Relación entre forma urbana y patrones de movilidad: el caso del área metropolitana de Barcelona

Núria Pérez Sans, nuria.perez.sans@uab.cat
Maite Pérez Pérez maite.perez@uab.cat
Núria Ruiz Forés, nuria.ruiz@uab.cat
Francesc Coll Pujol, francesc.coll@uab.cat

Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona (IERMB)
www.iermb.uab.cat

Área Temática:
11. Movilidad, transporte e infraestructuras; 12. Ordenación del territorio, urbanismo y vivienda

Resumen:
Este artículo presenta un trabajo exploratorio para determinar en qué medida diferentes variables territoriales descriptivas del área metropolitana de Barcelona afectan a los patrones de movilidad de los ciudadanos. Aunque se conoce la estrecha vinculación entre forma urbana y la generación de patrones de movilidad específicos, el propósito del estudio es dar evidencia clara de esta relación a un nivel infra municipal. Debido a la diversidad de factores que intervienen en la elección modal, estas variables se interrelacionan con otras asociadas a características sociodemográficas de la población, así como con los niveles de servicio del transporte público, o con las características de las redes de movilidad peatonal y en bicicleta.
Se aplican modelos de regresión lineal para explicar el reparto modal a nivel infra municipal como variable de respuesta. Este proceso utiliza diferentes conjuntos de variables (orografía, forma urbana y uso del suelo, nivel de servicio y accesibilidad del transporte público, y otras socioeconómicas, entre otras) como información independiente, para explicar dos variables claves: el peso de los modos no motorizados (a pie y bicicleta) en el reparto modal, y la cuota modal de los modos de transporte sostenibles (a pie, bicicleta y el transporte público). Los resultados muestran que, efectivamente, las variables relacionadas con los usos del suelo y características de la red de transporte pueden explicar en gran parte las pautas de movilidad de la población, y que las características sociodemográficas tienen menor importancia. Cuando se integran todas las variables, se observa como las variables que mejor explican el uso de los medios de transporte sostenibles están relacionadas con: la menor pendiente, la elevada densidad urbana, un elevado porcentaje de parcelas con usos de suelo mixtos, una elevada oferta de transporte público y una elevada densidad de población.

Palabras Clave: *forma urbana, usos del suelo, movilidad, transporte*

Clasificación JEL: R14, R41, R52, R58

1. Introducción

Actualmente el marco normativo y de planificación a escala europea y estatal en materia de medio ambiente urbano, trata de promover modelos urbanos que minimicen el cambio climático, mejoren la calidad del aire o reduzcan el ruido de las ciudades, entre otros, a partir de la reducción del tránsito rodado.

Las estrategias urbanas para el medio ambiente urbano, la evaluación ambiental de planes y programas o la planificación de la movilidad a escala urbana y metropolitana, por poner algunos ejemplos, son herramientas de carácter estratégico, que pueden incidir en instrumentos de carácter vinculante, como los relacionados con la ordenación territorial y el planeamiento urbanístico de forma que se vinculen a estos principios. Es conocido, en este sentido, que los distintos modelos de implantación urbana y la distribución de los usos del suelo en el territorio, tienen consecuencias en la generación de patrones más o menos eficientes en la movilidad de personas y de mercancías.

En Cataluña y en el resto de España, la ordenación del territorio y el planeamiento urbanístico, si bien han empezado a integrar la movilidad sostenible en sus principios y en sus planeamientos teóricos, su práctica requiere mejorar sustancialmente su enfoque, sus metodologías y procedimientos para integrar mejor la relación existente entre movilidad y urbanismo. En consecuencia, las orientaciones y los criterios urbanísticos que implican una movilidad más eficiente no se han trasladado suficientemente en la práctica urbanística a diferentes escalas. Reconociendo este vínculo, en algunos países de nuestro entorno y aunque todavía con resultados diversos, las agendas de las administraciones tratan de desarrollar políticas innovadoras desde hace décadas en esta dirección. Puede destacarse en este caso la experiencia holandesa, donde la implantación de medidas en esta línea está más desarrollada.

El objetivo de este artículo es el de exponer los resultados de un trabajo en el que se analiza la relación existente entre los patrones de movilidad de la población y la forma urbana y los usos del suelo en el área metropolitana de Barcelona. Actualmente existen pocas referencias bibliográficas sobre esta cuestión hecha desde una aproximación cuantitativa y a una escala inframunicipal en el territorio metropolitano de Barcelona. La estructura y el contenido de este artículo son los siguientes:

- Marco teórico de referencia.
- Fuentes de información, bases de datos y tratamiento estadístico.

- Análisis de la influencia de la forma urbana y los usos del suelo en los patrones de movilidad cotidiana de la población residente en el área metropolitana de Barcelona.
- Conclusiones.

2. Marco teórico

El comportamiento diferencial de la población en relación a la utilización de los modos de transporte para realizar las actividades diarias, se explica por causas de naturaleza muy distinta. En primer lugar y, teniendo en cuenta que el uso de los modos de transporte está estrechamente relacionado con los motivos por los cuales se desplaza la población, la edad y la situación laboral en la medida que influyen en los tipos de actividades (motivos de desplazamiento), son los elementos que claramente contribuyen en esta elección. Es decir, en la medida que la edad o la situación laboral implican necesidades distintas y, por lo tanto, usos del tiempo distintos, ello se traduce en patrones de movilidad diferenciales en lo referente a distancias y modos principales de desplazamiento. Así pues, la población activa ocupada es la que más usa el vehículo privado, por la influencia que ejerce la mayor distancia recorrida entre lugar de trabajo y de residencia. Las personas retiradas generalmente se desplazan a pie, ya que acostumbran a realizar principalmente actividades de mayor proximidad al lugar de residencia como pueden ser compras, el paseo o ir al médico. Los jóvenes entre 16 y 24 años se desplazan mayoritariamente a pie o en transporte público, por su menor autonomía, ya que hasta los 18 años no pueden obtener la licencia para conducir un coche; y, a la vez, por su menor autonomía económica, ya que buena parte de la población situada en esta franja de edad es estudiante.

