscará a través de la espacialidad como elemento operante del *entorno de movilidad*. Uno de los problemas identificados en una parte importante de las investigaciones que se ocupan de estudiar la relación entre estructura urbana y patrón de viaje, es su débil dimensión espacial (Brownstone y Golob, 2009), lo que hace difícil que tengan una aplicación directa por parte de planificadores y decisores. Por consiguiente, el *entorno de movilidad* debe tener una connotación espacial, física, sobre la que el planificador pueda evaluar, diagnosticar, planificar y decidir. Es decir, el *entorno de movilidad* será un ámbito espacial.

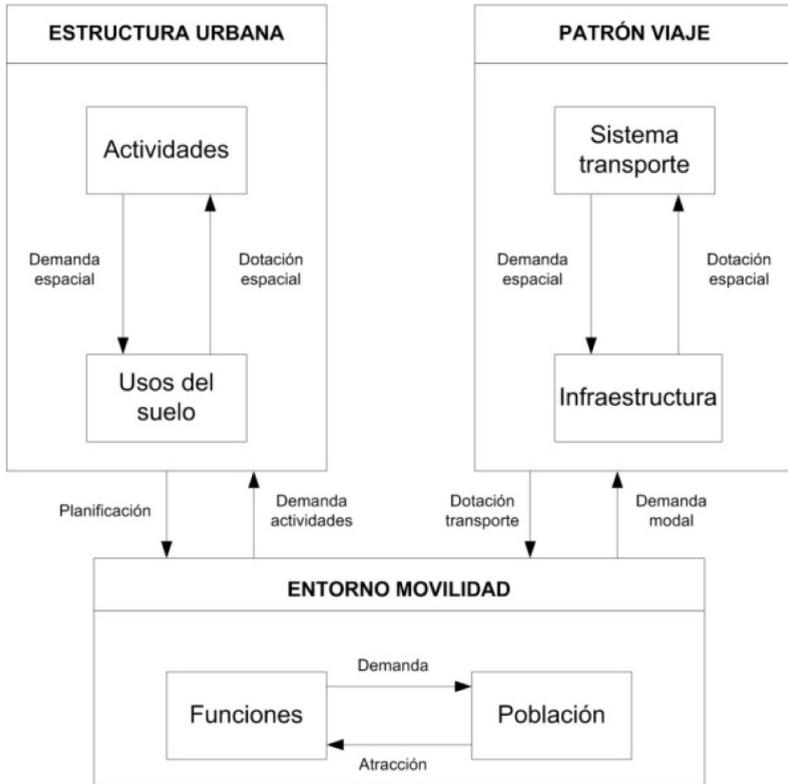
La segunda característica importante debe ser su *sencillez*, lo cual está directamente relacionado con su *aplicabilidad*. Las investigaciones consultadas tienden a valorar el binomio «estructura urbana-patrón de viaje» desde el uso de métodos sofisticados, vinculados generalmente a la estadística multivariante (Potoglou y Kanaroglou, 2008) (Pan *et al*, 2009), lo que hace difícil su aplicación directa en el proceso de planificación. De este modo, se presentará un método sencillo para identificar *entornos de movilidad* que no requerirá de tratamientos estadísticos complejos, usos de softwares especializados, etc., de modo que esté fácilmente al alcance tanto de planificadores y decisores, como de la comunidad investigadora para su estudio y optimización.

La tercera dimensión relevante del concepto tiene que ver con su capacidad para *basarse en el conocimiento previo* sobre la relación entre estructura urbana y patrón de viaje. En el apartado anterior se ha hecho mención a algunas de las características principales y variables más influyentes a la hora de entender las reciprocidades existentes entre ambos elementos. Por tanto, resulta evidente que la búsqueda e identificación de *entornos de movilidad* debe responder a esa lógica y fuente de conocimiento.

En último lugar, el *entorno de movilidad* debe ser un concepto *flexible*, capaz de operar en ámbitos escalares, competenciales y contextuales diferentes, siendo útil tanto en sistemas de planificación donde la componente técnica tiene un papel preponderante y el *entorno de movilidad* sería de utilidad para delimitar lugares de intervención (Alexander, 2009), como en sistemas de planificación más comunicativos donde el *entorno de movilidad* sería útil como guía para la toma de decisiones (Faludi, 2000). Por ello, en su definición deben de poder tener cabida un amplio abanico de factores y variables que se consideren más determinantes según el contexto o las preferencias de sus posibles usuarios.

Partiendo de las consideraciones anteriores, el *entorno de movilidad* es definido como aquella unidad espacial operativa para la planificación y evaluación, resultante de una valo-

Figura 1
ESQUEMA CONCEPTUAL DEL «ENTORNO DE MOVILIDAD»



Fuente: adaptado de Geurs *et al*, 2000.

ración integrada de factores de la estructura urbana y del patrón de viaje, capaz de aportar información sobre las siguientes cuatro dimensiones (ver figura 1):

- a) *Urbanística*: relacionada con aquellos elementos de la estructura urbana que tienen incidencia sobre el patrón de viaje.
- b) *Ambiental*: vinculada a la eficiencia de la movilidad en el uso del espacio y la energía.
- c) *Socio-económica*: relacionada con factores que pueden influir en el comportamiento a la hora de seleccionar determinados modos de transporte.
- d) *Modal*: que tiene que ver con aspectos vinculados al patrón de viaje, tales como, dotación de transporte público, tráfico privado, rutas peatonales, etc.

Para contextualizar mejor la definición conceptual de *entorno de movilidad*, conviene mencionar algunos trabajos basados en la identificación de unidades espaciales, como elementos sobre los que articular u orientar la toma de decisiones en el campo de la movilidad.

Cabe destacar el trabajo de Cervero (2002) en *Montgomery County*, donde son delimitados diferentes desarrollos urbanos en base a características homogéneas de densidad, diversidad y diseño, analizando su influencia sobre la elección modal de transporte. Este trabajo es ilustrativo en lo que respecta a la selección y búsqueda de criterios que representen variables vinculadas a la estructura urbana. Aunque a diferencia de este trabajo, la componente espacial de sus unidades de estudio es menos relevante.

La investigación de Rodríguez *et al* (2009), que delimita unidades urbanas relacionadas con el sistema de autobús público *Transmilenio* en Bogotá (Colombia) tiene una mayor proximidad con el concepto de *entorno de movilidad* que aquí se propone. A partir de las unidades urbanas definidas, el autor trata de fomentar medidas que induzcan sinergias para una mayor complementariedad entre modos de movilidad no motorizados y dicho sistema de transporte público.

A nivel español, es inspirador para la aplicación práctica incluida en este artículo, el trabajo realizado por Fariña y Pozueta (1998) en el área metropolitana de Madrid, a través de la identificación y delimitación espacial de patrones de movilidad partiendo de la identificación de distintas tipologías edificatorias de su ámbito de estudio.

Como último ejemplo, otro antecedente relevante es la investigación realizada por Bertolini y Dijst (2003), utilizando el término inglés «*mobility environments*» para destacar la importancia de los espacios articuladores de la movilidad metropolitana en la región del *Randstad* holandés, como paso previo al desarrollo de criterios y conceptos sobre los que orientar la planificación de la movilidad, concluyendo acerca de «la conveniencia de identificar diferentes entornos de movilidad en el contexto urbano y regional para orientar la toma de decisiones» (Bertolini y Dijst, 2003: 40).

A diferencia de los estudios previamente comentados, el concepto de *entorno de movilidad* se diferencia de éstos en dos aspectos fundamentalmente: (i) está más orientado a la toma de decisiones y menos a conocer las posibles relaciones existentes entre estructura urbana y patrón de viaje; (ii) en base a lo anterior, su potencial se orienta al desarrollo de principios o pautas operativas para una planificación de la movilidad en más eficiente, igualitaria y sostenible.

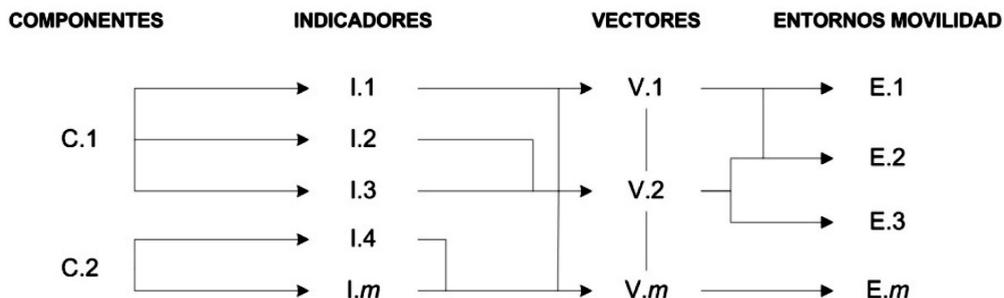
III. ¿CÓMO IDENTIFICAR «ENTORNOS DE MOVILIDAD»?

Este apartado se ocupa de presentar un método para identificar *entornos de movilidad*. De acuerdo a la descripción anterior, el método pretende ser sencillo, flexible, aplicable y exportable, a la vez que basado en el conocimiento existente sobre la relación entre estructura urbana y patrón de viaje.

Antes de describir cada una de las fases que lo componen, es necesario aclarar que este método se diseña a partir de los siguientes conceptos (figura 2):

- *Componentes*: que hacen referencia a bloques sobre los que identificar y definir los *entornos de movilidad*. En este caso particular, los componentes serán la estructura urbana y el patrón de viaje.
- *Indicadores*: miden diferentes dimensiones de cada uno de los componentes.
- *Vectores de movilidad*: aspectos particulares que condicionan la movilidad en cada caso de estudio (centralización, descentralización, preponderancia del vehículo privado,

Figura 2
 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MÉTODO PROPUESTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ENTORNOS DE MOVILIDAD



etc.), utilizados para interpretar los resultados de cada indicador tomando como referencia la literatura especializada.

El método se compone de 3 fases: (i) Definición de *componentes, indicadores y vectores de movilidad* para el caso de estudio; (ii) Matriz de interacción entre *indicadores y vectores de movilidad*; (iii) Definición de *entornos de movilidad*.

La primera fase del método relativa a la definición de *componentes, indicadores y vectores de movilidad*, tiene por objetivo acotar las dimensiones sobre las que se van identificar los *entornos de movilidad*. Su definición estará contextualizada tanto por el caso de estudio (implementación de una línea de transporte público, diagnóstico de la movilidad urbana municipal, etc.), como por las fuentes de información disponibles (nivel de desagregación espacial, secuencia temporal, etc.). Además, a la hora de determinar los vectores de movilidad, será determinante un conocimiento previo de las características particulares de la movilidad en el caso de estudio, de ahí, que la experiencia del planificador tenga un papel determinante en esta etapa del método.

La segunda fase se encarga de interpretar los resultados obtenidos para cada indicador en función de los vectores de movilidad. Para ello, se propone el desarrollo de una matriz

Tabla 1
 MATRIZ DE INTERACCIÓN ENTRE INDICADORES Y VECTORES DE MOVILIDAD

INDICADORES	VECTORES			
	V.1	V.2	V.3	V.m
I.1	(-)		(-)	(+)
I.2				
I.3		(-)	(+)	(-)
I.m	(-)		(-)	

Influencia de los indicadores sobre los vectores de movilidad:

(+) Directa, incrementos del indicador intensifica ese vector de movilidad y viceversa.
 (-) Inversa, incrementos del indicador disminuyen la intensidad del vector de movilidad y viceversa

de interacción entre indicadores y vectores. Es importante a este efecto, tener en cuenta que esta interpretación de los resultados debe tomar como base las referencias existentes en la literatura especializada en cada caso. La tabla 1 incluye un esquema conceptual de la matriz de interacción propuesta.

En base a los resultados de la matriz de interacción, se procederá a la definición de *entornos de movilidad*, como tercera y última fase del método propuesto.

IV. «ENTORNOS DE MOVILIDAD» EN EL CASO DE UN CORREDOR DE MOVILIDAD EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GRANADA

1. El metro ligero como elemento articulador de un corredor de movilidad en el área metropolitana de Granada

Durante los últimos 30 años, los procesos de metropolitanización en la *Comarca de la Vega de Granada* han reforzado una espiral de interdependencia entre los municipios que la conforman (Aguilera, 2008), en parte traducidos en crecientes flujos de viajes, especialmente en sentido corona de municipios-capital (Ayuntamiento de Granada, 2006), donde a pesar de la creación del Consorcio de Transportes Metropolitanos y la consecuente Red Integrada de Transporte Público, problemas como el crecimiento del automóvil y la congestión suponen una amenaza para la calidad del aire local, la contaminación acústica, la deslocalización territorial de usos del suelo, conjuntamente con alteraciones en el paisaje tradicional de la región como una consecuencia de las nuevas infraestructuras de transporte rodado.

Ante este panorama, las instituciones competentes han decidido implantar un sistema de metro ligero en el principal corredor de movilidad metropolitano de la región (ver tabla 2), como instrumento impulsor de nuevas pautas de movilidad. El corredor lo conforman 4 municipios: Albolote, Armilla, Granada y Maracena (ver figura 3).

Tabla 2

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO DE METRO LIGERO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GRANADA

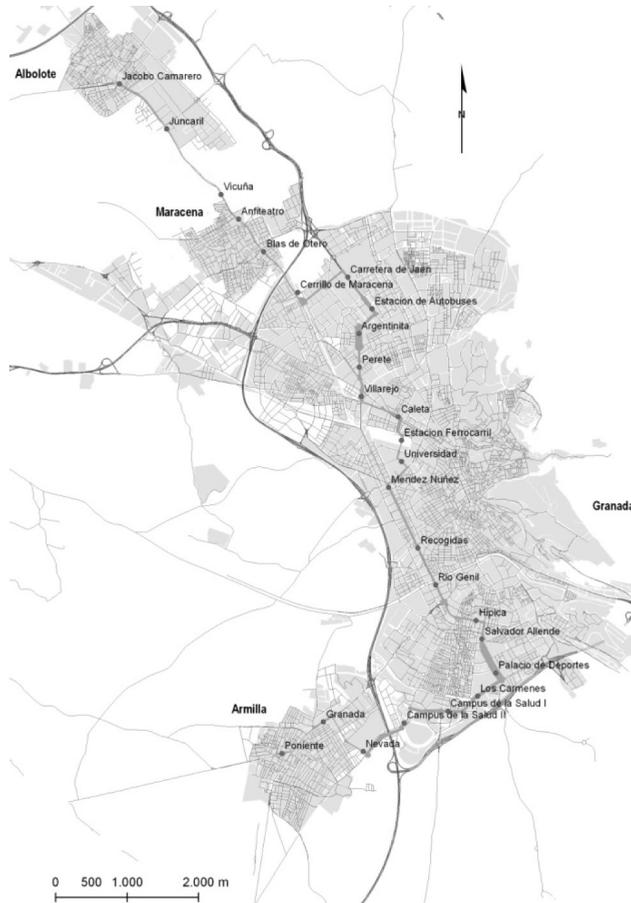
Metro ligero en el Área Metropolitana de Granada	Nº de líneas	Longitud total (m.)	Nº de paradas	Estimación de viajeros (mill/año)	Población servida	Duración
	1	15.923	26	12.9	138.248	45'

Fuente: elaboración propia a partir de la Consejería de Obras Públicas y Transportes (2011).