El sexo, por su parte, ejerce una influencia notable en el uso de los medios de transporte. Los desequilibrios existentes entre hombres y mujeres en relación a aspectos como la renta, la distribución de las tareas del hogar o el cuidado de los niños u otras personas dependientes, son factores que implican que dentro de un mismo grupo de edad o de una misma situación laboral, las mujeres se desplazan en mayor proporción andando y en transporte público que los hombres.

Por su parte, el nivel de renta de los individuos también ejerce una clara influencia en el uso de los modos de transporte, ya que, a mayor nivel de renta, los niveles de

motorización aumentan por su mayor capacidad adquisitiva. En el conjunto del área metropolitana, prácticamente el 30% de los hogares no disponen de coche porque declaran que no se lo pueden permitir (ECVHP 2011). Además, se conoce que el 39% de los hogares con menos ingresos (menos de 14.000€ anuales) dispone de coche, mientras la disponibilidad de coche asciende al 80% en los hogares a mayores ingresos (más de 45.000€ anuales) (ECVHP 2011).

A la vez, el ciclo económico que repercute en el nivel de renta de los hogares, tiene influencia en los patrones de movilidad, tanto en los recorridos como en los modos de transporte utilizados. Un ciclo expansivo suele relacionarse con mayor uso del vehículo privado, mientras que un ciclo económico regresivo tiende a hacer descender la movilidad y puede también ejercer influencia en la elección modal de la población.

También hay que considerar una dimensión preferencial de los individuos, que está estrechamente relacionada con valores sociales predominantes o determinados estereotipos vigentes, que influyen en las preferencias de elección modal. Un claro ejemplo de esto lo pone de manifiesto la elección residencial: escoger un lugar de residencia, condicionado por el precio (renta) o por las características físicas de la vivienda, implica a la vez la toma de decisiones vinculadas con la movilidad cotidiana, de forma que ésta es, en parte, una elección.

Algunos resultados de los motivos para utilizar los distintos medios de transporte, recogidos en las encuestas de movilidad, también ayudan a entender en qué medida las predisposiciones y preferencias individuales inciden en la elección modal. De hecho, además de poner de manifiesto la incidencia de elementos relacionados con la oferta de transporte disponible, el tiempo de viaje o la comodidad, las respuestas también reflejan aspectos preferenciales. En el área metropolitana de Barcelona, se observa como la preferencia por el vehículo privado es una respuesta ampliamente citada como motivo para no utilizar el transporte público (el 12,8% de las respuestas, según EMEF 2013). Esto evidencia la perdurabilidad de determinados valores asociados al vehículo privado como pueden ser la libertad de movimiento, la privacidad física o la aceptación social del coche como elemento substancial para la competitividad económica de un territorio. En este sentido, hay que tener presente que de la misma forma que hay una parte de la población que se considera captiva del transporte público (es decir, es usuaria del transporte público porque no tiene coche, no tiene permiso de conducir o no tiene otra

opción), también hay un sector de la población que se puede considerar captiva del vehículo privado, de manera que la oferta en transporte público no condiciona su elección modal y se decanta casi siempre por el vehículo privado.

Des del punto de vista territorial, cuando la agregación de determinadas características sociodemográficas se concentran en un territorio (como por ejemplo, una tasa de envejecimiento elevada, un nivel de pobreza o de vulnerabilidad elevadas, o por lo contrario con una concentración de población de rentas altas o con niveles de estudios elevados) y se da una cierta segregación de la población residente de un determinado perfil social, puede implicar la creación de patrones de movilidad territoriales diferenciados de acuerdo con los patrones de movilidad más habituales del perfil social dominante.

No obstante, la literatura científica recoge desde hace tiempo la fuerte incidencia que tiene el modelo de asentamiento urbano y de los usos del suelo en la elección modal. Son, por lo tanto, notables las diferencias que se dan en los patrones de movilidad de acuerdo con el modelo de implantación de las distintas actividades en el territorio. Es decir, se observa una estrecha relación entre las características del entorno urbanizado y los patrones de la movilidad de la población.

La forma urbana y los usos del suelo, pueden hacer referencia a conceptos muy amplios y a una amplia diversidad de características de las zonas urbanizadas, así como de escalas de proyección y de análisis distintos. La dispersión, la baja densidad, la zonificación, la morfología urbana o las tipologías edificatorias, pueden ser en este sentido, componentes que ayuden a orientar en la creación de estructuras urbanas dirigidas a unos determinados patrones de movilidad. Muchos estudios han tratado de relacionar estos componentes y su vinculación con la generación de determinados patrones de movilidad, en relación a diferentes aspectos descriptivos de la movilidad de la población. Entre estos, pueden destacarse las distancias recorridas medias, la tasa de motorización de la población residente, el reparto modal de los desplazamientos o el consumo de carburante. Se proponen, así, cuál puede ser la caracterización de los componentes del modelo de implantación urbana de ciudades o barrios orientados a patrones más sostenibles de movilidad.

Peter Calthorpe puede ser considerado, en este sentido, el pionero del concepto TOD (*Transit Oriented Development*) entendido como “desarrollo orientado al transporte

sostenible". Los barrios o zonas orientadas al transporte sostenible se entienden como aquellos espacios urbanos caracterizados por mezclar distintas funciones o usos, próximos a una estación de transporte público y al núcleo comercial y por un espacio urbano de calidad para la movilidad a pie o en bicicleta, con lo cual se promueve el uso del transporte público y los modos activos (a pie y en bicicleta). Este concepto ha ido evolucionando con las aportaciones de Robert Cervero añadiendo aspectos relativos al tipo de diseño urbano y sobre la implicación de los promotores en los costes de la infraestructura (Cervero et al. 2002).

Estos nuevos conceptos se integran dentro de lo que se llama urbanismo sostenible o urbanismo ecosistémico, que además de plantear ciudades y barrios integrados con el entorno, buscan potenciar la caminabilidad de los barrios y la eficiencia de los desplazamientos generados. Se plantea, por lo tanto, un nuevo paradigma en el que el proceso de expansión urbana vivido en muchos entornos metropolitanos (y que hacen crecer en extensión las ciudades), se vea frenado para establecer nuevos procesos de densificación, de reforma y mejora urbana, haciendo más eficiente el entorno ya construido.