La decisión supone la reordenación viaria del corredor y de sus principales modos de transporte, lo que significa una oportunidad idónea para hacer ciudad, esencialmente a partir de una buena integración entre el corredor de movilidad y el entorno urbano circundante. De este modo, identificar *entornos de movilidad* puede ser una manera idónea de trabajar la integración urbana del nuevo sistema de transporte público y de todos los cambios que lleva consigo.

Con el fin de facilitar la identificación de *entornos de movilidad* en el corredor, éste ha sido dividido en 25 tramos (ver tabla 3), cada uno delimitado por dos paradas adyacentes del

Figura 3
 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL CORREDOR DE MOVILIDAD EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GRANADA, CON EL
 DETALLE DE LAS PARADAS PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE METRO LIGERO



sistema de metro ligero. Debido a que la distancia entre paradas es por lo general baja (inferior a 1Km salvo en espacios intermunicipales) y considerando la posible implementación futura de nuevas estaciones, se ha decidido que la investigación se realice a nivel metodológico a lo largo de toda la línea de metro ligero en lugar de hacerlo exclusivamente en torno a tales paradas. La aplicación del método propuesto se realizará, específicamente, en cada uno de los tramos por diferentes motivos: (i) Permite extraer conclusiones pormenorizadas de los diferentes sectores del corredor; (ii) Incrementa la capacidad de relacionar los cambios que va a sufrir el corredor con su entorno urbano como consecuencia del nuevo sistema de transporte público; (iii) Favorece la comprensión del corredor como eje estructurante del contexto metropolitano, esencialmente a partir de su capacidad articuladora de ejes transversales relevantes.

Tabla 3

TRAMOS DEL CORREDOR Y PARADAS DEL SISTEMA DE METRO LIGERO UTILIZADAS EN SU DELIMITACIÓN

TRAMOS	PARADAS	TRAMOS	PARADAS
1	Jacobo Camarero - Juncaril	14	Universidad- Méndez Núñez
2	Juncaril - Vicuña	15	Méndez Núñez – Recogidas
3	Vicuña – Anfiteatro	16	Recogidas – Río Genil
4	Anfiteatro- Blas de Otero	17	Río Genil- Hípica
5	Blas de Otero –Cerrillo Maracena	18	Hípica – Salvador Allende
6	Cerrillo Maracena – Carretera de Jaén	19	Salvador Allende – Palacio de Deportes
7	Carretera de Jaén – Estación de Autobuses	20	Palacio de Deportes – Los Cármenes
8	Estación de Autobuses – Argentinita	21	Los Cármenes – Campus de la Salud I
9	Argentinita – Perete	22	Campus de la Salud I – Campus de la Salud II
10	Perete – Villarejo	23	Campus de la Salud II – Nevada
11	Villarejo – Caleta	24	Nevada – Granada
12	Caleta – Renfe	25	Granada - Poniente
13	Renfe – Universidad		

2. Identificación de «entornos de movilidad» en el caso de estudio

Este apartado aplica paso a paso el método propuesto para la identificación de *entornos de movilidad* en el corredor del área metropolitana de Granada. Dado que el objetivo es utilizar los *entornos de movilidad* como instrumento de integración del nuevo sistema de transporte público, tales *entornos de movilidad* serán estudiados en un radio de acción de 250 m en torno al trazado del metro ligero. Esta distancia se considera idónea dado el alcance territorial efectivo que se atribuye a un sistema de metro ligero en la bibliografía especializada (Hass-Klau C y Crampton G, 2005) (Vuchic, 2005) (Zamorano et al., 2007).

La primera fase del método consistía en definir para cada caso de estudio los *componentes, indicadores y vectores de movilidad*. De acuerdo a la línea argumental del artículo, los *componentes* sobre los que se identificarán los *entornos de movilidad* serán la estructura urbana y el patrón de viaje. De cada uno de estos componentes se analizarán distintas dimensiones que se consideran relevantes a tenor del caso específico de estudio:

Respecto de la estructura urbana, las dimensiones son:

- *Densidad residencial*: como un factor clave a la hora de promover una mayor complejidad urbana que pueda afectar a la necesidad de realizar viajes motorizados.
- *Diversidad e intensidad de actividades urbanas*: analizando la capacidad de los tramos del corredor para ofrecer un abanico de diferentes actividades a sus residentes.

- *Cobertura temporal de actividades*: analizando el nivel de actividad de cada tramo del corredor en las distintas franjas horarias de un mismo día.

Respecto de los accesos y modos de viajes en el corredor, tales dimensiones son:

- *Niveles de circulación motorizada*, tanto de automóviles como de autobuses públicos en relación con la intensidad de actividades urbanas del corredor.
- *Influencia de ejes transversales*, relacionada con la capacidad de articulación viaria del corredor y sus principales modos de accesos (motorizados y no motorizados).

Atendiendo a la disponibilidad de información estadística, los *indicadores* propuestos para cada una de las dimensiones descritas están recogidos en la tabla 4.

Tabla 4
INDICADORES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ENTORNOS DE MOVILIDAD

Componentes		Indicadores
Estructura urbana	Densidad residencial	-Densidad (Nº Viviendas/Ha)
	Diversidad e intensidad de actividades urbanas	-Intensidad de actividades (Nº Actividades urbanas/1000 viviendas) -Tipo de actividad dominante (% actividades urbanas diferentes)
	Cobertura temporal actividades urbanas	-Cobertura temporal (% actividades urbanas por franja horaria)
Patrones de viaje	Niveles de circulación motorizada	-Circulación de vehículos privados por actividad urbana . (Nº veh/act.urbana) -Circulación de autobuses públicos por actividad urbana. (Nº Bus/act. urbana)
	Influencia de ejes transversales	-Incidencia de las transversales en la circulación motorizada del corredor -Incidencia de las transversales como itinerarios no motorizados (ejes de espacio público y rutas comerciales)

Dado el nivel de concreción requerido para el artículo y con el objetivo de facilitar la lectura y seguimiento de los resultados, los indicadores relativos a la influencia de ejes transversales relevantes se reducen a valorar si dichos ejes tienen o no incidencia sobre la movilidad motorizada o no motorizada del corredor. En cualquier caso, esta valoración se basa en analizar previamente su dotación de actividades urbanas, flujos de movilidad motorizados, espacio público etc., aunque esto no se muestre de manera detallada en este trabajo.

Para finalizar con la primera fase del método, se proponen tres vectores de movilidad que atienden a las características particulares del caso de estudio y sus patrones de movilidad actual:

- *Dimensión local del espacio urbano*: basada en la idea de comprobar lugares donde puede predominar una movilidad por proximidad que reduzca la dependencia de modos motorizados.
- *Especialización urbana*: que responde a la idea de identificar espacios monofuncionales con alta demanda de movilidad motorizada y concentrada en determinadas franjas horarias del día.
- *Transito urbano*: que valora la capacidad del corredor como eje de circulación e itinerario de paso para sus usuarios, especialmente en modos motorizados.

La segunda fase de la metodología consiste en elaborar una matriz de interacción entre *indicadores* y *vectores de movilidad* que ayude a interpretar los resultados obtenidos y, en consecuencia, a identificar los *entornos de movilidad*. La tabla 5 recoge la matriz de interacción resultante para los *indicadores* y *vectores* propuestos.

Tabla 5
MATRIZ DE INTERACCIÓN ENTRE INDICADORES Y VECTORES DE MOVILIDAD EN EL CASO DE ESTUDIO

INDICADORES	VECTORES		
	V.1	V.2	V.3
I.1	(+)		(-)
I.2	(+)	(-)	(-)
I.3	(+)	(-)	(-)
I.4	(+)		(-)
I.5		(+)	(+)
I.6		(+)	(+)
I.7		(+)	
I.8	(+)		

Indicadores:
 I.1. Viviendas/Ha
 I.2. Actividades urbanas/1000 viviendas)
 I.3. % Actividades urbanas
 I.4.% Actividades urbanas por franja horaria
 I.5. Vehículos privados/actividad urbana
 I.6. Autobuses públicos/actividad urbana
 I.7. Incidencia del eje transversal en la movilidad motorizada del corredor
 I.8. Incidencia del eje transversal en la movilidad motorizada del corredor

Vectores de movilidad:
 V.1. Dimensión local del espacio urbano
 V.2. Tránsito urbano
 V.3. Especialización urbana

Influencia de los indicadores sobre los vectores de movilidad:
 (+) Directa, incrementos del indicador intensifica ese vector de movilidad y viceversa.
 (-) Indirecta, incrementos del indicador disminuyen la intensidad del vector de movilidad y viceversa

Fuente: elaboración propia.

Tras aplicar los *indicadores* seleccionados al caso de estudio y atendiendo a su interacción con los *vectores de movilidad*, han sido identificados 5 *entornos de movilidad* que son: (i) Entorno de proximidad y alcance local; (ii) Entorno de proximidad y distribución circulatoria; (iii) Entorno de circulación motorizada; (iv) Entorno de centralidad metropolitana y; (v) Entorno vinculado a estaciones de transporte público.

El primero de los entornos identificados es el *entorno de proximidad y alcance local*, que hace referencia a aquellos tramos del corredor cuya movilidad está caracterizada por una fuerte dimensión local del medio urbano y, por lo tanto, la mayoría de sus flujos de movilidad deberían encontrarse altamente mediatizados por demandas locales del entorno inmediato del corredor. La componente de proximidad es muy relevante, por lo que una gran parte de las necesidades de la población residente podrían ser cubiertas sin necesidad de utilizar modos motorizados. Consecuentemente, este *entorno de movilidad* se localiza en el tramo 1 del corredor en el centro urbano de Albolote, tramos 3, 4 y 5 a lo largo del municipio de Maracena y tramo 25 en el centro urbano de Armilla. Junto a estos tramos, ya en la ciudad de Granada, han sido localizados dos tramos más, concretamente los tramos 18 y 19.

Los resultados obtenidos (ver tabla 6) reflejan que son lugares con una alta o muy alta densidad residencial (≥ 95 Viv/Ha), con excepción del tramo 1 en Albolote y del tramo 3 en Maracena, consecuencia de su propia estructura urbana de municipio rural con densidades residenciales en torno a las 35 Viv/Ha. La intensidad de actividades no residenciales es media-alta en todos los casos, superando las 100 act/1000 viviendas, con un fuerte predominio del comercial-servicios sobre el resto de actividades no residenciales, a la vez que cuentan con una amplia cobertura de actividades en prácticamente todas las franjas horarias del día. En cuanto a los patrones de viaje, son espacios con bajos niveles de tránsito motorizado respecto de la actividad no residencial, con valores promedio de 46,02 veh/actividad y 4,30 autobuses/actividad al día.

El *entorno de proximidad y distribución circulatoria* es el segundo *entorno de movilidad* identificado. Hace referencia a aquellos tramos del corredor cuya movilidad no solo está caracterizada por una fuerte dimensión local del medio urbano, como ocurría en el caso anterior, sino que además tienen funciones de distribución de tráfico entre diferentes lugares del corredor, o bien entre el corredor y el resto del sistema urbano. A la vista de lo anterior, se podría decir que sus flujos de movilidad se encuentran mediatizados tanto, por demandas locales del entorno inmediato del corredor, como por el carácter distribuidor de tráfico y transporte público que tiene este espacio, consecuencia en la mayoría de casos de la conexión con ejes transversales relevantes. Todos los tramos sobre los que se identifica este *entorno de movilidad* (tramos 11, 14, 15, 16 y 17, todos ellos en la ciudad de Granada) reciben la influencia de ejes transversales relevantes a nivel de movilidad motorizada y no motorizada, lo que refuerza el papel de estos tramos como elementos de distribución circulatoria dentro del corredor.

Los indicadores utilizados (ver tabla 6) muestran que los tramos que forman parte de este *entorno de proximidad y distribución circulatoria* son lugares con una alta o muy alta densidad residencial (≥ 86 Viv/Ha). La intensidad de actividades no residenciales es alta en todos los casos superando las 120 act/1000 viviendas, con un fuerte dominio del comercial-servicios sobre el resto de actividades no residenciales, a la vez que cuentan con un amplio espectro de actividades en prácticamente todas las franjas horarias del día. En cuanto a los

patrones de viaje, es preciso indicar que son espacios con bajos niveles de tránsito urbano motorizado respecto del nivel de actividad no residencial, con valores promedio de 36,34 veh/actividad y 4,04 autobuses/actividad al día.

El tercer *entorno* identificado en el corredor es el *entorno de circulación motorizada*, que hace referencia a aquellos tramos cuya movilidad está caracterizada por una muy débil dimensión local del medio urbano, aspecto que refuerza su condición como lugares de tránsito y/o circulación. La componente de proximidad es poco relevante en la mayoría de casos, por lo que una gran parte de las necesidades de la población residente no pueden ser satisfechas en ese mismo espacio, de ahí, que desde el punto de vista de la movilidad, se conviertan en lugares destinados exclusivamente al tránsito o circulación motorizada desde unos lugares a otros del corredor, o entre el corredor y el resto del sistema urbano, situación que en muchos casos se ve reforzada por su función como itinerarios circulatorios en el diseño de la propia ciudad. Este *entorno de movilidad* se localiza en los tramos 6, 8, 9, 10, 20 y 21 del corredor.

Los resultados obtenidos (ver tabla 6) reflejan que por lo general son lugares con baja o muy baja densidad residencial (<30 Viv/Ha), con excepción del tramo 6 (52,43 Viv/Ha) en la zona norte de Granada y el tramo 10 (133,28 Viv/Ha). La intensidad de actividades no residenciales es baja o muy baja con valores en promedio de 53,56 act/1000 viviendas, con predominio del comercial-servicios sobre el resto de actividades no residenciales, algo que no es significativo teniendo en cuenta su bajo nivel de actividad no residencial, y que a su vez hace difícil identificar patrones determinados de distribución temporal de dichas actividades. En cuanto a los modos de acceso, es preciso indicar que son espacios con alto o muy alto nivel de tránsito motorizado respecto del nivel de actividad no residencial, con valores en promedio de 384,27 veh/actividad y 23,68 autobuses/actividad al día.

El *entorno de centralidad metropolitana* es el cuarto *entorno* identificado. Hace referencia a aquellos tramos del corredor cuya movilidad está caracterizada por una fuerte especialización urbana, básicamente en lo que respecta a los usos industrial-tecnológico y equipamientos públicos. En este sentido, estos lugares se convierten en unos de los principales centros de atracción y generación de flujos de movilidad dentro del corredor. La conexión de estos tramos con ejes transversales de relevancia puede ser un factor que refuerce la identidad de estos entornos, como ocurre particularmente en el tramo 13 del corredor. Junto a éste, el *entorno de centralidad metropolitana* ha sido localizado en los tramos 2, 22 y 23.

Los indicadores utilizados (ver tabla 6) muestran que son lugares prácticamente sin actividad residencial, donde la intensidad de actividades es muy alta en todos los casos superando las 300 act/1000 viviendas, con un fuerte predominio del industrial-tecnológico y equipamientos públicos sobre el resto de actividades no residenciales, concentrando la mayor parte de su actividad entre las horas de mañana y primeras horas de la tarde. En cuanto a los accesos y modos de viaje, es preciso indicar que son espacios con altos niveles de tránsito motorizado respecto al nivel de actividad no residencial como consecuencia de su carácter central en el espacio metropolitano, con valores promedio de 123,48 veh/actividad y 9,23 autobuses/actividad al día.