La fuerte influencia que ejerce la forma urbana y los usos del suelo, en particular, en la región metropolitana de Barcelona, se constata con algunos datos sobre la disponibilidad de vehículo privado, el nivel de renta o las características del lugar de residencia. Así, en los hogares con el mismo nivel de renta y localizados en coronas diferentes des del punto de vista de la densidad y la complejidad, la disponibilidad de vehículo privado disminuye a medida que nos acercamos a Barcelona (con mayor complejidad y densidad). En este sentido, los barrios más densos, compactos en su forma y complejos en sus funciones, por lo tanto, favorecen patrones más sostenibles de la población (Rueda, 2012).

Vinculado a esta aproximación, la caminabilidad de las ciudades a la vez se relaciona con la mejora de la salud de la población. Es decir, el sedentarismo ligado a modelos de movilidad orientados al vehículo privado, genera problemas de salud entre la población. La falta de ejercicio físico diario y constante, relacionado con el uso del vehículo privado para cualquier desplazamiento y, especialmente para para acceder al trabajo, repercute en la salud de las personas. Un estudio reciente (Lear, Scott A et al, 2017)

afirma que 1 de cada 12 muertos se podría prevenir incorporando en la rutina diaria hábitos como el ir andando al trabajo.

2. Metodología

2.1. Fuentes de información

Se ha recopilado la información cuantitativa disponible y considerada de interés para describir la forma urbana, los usos del suelo, las características sociodemográficas de la población residente e información relacionada con la movilidad y las redes de transporte del territorio del área metropolitana de Barcelona[1], con la posibilidad de disponer información a escala inframunicipal de las denominadas zonas de transporte (Tabla 1). Las zonas de transporte son una subdivisión municipal utilizada en las encuestas de movilidad que entre 2011 y 2013, elaboraron la administración metropolitana (Área Metropolitana de Barcelona) y la Diputación de Barcelona. Estas zonas de transporte corresponden a la actualización de las utilizadas en la Encuesta de Movilidad Cotidiana de Cataluña 2006[2] (*Enquesta de Mobilitat Quotidiana de Catalunya 2006*, *EMQ 2006*) y que agregan secciones censales. La necesidad de segmentar la información a esta escala se explica porque es la unidad territorial mínima de la cual se dispone información del reparto modal de la movilidad de la población. La mayoría de la información ha sido tratada a partir de sistemas de información geográfica para poderla obtener a escala de zona de transporte.

Las fuentes de información son de naturaleza muy diversa. El catastro inmobiliario ha permitido elaborar un conjunto de indicadores relacionados con la complejidad, la densidad de población y la intensidad de ocupación del suelo. Adicionalmente, se ha utilizado información de base elaborada en distintos instrumentos de planificación metropolitanos, como el Plan de Sostenibilidad Ambiental del Área Metropolitana de Barcelona (PSAMB, 2014) y el Plan Metropolitano de Movilidad Urbana del Área

[1] Aunque el ámbito territorial de influencia de la conurbación de Barcelona se extiende al conjunto de la región metropolitana de Barcelona (entendido como ámbito territorial funcional catalán en el marco de planificación territorial en Cataluña) y que su mercado laboral se amplía fuera de este ámbito, este trabajo toma como referencia el conjunto de los 36 municipios integrantes de la administración metropolitana de Barcelona (Área Metropolitana de Barcelona, AMB). Por una parte, ello se debe a la inexistencia de datos relativamente actuales de la movilidad de la población para el conjunto de la región metropolitana de Barcelona. Por otra parte, también se explica porque el AMB es una administración con plenas competencias urbanísticas, en el marco de la Ley 31/2010 de creación del Área Metropolitana de Barcelona.

[2] La Encuesta de movilidad cuotidiana de Cataluña 2006 es una estadística promovida por la Autoridad del Transporte Metropolitano (ATM) a fin de conocer de forma quinquenal la movilidad de la población de la región metropolitana de Barcelona. En los años 1996 y 2001 se elaboraron las dos primeras ediciones. En la edición del año 2006 se amplía al conjunto del territorio catalán, al mismo tiempo que se incluye en el Plan Estadístico de Cataluña 2006-2009, formalizándose como estadística oficial.

Metropolitana de Barcelona (PMMU) (en fase de redacción). Entre estos hay: la escala (Urban Canyon street Ratio, UCR) o el grado de pacificación de las calles y la cobertura del transporte público. Se incluye información sobre las tipologías de tejidos residenciales y el espacio verde urbano a partir de bases de datos georreferenciadas elaboradas por los servicios técnicos de la administración metropolitana.

En lo referente a la información socioeconómica, se utilizan datos del Censo de Población y Viviendas del año 2011: tasa de envejecimiento, tasa de paro, nivel de estudios de la población y la proporción de residentes nacidos fuera de España. Se añade información del nivel de renta de los residentes de las zonas de transporte obtenida a partir de un estudio de imputación de la renta a escala de sección censal (Sarasa et al., 2015).

La fuente utilizada para obtener información de la movilidad metropolitana, corresponde a la Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013[3], a partir de la cual se extrae el reparto modal de la población residente de las 169 zonas de transporte en las que se ha dividido el territorio metropolitano.

Tabla 1.Variables recogidas y segmentadas a escala de zona de tranporte para el conjunto del área metropolitana de Barcelona

Variable	Descripción	Fuente
Pendiente	Pendiente mediana del viario urbano (%)	Cartografía 1:25.000, ICGC
Densidad urbana de población	Población estimada por parcela/superficie parcela (hab/ha)	Catastro Inmobiliario 2015; Censo de Población y Viviendas 2011 (INE)
Densidad residencial de población	Población estimada por parcela/superficie techo residencial (hab/ha)	Catastro Inmobiliario 2015; Censo de Población y Viviendas 2011 (INE)
Índice de diversidad Shannon	[(- nΣi=1 Pi Log2 Pi) x superficie] Donde: n es el número de usos distintos, Pi es la abundancia relativa de cada categoría de uso y Log2(Pi) es el logaritmo en base 2 sobre la abundancia relativa de cada uso	Catastro Inmobiliario 2015
Usos no residenciales	Techo construido no residencial/total techo construido (%)	Catastro Inmobiliario 2015

[3] El AMB y la Diputación de Barcelona promovieron la elaboración de dos encuestas de movilidad entre 2011 y 2013: Encuesta de movilidad a los municipios de la primera corona metropolitana de Barcelona 2011 (excepto Barcelona) y Encuesta de movilidad a los municipios de la segunda corona metropolitana 2013.
El objetivo fue el de aportar información para la redacción de los planes de movilidad urbana de 35 municipios metropolitanos, con una muestra de 28.200 individuos. No se recogieron los desplazamientos de los residentes a Barcelona ni de los residentes del resto de la región metropolitana de Barcelona. Por ello y atendiendo que no se hizo una nueva edición de la Encuesta de movilidad cotidiana el año 2011, el IERMB elaboró un trabajo de fusión de diversas encuestas, ya que se requería disponer de un retrato actualizado del conjunto de los desplazamientos del área metropolitana, como información de soporte a estudios y proyectos de transporte vinculados al plan de movilidad metropolitano.
El trabajo de fusión incorpora las dos encuestas de movilidad promovidas por el AMB y la Diputación de Barcelona, donde además añade información de los desplazamientos de los residentes de Barcelona y del resto de la región metropolitana de los residentes a Barcelona (a partir de la EMQ 2006 y la Encuesta de movilidad en día laborable 2011 y 2013, EMEF). Esta fusión ha sido posible porque la metodología de creación de las bases de datos es la misma. Aun así, hubo un trabajo de armonización de algunos elementos para que esta fusión fuera posible.

Ratio Residencial/no residencial	Techo construido residencial/techo construido otros usos*100	Catastro Inmobiliario 2015
Parcelas con usos mixtos	Porcentaje de parcelas con más de un uso (%) (Se excluye el uso almacén-estacionamiento)	Catastro Inmobiliario 2015
Tipo de tejido residencial principal	Tipología de tejido residencial principal (bloques, ensanche, histórico y unifamiliar)	AMB 2015
Espacio verde urbano	Parques urbanos/suelo urbano (%)	Mapa de usos del suelo 2011 (AMB)
Urban Canyon street Ratio (UCR)	Relación entre la altura y la anchura de la calle UCR = 1 Regular Canyon UCR $\leq$ 0,5 avenidas urbanas UCR $\geq$ 2 tejido urbano de calles estrechas	Plan de Sostenibilidad Ambiental del Área Metropolitana de Barcelona (PSAMB, 2014) (AMB)
Floor Area Ratio (FAR)	Superficie de techo construido sobre rasante /superficie parcela	Catastro Inmobiliario 2015
Estaciones de ferrocarril de alta frecuencia	Población a menos de 500 metros de una estación de alta frecuencia (metro, tranvía y servicios urbanos de FGC) (%)	Generalitat de Catalunya 2011. Actualización IERMB
Estaciones de ferrocarril regional/cercanías	Población a menos de 1.000 metros de una estación ferroviaria de media distancia/cercanías (%)	Generalitat de Catalunya 2011. Actualización IERMB
Paradas de autobús de alta frecuencia	Población a menos de 250 metros de una parada de autobús de 3 o más expediciones en hora punta (%)	Elaboración propia a partir del Plan Metropolitano de Movilidad Urbana (PMMU) Documento de diagnosis, objetivos y líneas estratégicas (IERMB)
Población con niveles de servicio de transporte público elevados	Población servida por 2 o más servicios de alta frecuencia (referido a los tres indicadores anteriores) (%)	Elaboración propia a partir del Plan Metropolitano de Movilidad Urbana (PMMU) Documento de diagnosis, objetivos y líneas estratégicas (IERMB)
Vías amables	Longitud de redes para peatones y bicicletas / Longitud red viaria (urbano, convencional 1 o 2 calzadas) (%)	Plan Metropolitano de Movilidad Urbana (PMMU) Documento de diagnosis, objetivos y líneas estratégicas (IERMB) Cartografía 1:25.000, ICGC
Índice de envejecimiento	Población $\geq$ 65 años / población $\leq$ 15 años (%)	Censo de Población y Viviendas 2011 (INE)
Tasa de paro	Población en situación de paro (%) Metodología EPA	Censo de Población y Viviendas 2011 (INE)
Población con estudios superiores	Población > 25 años con estudios superiores (%)	Censo de Población y Viviendas 2011 (INE)
Población nacida fuera de España	Población nacida fuera de España (%)	Censo de Población y Viviendas 2011 (INE)
Población con renta alta	Población con renta alta (%)	Sarasa et al., 2015
Población con renta baja	Población con renta baja (%)	Sarasa et al., 2015
Índice de autocontención zona	Desplazamientos internos zona de residencia (Residencia=Origen=Destinación) / total desplazamientos residentes (%)	Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)
Índice de autocontención zona laboral	Desplazamientos internos zona de residencia por motivo trabajo (R=O=D) / total desplazamientos residentes por motivo trabajo (%)	Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)
Índice de autocontención zona estudios	Desplazamientos internos zona de residencia por motivo estudio (R=O=D) / total desplazamientos residentes por motivo estudio (%)	Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)
Índice de autocontención zona personal	Desplazamientos internos zona de residencia por motivos personales (R=O=D) / total desplazamientos residentes por motivos personales (%)	Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)
Índice de autocontención municipal	Desplazamientos internos al municipio (Residencia=Origen=Destinación) / total desplazamientos residentes (%)	Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)
Índice de autocontención	Desplazamientos internos al municipio por	Base de datos de movilidad

municipal laboral	motivo trabajo (R=O=D) / total desplazamientos residentes por motivo trabajo (%)	metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)
Índice de autocontención municipal estudios	Desplazamientos internos al municipio por motivo estudios (R=O=D) / total desplazamientos residentes por motivo estudios (%)	Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)
Índice de autocontención municipal personal	Desplazamientos internos al municipio por motivos personales (R=O=D) / total desplazamientos residentes por motivos personales (%)	Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)

Con la observación de los valores obtenidos, se procede a eliminar algunas variables para realizar el análisis posterior, ya que en algunos casos la información resultante no aporta información de suficiente valor. Este es el caso del índice de diversidad Shannon, tipología de tejidos residenciales dominantes en cada zona de transporte e información de base para calcular indicadores sintéticos.