Finalmente, el último *entorno* identificado es el *entorno de movilidad orientado a estaciones de transporte público*, que hace referencia a un tipo particular de entorno de centralidad metropolitana, que por su relevancia como lugares específicos orientado a la movilidad,

Tabla 6
RESULTADOS OBTENIDOS PARA CADA INDICADOR

Tramo	ESTRUCTURA URBANA										PATRÓN DE VIAJE			
	I.1	I.2	I.3		I.4				I.5	I.6	I.7	I.8		
			Comercial	Equip. tecnológico	Industrial- tecnológico	6h - 9h	9h - 14,30h	14,30h - 18h					18h - 21,30h	21,30h - 3h
1	26,56	149,70	77,78	6,94	15,28	21,33	84,00	37,33	76,00	17,33	9,66	1,28		
2	1,57	300,00	23,08	0,00	76,92	76,92	92,31	84,62	23,08	7,69	89,06	7,38		
3	22,86	130,84	76,92	15,38	7,69	21,43	100,00	14,29	71,43	0,00	111,71	10,29		
4	131,82	139,05	97,92	2,08	0,00	2,05	89,04	23,97	96,58	10,96	10,08	1,05		
5	97,46	142,50	96,43	3,57	0,00	3,51	85,96	19,30	94,74	14,04	20,55	4,79		
6	52,43	24,39	93,75	6,25	0,00	5,26	100,00	0,00	78,95	0,00	238,32	22,18		
7	42,62	52,81	93,33	6,67	0,00	6,25	93,75	12,50	93,75	12,50	471,81	46,56		
8	46,71	18,62	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	85,71	0,00	621,71	27,43		
9	34,43	61,61	80,00	20,00	0,00	15,38	100,00	7,69	61,54	0,00	906,42	14,77		
10	133,28	120,09	100,00	0,00	0,00	0,00	94,23	13,46	100,00	5,77	229,54	19,38		
11	97,97	188,70	94,05	5,95	0,00	5,88	91,98	15,51	89,84	9,63	39,88	8,64		
12	164,17	240,45	98,05	1,95	0,00	1,55	89,53	19,38	98,45	10,85	20,61	5,88		
13	8,37	300,00	26,32	73,68	0,00	57,89	94,74	68,42	100,00	5,26	0,00	0,00		
14	86,63	238,66	95,90	4,10	0,00	3,50	73,50	36,00	97,00	26,50	54,49	2,74		
15	342,94	164,85	99,14	0,86	0,00	0,58	81,44	24,32	99,28	18,56	19,75	1,01		
16	238,95	145,39	97,32	2,68	0,00	1,98	92,74	13,53	97,69	7,92	33,81	2,31		
17	205,54	122,14	97,41	2,22	0,37	2,21	87,13	19,85	97,43	13,24	33,80	5,54		
18	255,71	109,86	96,80	3,20	0,00	0,79	80,31	30,71	97,64	19,69	62,72	4,44		
19	103,53	138,94	97,37	2,63	0,00	2,47	67,90	34,57	91,36	32,10	90,99	6,84		
20	29,25	67,51	87,50	12,50	0,00	6,25	93,75	18,75	93,75	6,25	186,13	28,91		
21	38,83	63,35	64,29	14,29	21,43	35,71	100,00	35,71	78,57	7,14	205,43	26,18		
22	6,42	300,00	14,71	26,47	58,82	80,56	97,22	83,33	38,89	2,78	104,58	8,00		
23	0,74	300,00	7,14	21,43	71,43	81,25	100,00	81,25	25,00	0,00	176,80	12,32		
24	17,50	19,37	50,00	12,50	37,50	50,00	100,00	37,50	50,00	0,00	302,36	26,93		
25	94,96	115,69	90,00	5,00	5,00	8,22	88,36	21,23	87,67	10,27	16,38	1,48		

Indicadores:

I.1. Viviendas/Ha

I.2. Intensidad de actividades (Actividades urbanas/1000 viviendas)

I.3. Tipo de actividad dominante (% act.)

I.4. Cobertura temporal de actividades urbanas (% act. por franja horaria)

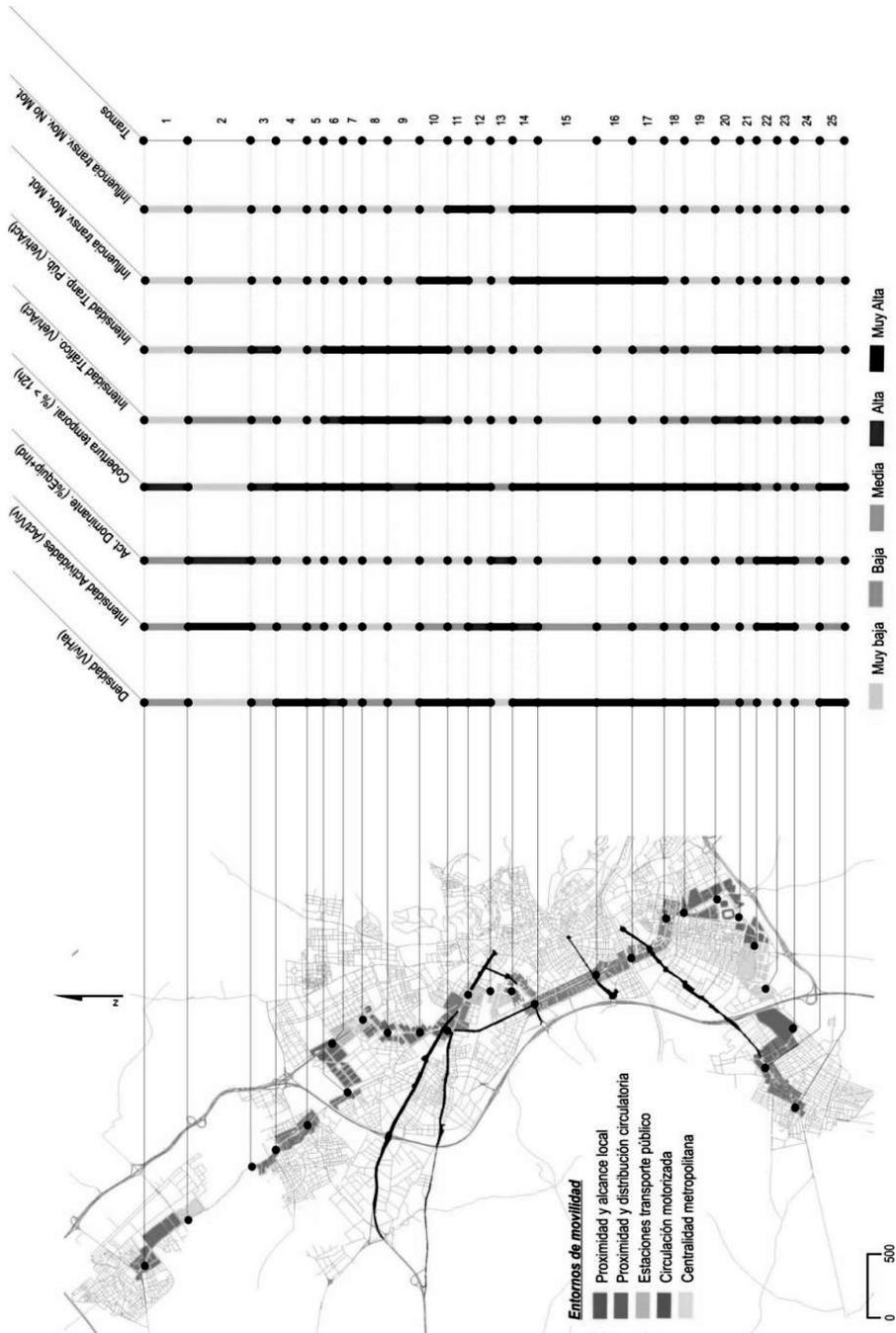
I.5. Vehículos privados/actividad urbana