2.2. Base de datos y tratamiento estadístico

Muchas de las informaciones que explican la elección modal no están disponibles en las encuestas de movilidad, tales como la renta, el tipo de vivienda, la morfología urbana, la oferta de transporte público, el grado de pacificación de las calles, etc. Es decir, para vincular diferentes variables hay que utilizar una amplia diversidad de bases de datos que habitualmente tienen escalas territoriales muy diversas. Se crea así una base de datos territorial a partir de las denominadas zonas de transporte en las que además de la información del reparto modal de la población residente, se añade otra información territorial, con la finalidad de observar en qué medida la forma urbana y los usos del suelo intervienen en los patrones de movilidad de la población.

Después de realizar un análisis descriptivo univariante, para poder observar las relaciones entre variables y eliminar las que aportan información redundante, se calculan las correlaciones entre variables y se obtiene la intensidad (valor) y la dirección (±).

En términos generales, se observa una fuerte correlación entre las variables referidas a los índices de autocontención según motivo de desplazamiento, con las autocontenciones que hacen referencia a todos los desplazamientos con independencia del motivo. Al mismo tiempo, se da una fuerte correlación entre el indicador FAR (Floor Area Ratio, referido a la intensidad de ocupación del suelo) y las siguientes variables: la diversidad de usos de las zonas (porcentaje de parcelas de usos mixtos), la densidad urbana de población, la cobertura del transporte público y el índice de

autocontención municipal. El índice de envejecimiento, por su parte, se correlaciona con variables de entorno urbano y de movilidad, tales como la diversidad de usos en las parcelas, la densidad urbana de población o los niveles de cobertura del transporte público. Como es lógico, la tasa de paro se correlaciona con la renta. Otro aspecto destacable hace referencia a la correlación entre la densidad residencial de población (calculada a partir de la población en función del suelo residencial) y variables de tipo socioeconómico, como son la tasa de paro o las rentas bajas. Esto se explica porque este indicador se refiere a la intensidad de ocupación de las viviendas.

Después del análisis de correlaciones, se procede a eliminar los siguientes indicadores: tasa de paro, población con renta alta y los 6 indicadores que hacen referencia a la autocontención en función del motivo de desplazamiento. Si bien el indicador FAR está estrechamente correlacionado con otras variables, se considera mantenerlo en el análisis multivariante. En consecuencia, es importante tener presente que a medida que aparezca como variable explicativa la densidad urbana de población, el grado de mezcla de usos, también se estará haciendo referencia de forma indirecta a este indicador (y a la inversa).

A partir de aquí, se realizan diferentes modelos de regresión lineal para explorar las variables explicativas del reparto modal de la población metropolitana. En concreto, las variables a explicar de estos modelos son:

- Porcentaje del uso de los modos activos (a pie y en bicicleta) de los desplazamientos según zona de transporte de residencia[4].
- Porcentaje del uso del transporte público de los desplazamientos según zona de transporte de residencia.
- Porcentaje del uso de los modos sostenibles (a pie, en bicicleta y en transporte público) de los desplazamientos según zona de transporte de residencia.

3. Resultados

3.1. Características generales del reparto modal en el área metropolitana de Barcelona

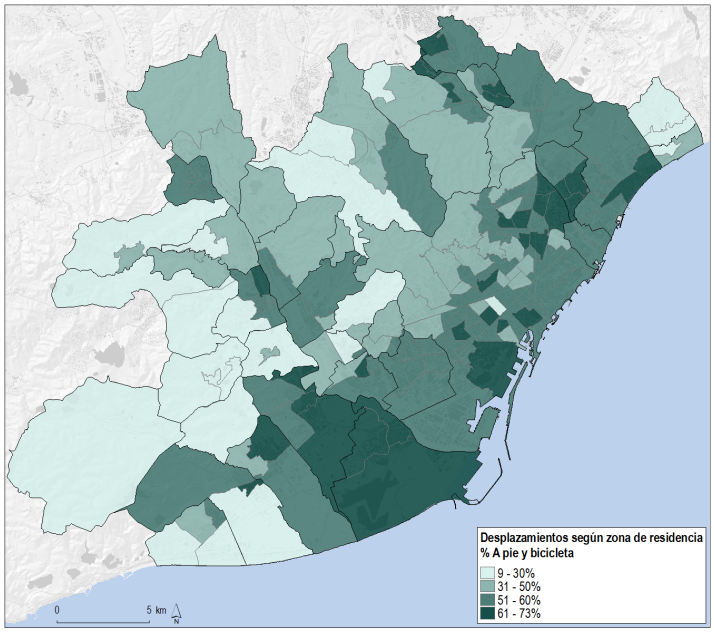
La población de los 36 municipios que forman parte de la administración metropolitana (AMB), y que se corresponden en buena parte con el ámbito de influencia de la ciudad

[4] Aunque en el reparto modal de los modos activos se incluye la bicicleta, hay que considerar que debido al bajo número diario de desplazamientos en bicicleta (alrededor de 160.000 desplazamientos diarios) en relación a la movilidad a pie (llegando prácticamente a los 6 millones de desplazamientos diarios), los modelos serán útiles para explicar en particular la movilidad a pie.

de Barcelona, es del orden de 3,22 millones de habitantes, (alrededor del 43% de la población de Cataluña). Ocupan una superficie de 636 km^2. Barcelona, con más de 1,61 millones de habitantes, concentra prácticamente el 50% de la población metropolitana. La población residente realiza en un día laborable 11,56 millones de desplazamientos. La cuota modal de los modos activos es de 53,1%; la referida al transporte público es de 22,7%; el transporte privado llega al 24,2% (Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013).

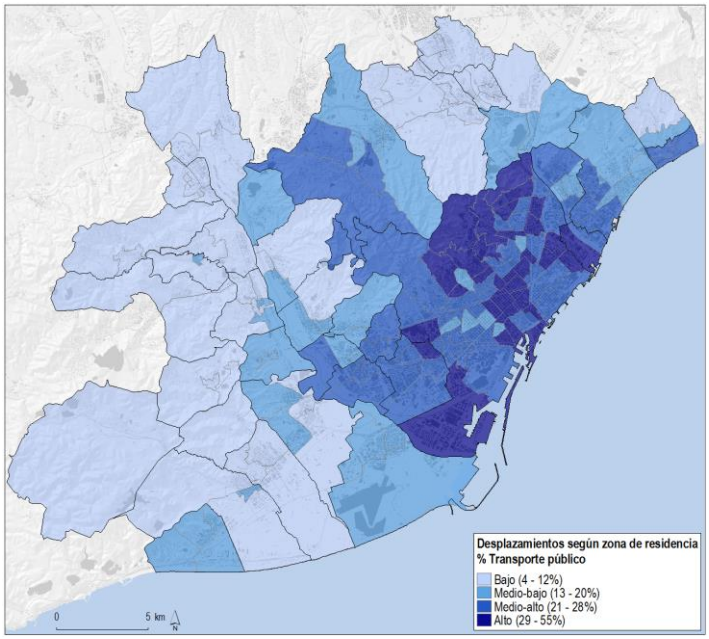
Se observan diferencias muy notables en el uso de los modos de transporte según el municipio de residencia. En términos generales, el uso del transporte público disminuye a medida que nos alejamos de Barcelona, mientras que los desplazamientos en vehículo privado aumentan. Pueden encontrarse municipios donde el 70% de la movilidad diaria se resuelve en vehículo privado. En particular, los municipios emplazados en el margen derecho del río Llobregat, caracterizados por una importante presencia de tejidos residenciales en forma de urbanizaciones de baja densidad. En otros municipios, más próximos a Barcelona, y localizados dentro del ámbito del ferrocarril metropolitano, la cuota modal del vehículo privado prácticamente no llega al 18%.

Mapa 1. Desplazamientos según zona de residencia. Cuota modal a pie y en bicicleta (%); 2011/2013



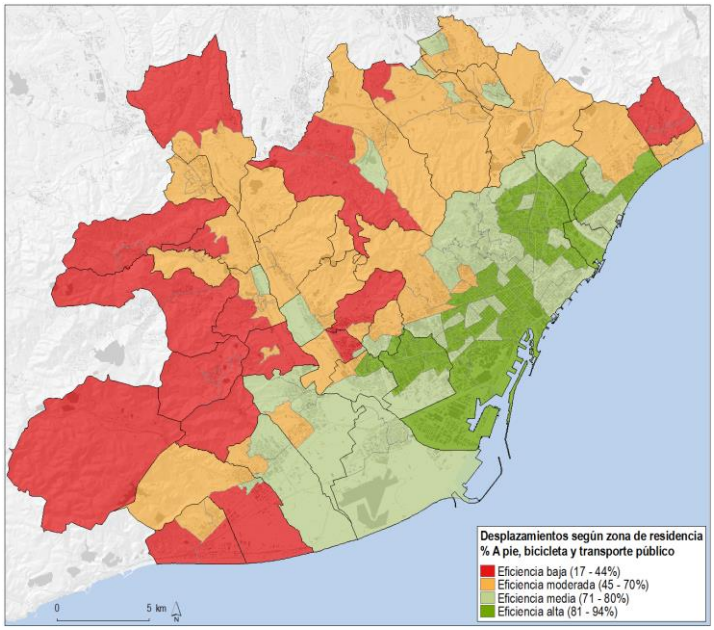
Fuente: IERMB, a partir de la Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)

Mapa 2. Desplazamientos según zona de residencia. Cuota modal del transporte público (%); 2011/2013



Fuente: IERMB, a partir de la Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)

Mapa 3. Desplazamientos según zona de residencia. Cuota modal a pie, en bicicleta y en transporte público (%); 2011/2013



Fuente: IERMB, a partir de la Base de datos de movilidad metropolitana 2011/2013 (AMB-IERMB)

3.2. Análisis multivariante

A continuación, se presentan los resultados de los modelos explicativos de la cuota modal de los desplazamientos en modos activos, en transporte público o en ambos

modos, según diferentes grupos de variables (forma urbana, usos del suelo y movilidad, índices de autocontención y caracterización socioeconómica) y la integración de todas ellas. Se indica el coeficiente para cada variable explicativa y su significación asociada. Un coeficiente positivo indica que tiene una influencia positiva en la variable a explicar, mientras que un coeficiente negativo indica que la relación es inversa (cuando este aumenta la variable a explicar decrece). Los valores absolutos de estos coeficientes indican el grado de relación. Se incluye la R cuadrada ajustada que indica la variabilidad explicada por el modelo.

Tabla 2. Resultados de los modelos explicativos de la cuota modal de los desplazamientos en modos activos (a pie y en bicicleta)

Forma urbana, usos del suelo y movilidad		
Variables con más peso (R^2=0,602)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Densidad de población residencial (hab/ha)	0,40	0,00
Parcelas con usos mixtos (%)	0,25	0,00
Ratio techo residencial/no residencial	-0,15	0,01
Pendiente (%)	-0,27	0,00
Índices de autocontención		
Variables con más peso (R^2=0,373)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Índice de autocontención municipal (%)	0,53	0,00
Índice de autocontención zona de transporte (%)	0,32	0,00
Caracterización sociodemográfica		
Variables con más peso (R^2=0,343)	**Peos (Beta)**	**Significación**
Población de renta baja (%)	0,48	0,00
Índice de envejecimiento (%)	0,44	0,00
Integración de todas las variables		
Variables con más peso (R^2=0,687)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Población con renta baja (%)	0,34	0,00
Índice de autocontención municipal (%)	0,32	0,00
Parcelas con usos mixtos (%)	0,22	0,00
Densidad de población residencial (hab/ha)	0,17	0,01
Pendiente (%)	-0,29	0,00

Fuente: IERMB.

Tabla 3. Resultados de los modelos explicativos de la cuota modal de los desplazamientos en transporte público

Forma urbana, usos del suelo y movilidad		
Variables con más peso (R^2=0,471)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Población con niveles de servicio de transporte público elevados (%)	0,43	0,00
Densidad urbana de población (hab/ha)	0,23	0,00
Vías amables (%)	0,21	0,00
Pendiente (%)	0,14	0,03

Índices de autocontención		
Variables con más peso (R^2=0,334)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Índice de autocontención municipal (%)	0,58	0,00

Caracterización sociodemográfica		
Variables con más peso (R^2=0,529)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Índice de envejecimiento (%)	0,51	0,00
Nacidos fuera de España (%)	0,32	0,00
Población ≥ 25 años con estudios superiores (%)	0,17	0,00

Integración de todas las variables		
Variables con más peso (R^2=0,563)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Índice de envejecimiento (%)	0,36	0,00
Población con niveles de servicio de transporte público elevados (%)	0,26	0,00
Nacidos fuera de España (%)	0,25	0,00
Población ≥ 25 años con estudios superiores (%)	0,19	0,00

Fuente: IERMB.