I.6. Autobuses públicos/actividad urbana

I.7. Incidencia del eje transversal en la movilidad motorizada del corredor (● con influencia)

I.8. Incidencia del eje transversal en la movilidad motorizada del corredor (● con influencia)

Figura 4
REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LOS ENTORNOS DE MOVILIDAD IDENTIFICADOS



conviene tratar de forma separada a los anteriores. La distinción básica radica en el hecho de que este entorno está marcado por la localización de las principales estaciones de transporte público del corredor, como son la estación de autobuses en la zona norte de la ciudad de Granada y la estación de tren (futura estación de AVE) en la sección central del corredor. Su lógica es diferente al resto de entornos en la medida y una gran parte de los ciudadanos que se mueven a través de éstos, lo hacen para cambiar de modo de transporte y salir fuera del corredor a través de transporte público. Este tratamiento específico como entornos particulares de movilidad respecto al resto, es sugerido por autores como Bertolini y Dijst (2003). Puede ser importante para este entorno estar conectado con ejes transversales de relevancia para el corredor, algo que ocurre en el tramo 12 del caso de estudio. Se localiza también en el tramo 7 del corredor junto a la estación de ferrocarril y futura estación de A.V.E.

Los indicadores utilizados (ver tabla 6) muestran que son lugares con más intensidad residencial que el resto de entornos de centralidad previamente mostrados. Una intensidad residencial que es alta en el caso del tramo 12 (164,187 Viv/Ha) y más baja en el caso del tramo 7 (42,62 Viv/Ha). La intensidad de actividades no residenciales también varía en cada uno de los tramos seleccionados siendo muy alta en el tramo 12 (240 act/1000 viviendas) y baja en el tramo 7 (52,81 act/1000 viviendas), con un predominio del comercial-servicios sobre el resto de actividades no residenciales, y un espectro temporal de éstas que cubre prácticamente todo el día. En tramo 7 se identifica un alto tránsito motorizado respecto a la actividad no residencial de 471,81 Veh/actividad y 46,56 autobuses/act, mientras que en el tramo 12 estos valores son mucho más bajos, consecuencia de su alta intensidad de actividad no residencial con valores de 20,61 y 5,88 autobuses/act.

V. EL «ENTORNO DE MOVILIDAD» EN LA TOMA DE DECISIONES. UTILIDAD Y OPERATIVIDAD

Este apartado se ocupa de abrir una discusión sobre la utilidad y operatividad de los *entornos de movilidad* en la toma de decisiones, esencialmente respecto de las pautas dadas para su definición y aplicación. El *entorno de movilidad* había sido definido como aquella unidad espacial operativa para la planificación y la evaluación, resultante de una valoración integrada de factores de la estructura urbana y del patrón de viaje, capaz de aportar información sobre diferentes dimensiones de la movilidad (urbanística, ambiental, socio-económica y modal). Definición construida sobre cuatro aspectos esenciales condicionantes de su utilidad y operatividad: (i) Aplicabilidad; (ii) Sencillez; (iii) Basado en el conocimiento previo y; (iv) Flexibilidad.

Además de la aportación metodológica e instrumental que lleva implícita el planteamiento del artículo, en la capacidad del *entorno de movilidad* para aportar información sobre dimensiones relevantes de la movilidad, subyace la idoneidad del concepto para promover la generación de pautas y directrices para la planificación y evaluación de ésta. Así, la tabla 7 sintetiza algunas de estas directrices para el caso específico de los *entornos de movilidad* identificados en el corredor del área metropolitana de Granada.

Tal y como se puede ver en la tabla 7, la identificación de *entornos de movilidad* es clave para precisar el tipo de medidas que son necesarias de tener en cuenta a la hora de abordar una determinada intervención sobre la movilidad urbana. En el caso que nos ocupa, esta intervención se ejemplifica en la implantación/integración de un sistema de metro ligero.

Si atendemos al abanico de medidas propuestas por parte de las instituciones competentes para fomentar la integración urbana de este sistema de transporte público en Granada, pronto llamará la atención el carácter generalista de éstas (Ayesa, 2003). Se podría decir que en la mayor parte de casos tales medidas de integración responden a situaciones de «catálogo», lo que hace predominante la búsqueda de medidas que *a priori* sean bien aceptadas socialmente, sin reparar en su funcionalidad respecto del lugar específico del corredor en que se aplican. Un ejemplo significativo de esta cuestión se puede ver en el caso del espacio público, donde autoridades, técnicos y planificadores persiguen que en el balance global del proyecto exista una ganancia en espacio público como consecuencia de la implantación del sistema de metro ligero, sin reparar en que no siempre se realiza en aquellos *entornos de movilidad* que tienen más idoneidad para ello. Cuestión similar ocurre con otras medidas similares, por ejemplo: localización de aparcamientos disuasorios, carriles bici, restricción de tráfico, etc.

En esta misma línea, otra de las aportaciones más evidentes que realizan los *entornos de movilidad* en la toma de decisiones, reside en la capacidad para analizar sobre un mismo ámbito espacial medidas complementarias o sinérgicas de distinto origen (urbanístico, ambiental, socio-económico o modal). Se puede ver en la tabla 7 como las directrices recogidas para cada *entorno de movilidad* tienen un determinado grado de complementariedad y efecto sinérgico, que ayuda a abordar la integración del sistema de metro ligero desde una visión global.

Otros de los requisitos esenciales que se buscaba en la definición e identificación de *entornos de movilidad* era su *aplicabilidad*, cualidad con la que trata de cumplir tanto el concepto como el método propuesto. La aplicabilidad y, consecuentemente, su exportabilidad, se ha tratado de conseguir a través de la espacialidad como elemento central del *entorno de movilidad*. De este modo, la espacialidad es el rasgo identitario de los *entornos de movilidad* definidos, desde su delimitación inicial en un entorno urbano de 250m circundante al corredor, como en la temática de cada uno de los indicadores que con posterioridad han sido utilizados en la definición de los *entornos*. De hecho, una de las principales ventajas para el proceso de toma de decisiones de las directrices que se recogen en la tabla 7 es el hecho de estar circunscritas a un ámbito espacial determinado.

La sencillez es otro aspecto central del concepto y del método propuesto, lo que puede fomentar enormemente su aplicabilidad. Tal y como se puede ver tanto la aplicación práctica realizada, no se ha utilizado ningún software específico, más que el uso de sistemas de información geográfica para procesar la información espacial que se ha necesitado. Igualmente, no se ha realizado ningún tratamiento estadístico complejo, al contrario, se ha favorecido la experiencia del planificador y conocimiento del caso como un rasgo determinante a la hora de definir tales *entornos de movilidad* (véase la definición de los *vectores de movilidad*). Un último aspecto que refuerza la sencillez del método es la información espacial utilizada, en todos los casos procedentes de fuentes estadísticas municipales, regionales, lo que no implica grandes inversiones económicas.