Tabla 4. Resultados de los modelos explicativos de la cuota modal de los desplazamientos en modos activos y en transporte público

Forma urbana, usos del suelo y movilidad		
Variables con más peso (R^2=0,764)	**Pes (Beta)**	**Significación**
Población con niveles de servicio de transporte público elevados (%)	0,26	0,00
Densidad de población residencial (hab/ha)	0,36	0,00
Floor Area Ratio (FAR)	0,26	0,00
Vías amables (%)	0,16	0,00
Pendiente (%)	-0,15	0,00

Índices de autocontención		
Variables con más peso (R^2=0529)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Índice de autocontención municipal (%)	0,73	0,00

Caracterización sociodemográfica		
Variables con más peso (R^2=0,554)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Índice de envejecimiento (%)	0,60	0,00
Población con renta alta (%)	0,30	0,00
Nacidos fuera de España (%)	0,26	0,00

Integración de todas las variables		
Variables con más peso (R^2=0,837)	**Peso (Beta)**	**Significación**
Índice de autocontención municipal (%)	0,39	0,00
Densidad de población residencial (hab/ha)	0,37	0,00
Población con niveles de servicio de transporte público elevados (%)	0,19	0,00
Floor Area Ratio (FAR)	0,15	0,00
Pendiente (%)	-0,14	0,00

Fuente: IERMB.

3.1. Forma urbana, usos del suelo y movilidad

Las variables relacionadas con la forma urbana, con la oferta de transporte público y con el grado de pacificación de las calles, explican buena parte del uso de los modos de transporte por parte de la población. En este sentido, en el modelo que explica la cuota modal de la movilidad activa y del transporte público, se observa cómo a medida que se incrementa la oferta de servicios de transporte, la densidad de población residencial, la pacificación de las calles y la intensidad de ocupación del suelo (FAR), al mismo tiempo, incrementa notablemente el uso del transporte público y de los modos activos.

Hay algunas diferencias según se trate de modos activos o de transporte público. En la movilidad activa, la pendiente tiene una incidencia muy notable, ya que a medida que aumenta el porcentaje promedio de la pendiente de las calles, más se dificulta la movilidad a pie y en bicicleta. También se constata un fuerte peso de la ratio techo residencial/techo no residencial, en el sentido que, a mayor superficie residencial en relación al resto de usos, menor número de desplazamientos no motorizados se dan. Esto significa que las distancias para realizar las actividades de la población aumentan y, por lo tanto, se requiere utilizar un modo de transporte motorizado.

En los desplazamientos en transporte público, lógicamente, una mayor oferta de servicios de transporte público, tiene una influencia clara en el uso de este modo. Por su parte, la pacificación de las calles (vías amables), en tanto que permite liberar la circulación del tránsito privado o espacio de estacionamiento y mejorar en consecuencia la velocidad comercial del transporte público, es también un indicador que ejerce influencia. En este caso, la relación con la pendiente se da de forma inversa, ya que a medida que el promedio de la pendiente de las calles aumenta, también aumenta su uso (en general, cualquier tipo de transporte motorizado). En cualquier caso, se observa cómo, en términos generales, la forma urbana y la diversidad de los usos suelo del lugar de residencia, tiende a explicar mejor la movilidad activa que la movilidad en transporte público. El uso del transporte público, que se relaciona con desplazamientos de mayor distancia, puede estar a su vez, relacionado con las características urbanas del lugar de destinación y no sólo con las características urbanas del lugar de residencia.

3.2. Variables de autocontención

El índice de autocontención, calculado a partir de los resultados de las encuestas de movilidad, tiende a dar información sobre la diversidad y la complejidad de los tejidos

urbanos. En un entorno metropolitano, los municipios con una clara función residencial y un menor equilibrio entre la población activa y los puestos de trabajo localizados, se vincula en términos generales, a comportamientos menos eficientes en la movilidad cuotidiana de la población. Los resultados del modelo de regresión lineal, utilizando las dos variables de autocontención, muestran como el índice de autocontención municipal, es el que mejor explica el uso de los modos de transporte, si bien con un peso inferior a las variables relacionadas con la forma urbana y los usos del suelo.

De forma más particular en el modelo que explica la movilidad a pie, también se incluye el índice de autocontención a escala de zona de transporte. Este hecho, tiene sentido ya que si bien, buena parte de los desplazamientos pueden resolverse en un ámbito pequeño (zona de transporte), parece razonable que estos se puedan resolver andando o en bicicleta.

3.3. Caracterización sociodemográfica

Las variables socioeconómicas que explican mejor la cuota modal de los modos activos y del transporte público, se corresponden con el índice de envejecimiento de la población, el nivel de renta y el peso de la población nacida fuera de España. Respecto al envejecimiento, hay que tener en cuenta que los usos sociales del tiempo de la gente mayor implican que sus desplazamientos tengan un carácter de proximidad, por lo que este grupo se desplaza sobre todo a pie. También hay que tener presente que, a medida que la edad aumenta, la autonomía para realizar desplazamientos motorizados decrece.

En lo referente a la población nacida fuera de España, aunque este grupo puede ser muy diverso en términos de renta o perfil social, en la conurbación de Barcelona la mayor parte de la población extranjera residente es de origen extracomunitario. En términos generales esto comporta un menor nivel de renta, y, por lo tanto, un menor acceso al vehículo privado. Según datos de l'ECVHP del 2011, el 12% de la población del área metropolitana tiene una nacionalidad exterior a la UE15.

Por su parte, es de destacar que las zonas donde la población residente tiene un nivel de estudios más elevado, explique de forma particular el uso del transporte público. Esto se debe por la correlación existente entre la población con estudios superiores y el grado de ocupación. De esta forma, si se tiene en cuenta que la movilidad de la población activa ocupada tiene un índice de autocontención menor (la distancia mediana de los viajes por

motivo trabajo son mayores), esto implica al mismo tiempo un índice mayor de motorización, tanto en transporte público como privado.