Otro rasgo esencial de los *entornos de movilidad* identificados es que están basados en la literatura científica existente sobre la relación entre estructura urbana y patrón de viaje. Esto queda reflejado, por ejemplo, a la hora de diseñar la matriz de interacción entre *indicadores* y *vectores de movilidad*, así como, en el análisis posterior de los resultados por medio de la identificación de los diferentes *entornos de movilidad*. Las propias directrices de la tabla 7

Tabla 7
DIRECTRICES PARA LA PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN EN CADA ENTORNO DE MOVILIDAD

Entorno de movilidad	Dimensión Urbánística	Dimensión Ambiental	Dimensión Socio-económica	Dimensión Modal
Proximidad y alcance local	-Altas densidades residenciales -Equipamientos de alcance local -Amplia cobertura diaria de actividades -Promoción de rutas comerciales	-Fomento de espacios peatonales -Reducción del efecto barrera del corredor -Incrementos en la calidad del aire -Reducciones del nivel de ruido	-Tasas de circulación para el vehículo privado -Tasas de aparcamiento -Promoción de ventajas económicas para el uso del transporte público	-Reducción de viajes motorizados -Incremento de la actividad peatonal y ciclista -Promoción de equipamientos intermodales entre transporte público y modos no motorizados -Restricción en el uso del coche -Restricción de aparcamientos
Proximidad y distribución circulatoria	-Altas densidades residenciales -Equipamientos tanto de alcance local como metropolitano -Amplia cobertura diaria de actividades -Promoción de rutas comerciales	-Fomento de espacios peatonales -Reducción del efecto barrera del corredor -Incrementos en la calidad del aire -Reducciones del nivel de ruido -Incremento de la eficiencia del transporte motorizado -Incremento de la eficiencia energética del transporte motorizado	-Prioridad de circulación al transporte público -Tasas de aparcamiento -Promoción de ventajas económicas para el uso del transporte público	-Reducción de viajes motorizados -Incremento de la actividad peatonal y ciclista -Promoción de equipamientos intermodales entre el transporte público y el transporte privado -Sin restricciones para circular en coche
Circulación motorizada	-Baja densidad residencial -Limitar la localización de equipamientos públicos -Baja cobertura diaria de actividades -Limitar la promoción de rutas peatonales	-Incremento de la eficiencia del transporte motorizado -Incremento de la eficiencia energética del transporte motorizado -Incremento de la eficiencia energética del transporte motorizado	-Fomentar áreas de aparcamiento -Promover limitaciones de velocidad -Dar prioridad al transporte privado	-Promoción de equipamientos intermodales entre el transporte público y el transporte privado -Distribución modal orientada al tráfico privado -Fomento de aparcamientos disuasorios
Centralidad metropolitana	-Muy baja o nula densidad residencial -Alta concentración de equipamientos y servicios -Limitar la promoción de rutas peatonales	-Reducción del efecto barrera del corredor -Incremento de la eficiencia del transporte motorizado -Incremento de la eficiencia energética del transporte motorizado	-Tasas de circulación para el vehículo privado -Tasas de aparcamiento -Promoción de ventajas económicas para el uso del transporte público	-Fomentar el acceso al transporte público -Promoción de equipamientos intermodales entre transporte público y modos no motorizados -Restricción en el uso del coche -Restricción de aparcamientos
Estaciones de transporte público	-Altas densidades urbanas -Fomento de equipamientos públicos -Amplia cobertura de actividades diarias	-Fomento de espacios peatonales -Reducción del efecto barrera del corredor -Incrementos en la calidad del aire -Reducciones del nivel de ruido	-Tasas de circulación para el vehículo privado -Tasas de aparcamiento -Promoción de ventajas económicas para el uso del transporte público	-Fomentar el acceso al transporte público -Promoción de equipamientos intermodales entre transporte público y modos no motorizados -Restricción en el uso del coche -Restricción de aparcamientos

están basadas en gran medida en el conocimiento existente de la relación entre variables de la estructura urbana y del patrón de viaje, apoyadas sobre los resultados obtenidos y el conocimiento particular del caso de estudio.

Finalmente, el último rasgo a destacar de los *entornos de movilidad* identificados es su carácter flexible, lo que influye de manera directa en su exportabilidad. En este sentido, algunas de las principales líneas de progreso que se abren en esta investigación, están vinculadas a cómo optimizar la identificación de entornos de movilidad a partir de otras variables que puedan tener en cuenta, por ejemplo, las preferencias de los ciudadanos a la hora de elegir uno u otro modo de transporte en un entorno urbano determinado, etc. Situación que es posible gracias a la flexibilidad del conceptual y metodológica de los *entornos de movilidad* presentados.

VI. CONCLUSIONES

A través del concepto de *entorno de movilidad*, el presente trabajo trata de conjugar de manera operativa para la planificación y evaluación de la movilidad, parte de las relaciones existentes entre elementos de la estructura urbana y del patrón de viaje. El artículo parte de reconocer el rico conocimiento científico existente en torno a este binomio, pero destacando al mismo tiempo la ausencia conceptual y metodológica de instrumentos que orienten dicho conocimiento a la toma de decisiones. Se apunta a que algunas de las principales causas de esta cuestión enfocan a lo sofisticado de las investigaciones existentes, a su falta de perspectiva aplicada o a su débil componente espacial.

De este modo, el *entorno de movilidad* ha sido definido como aquella unidad espacial operativa para la planificación y la evaluación, resultante de una valoración integrada de factores de la estructura urbana y del patrón de viaje, capaz de aportar información sobre diferentes dimensiones de la movilidad (urbanística, ambiental, socio-económica y modal). Igualmente, se ha propuesto un método para la identificación de tales *entornos de movilidad* en un contexto dado. El método en cuestión se compone de las tres fases siguientes: (i) Definición de *componentes, indicadores y vectores de movilidad*; (ii) Matriz de interacción entre *indicadores y vectores de movilidad*; (iii) Definición de *entornos de movilidad*.

Para comprobar la validez del método, así como, la utilidad y operatividad del concepto de *entorno de movilidad* en la evaluación y planificación, se ha realizado una aplicación práctica al caso particular de un corredor de movilidad en el área metropolitana de Granada, España. En dicho corredor, las instituciones competentes han decidido implantar un sistema de metro ligero como eje articulador de éste, de manera que la identificación de *entornos de movilidad* podría ser una vía útil para fomentar una adecuada integración de este sistema de transporte público.

La aplicación del método ha tenido como resultado la identificación de hasta cinco *entornos de movilidad*: (i) Entorno de proximidad y alcance local; (ii) Entorno de proximidad y distribución circulatoria; (iii) Entorno vinculado a estaciones de transporte público; (iv) Entorno de circulación motorizada y; (v) Entorno de centralidad metropolitana.

A partir de los *entornos de movilidad* identificados en el ámbito de estudio de este trabajo, se pueden extraer algunas conclusiones relevantes respecto del método propuesto para ello. En primer lugar, el método parece útil para identificar *entornos de movilidad* en los

términos descritos en su definición. De este modo, la tabla 7 refleja distintas directrices de planificación y evaluación (urbanísticas, ambientales, socio-económicas y modales) que pueden ser imputadas a cada *entorno de movilidad* y que cuando son contrastadas con las medidas tomadas por los técnicos competentes, fácilmente se deduce el enorme potencial de su uso. Del mismo modo, el método es sencillo y no ha requerido de la utilización de ningún software específico, como así tampoco, de la utilización de técnicas estadísticas complejas que puedan condicionar su aplicabilidad.

Uno de los rasgos diferenciales del concepto y método es su dimensión espacial. Tal y como se puede ver en el apartado relativo a la aplicación del método, los *entornos de movilidad* identificados responden ámbitos espaciales delimitados en torno a 250 m respecto del corredor de movilidad, considerando este radio de acción como la distancia efectiva de alcance del sistema de metro ligero. A partir de aquí, cada *entorno de movilidad* responde a la existencia de elementos comunes en su estructura urbana y patrón de viaje, utilizando para ello indicadores con un alto potencial de representación espacial, lo que facilita su comprensión y tratamiento por parte de los distintos agentes que forman parte de la toma de decisiones.

Finalmente, señalar que este artículo abre de manera directa una línea de investigación con gran potencial futuro, relativa a poner en valor el conocimiento existente sobre las relaciones entre elementos de la estructura urbana y del patrón de viaje a través del desarrollo de conceptos operativos para la planificación y evaluación de la movilidad. De este modo, progresar sobre la espacialidad como dimensión funcional, las escalas de trabajo, o el desarrollo de estrategias integradas de planificación en cada uno de los *entornos de movilidad* identificados, supondrían vías de trabajo que den continuidad a esta investigación.

VII. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha realizado en el marco del proyecto de investigación: «Guía Metodológica para la Integración Metropolitana Sostenible de los Sistemas de Metro Ligero. INTEGRA-ME», obtenido en convocatoria pública de los proyectos de excelencia (2008 - 2013) de la Consejería de Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía (REF. P09-RNM-5394).

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILERA, F. (2008): *Análisis espacial para la ordenación eco-paisajística de la aglomeración urbana de Granada*. Tesis Doctoral. Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería. Área de Urbanística y Ordenación del Territorio. Universidad de Granada.
- ALEXANDER, E.R. (2009): «Dilemmas in evaluating planning, or back to basics: What is planning for?». *Planning, theory & Practice*, nº 10(2), 233 - 244.
- AYESA (2003): *Anteproyecto de la línea de Metro Ligero de Granada*. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía.
- BANISTER, D. (2002) «Sustainable development - or faster, further and more? » en *Remaking the Landscapes of Britain*. London (Jenkins, J.) *Profile Books Ltd*. 85-104.
- BANISTER, D. (2005): *Unsustainable transport: City transport in the new century*. London, Routledge.

- BANISTER, D. (2008). «The sustainable mobility paradigm». *Transport policy*, nº 15, 73 - 80.
- BERTOLINI, L. y DJIST, M. (2003): «Mobility environments and network cities». *Journal of Urban Design*, nº 8 (1), 27 - 43.
- BROWNSTONE, D. y GOLOB, T.F. (2009): «The impact of residential density on vehicle usage and energy consumption». *Journal of Urban Economics*, nº 65, 91 - 98.
- CERVERO, R. y KOCKELMAN, K. (1997): «Travel demand and the 3D_s: Density, diversity and design». *Transportation Research*, nº 2, 199 - 219.
- CERVERO, R. (2002): «Built environments and mode choice: toward a normative framework». *Transportation Research D*, nº 7(4), 265-284.
- CHATMAN, D. G. (2008): «Deconstructing development density: Quality, quantity and price effects on household non-work travel». *Transportation Research Part A*, nº 42(7), 1009-1031.
- EUROPEAN COMMISSION. EC. (2009): *Mainstreaming sustainable development into EU policies: 2009 Review of the European Union Strategy for Sustainable Development*. [http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0400:FIN:EN:PDF\(25/04/2010\)](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0400:FIN:EN:PDF(25/04/2010)).
- EWIN, R. y CERVERO, R. (2001): «Travel and built environment: a synthesis» *Transportation Research Record*, 1780, 35 - 15
- EWING, R. y CERVERO, R. (2012): «Travel and built environment». *Journal of the American Planning Association*, 265 - 294
- FALUDI, A. (2000): «The performance of spatial planning». *Planning Practice & Research*, 15 (4), 299-318.
- FARIÑA, J. y POZUETA, J. (1998): «La movilidad en los tejidos residenciales del suburbio disperso». *Urban*, nº 2.
- FRANK, L. D., BRADLEY, M., KAVAGE, S., CHAPMAN, J., y LAWTON, K. (2008): «Urban form, travel time, and cost relationships with tour complexity and mode choice». *Transportation*, 35(1), 37-54.
- GIVONI, M. y BANISTER, D (2010): *Integrated transport. From policy to practice*. Routledge.
- HANDY, S. (2002): «Accesibility vs mobility-enhancing strategies for addressing automobile dependence in the US. Paper presented at the ECMT round review». *Paper prepared for the ESTO study on the impacts of ICT on transport and mobility*. November.
- HASS-KLAU, C. y CRAMPTON, G. (2005): *Future of Urban Transport. Learning from success and weakness: Light Rail*. Environmental and transport planning. Bergische Universität Wuppertal.
- HERCE, M. (2009): *Sobre la movilidad en la ciudad*. Editorial Reverte. Barcelona.
- HICKMAN, R., SEABORN, C., HEADICAR, P. y BANISTER, D. (2010): «Planning for sustainable travel - integrating spatial planning and transport». En *Integrated Transport: from policy to practice* (Givoni, M. and Banister, D.), pp. 33-54.
- JONES, P., BOUJENKO, N. y LAIDET, L. (2008): *Link and place: A guide to street planning and design*. London. Landor.
- KENWORTHY, J. (2008): *Transport Heaven and Hell*. ITS Magazine
- KUZMYAK, R., BABER, C., y SAVORY, D. (2006): «Use of a walk opportunities index to quantify local accessibility». *Transportation Research Record*, nº 1977, 145-153.

- MINDALI, O., RAVEH, A. y SALOMON, I (2004): «Urban density and energy consumption: a new look at old statistics». *Transportation Research Part A*, nº 38, 143 - 162.
- MOKHTARIAN, P.L. y CAO, X. (2008): «Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies». *Transportation Research B*, 43(3), 204-228.
- NAESS, P (2006): *Urban structure matters. Residential location, car dependence and travel behaviour*. The RTPI Library Series. Routledge.
- NAESS, P. (2009): «Residential self selection and appropriate control variables in land use: travel studies». *Transport Reviews*, nº 29(3), 293 - 324.
- NEWMAN, P. y KENWORTHY, J. (1999): *Sustainability and cities. Overcoming automobile dependence*. Island Press, Washington, D.C. Covelo, California.
- OAKES, J.M., FORSYTH, A., y SCHMITZ, K.H. (2007): «The effects of neighborhood density and street connectivity on walking behavior: The Twin Cities walking study». *Epidemiologic Perspectives & Innovations*, nº 4(16).
- PAN, H., SHEN, Q. y ZHANG, M. (2008): «Influence of urban form on travel behavior in four neighborhoods of Shanghai». *Urban Studies*, nº 46(2), 275 – 294.
- POTOGLU, D. y KANAROGLOU, P.S. (2008): «Modelling car ownership in urban areas: a case study of Hamilton, Canada». *Journal of Transport Geography*, nº 16, 42 - 54.
- RODRIGUEZ, D. , BRISSON, E. y ESTUPIÑAN, N. (2009): «The relationship between segment-level built environment attributes and pedestrian activity around Bogota's CRT stations». *Transportation research D*, nº 14, 470 - 478.
- SOLTANI, A. y ALLAN, A. (2006): «Analyzing the impacts of microscale urban attributes on travel: Evidence from suburban Adelaide, Australia». *Journal of Urban Planning and Development*, 132(3), 132-137.
- SONG, Y. y KNAAP, G. (2004): «Measuring urban form». *Journal of American Planning Association*, nº 70(2), 2220 - 2225.
- SPENCER, N. y FROST, M. (1995): «Work travel responses to changing workplaces and changing residences» en *Cities in Competition: The Emergence of Productive and Sustainable cities for the 21st Century* (Bretchie, J. Batty, M. Hall, P. and Newton, P.). Melbourne Longman Cheshire.
- VIEIRA, J., MOURA, F. y VIEGAS, J.M. (2007): «Transport policy and environmental impacts: The importance of multi-instrumentality in policy integration». *Transportation policy*, Nº 14 (5), 421-432.
- VUCHIC, V.R. (2005): *Urban Transit. Operations, Planning and Economics*. John Wiley & Sons, Inc.
- WINTER, J. y FARTHING, S. (1997): «Coordinating facility provision and new housing development: impacts on car use and facilities». In *Evaluating local environmental policy*, Ed. SM Farthing. Avebury studies in green research.
- ZAMORANO, C., BIGAS, J.M. y SASTRE, J. (2007): *Manual de tranvías, metros ligeros y plataformas reservadas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Consorcio de Transportes de Madrid.