Hay que hacer hincapié, en que el modelo que explica la cuota modal de los modos no motorizados (en especial la movilidad a pie) a partir de las características socioeconómicas del territorio, se explica principalmente por el nivel de renta y por el grado de envejecimiento de la población. A pesar de esto, el valor de R cuadrada ajustada, que indica la variabilidad explicada por el modelo, no es alto (R^2=0,343), de forma que estas dos variables no lo explican siempre. Esto significa que la movilidad a pie está vinculada a todos los perfiles sociales y que de alguna u otra forma gran parte de la población es en algún momento del día peatón.

3.5. Integración de todas las variables

Cuando se incluyen todas las variables para explicar el uso de los modos de transporte por parte de la población, se observa como las variables que mejor explican patrones de movilidad más sostenibles son las que tienen a ver con variables de forma urbana, usos del suelo, los niveles de oferta en transporte público y el índice de autocontencion (Floor Area Ratio, cobertura de transporte público, densidad residencial de población, autocontención municipal y pendiente). En este modelo el valor de la R cuadrada ajustada es de 0,873.

Hay que recordar que el indicador referente a la intensidad de ocupación del suelo (Floor Area Ratio) está estrechamente correlacionado con el porcentaje de parcelas con usos mixtos, de forma que la diversidad de usos también es clave para la eficiencia de la movilidad. A pesar de esto, hay que tener presente que, si bien, las variables socioeconómicas no aparecen en este modelo, como se ha visto éstas quedan correlacionadas en cierta medida con algunas variables referidas a la forma urbana y la disposición de las redes de transporte. En particular, el índice de envejecimiento se correlaciona con el indicador FAR y con niveles de transporte público elevados. También se da una cierta correlación entre la densidad residencial de población (calculada a partir de la población en función del techo residencial) con variables de tipo socioeconómico (como la tasa de paro o las rentas bajas).

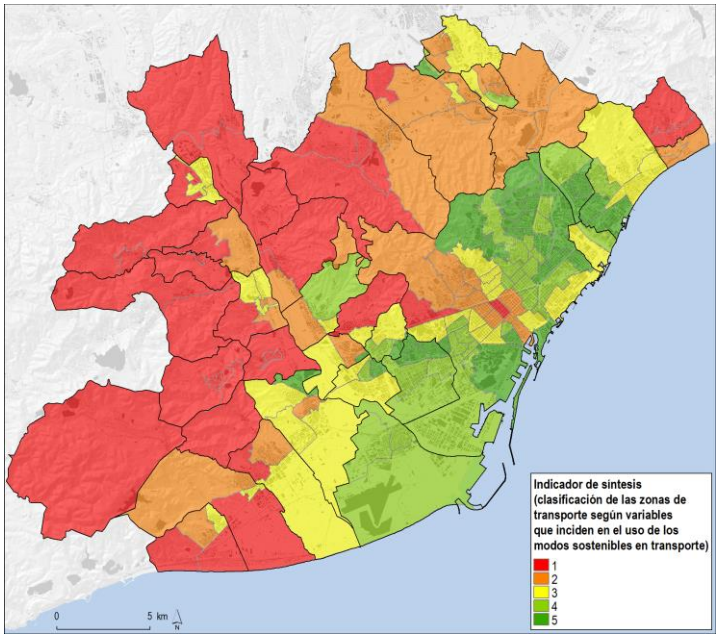
Para comprobar este modelo se ha procedido a elaborar un indicador de síntesis calculado a partir de los resultados del mismo. En particular, del que explica el

porcentaje de los desplazamientos en modos sostenibles de los residentes de las zonas de transporte. Este indicador se ha definido como:

SOST_RESI =(Pendiente-0.14) + (FAR*0.15) + (Cobertura transporte público*0.19) + (Densidad residencial de población*0.37) + (Autocontención municipal*0.39)*

El indicador se ha recodificado en 5 categorías tal y como se observa en el Mapa 4. Las zonas con valores más próximos a 5 son las que cumplen en mayor grado el modelo antes explicado.

Mapa 4. Clasificación de las zonas de transporte según el indicador de síntesis calculado a partir del modelo que explica la cuota modal de los desplazamientos en modos activos y en transporte público.



Fuente: IERMB.

A continuación, se compara el indicador de síntesis categorizado y se pone en relación con el porcentaje de desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público en cada zona de transporte. En términos generales, se observa como el modelo utilizado explica el reparto modal de la mayoría de la población en función de la zona de transporte de residencia, ya que a medida que este indicador es más próximo a 5, más elevada es la cuota modal de estos modos de transporte.

Hay que hacer notar que hay un conjunto de zonas de transporte, localizadas principalmente en la ciudad de Barcelona, donde la cuota modal de los modos activos y en transporte público supera el 75% de los viajes, mientras que a la vez en el indicador de síntesis no se categoriza en 5, es decir, en su valor máximo. En este sentido, hay que

tener en cuenta, que los modelos no son predictivos a nivel de zona de transporte, si no que modelizan los datos a nivel global, es de decir modelizan las relaciones entre variables. Aun así, una posible explicación puede derivarse de la influencia que pueden ejercer otros elementos que caracterizan el territorio, entre ellos la influencia de la gestión de la movilidad en transporte privado, como podría ser la gestión y la tarificación del aparcamiento.

4. Conclusiones

Importancia de la forma urbana y los usos del suelo en la elección modal

Además del elemento propiamente geográfico como es el relieve (pendiente mediano de las calles) los resultados del análisis multivariante, constatan como la forma urbana y los usos del suelo tienen notables implicaciones en el comportamiento de la población en relación a su movilidad cotidiana. Bajas densidades de población (como se ha visto, a partir de distintas variables) junto con grados de complejidad y de diversidad también bajos, se relacionan, en términos generales, con patrones de movilidad más dependientes del transporte privado. En la medida que se quiere priorizar la sostenibilidad y la habitabilidad de las ciudades, es necesario que, en los nuevos desarrollos urbanos y los ámbitos de reforma urbana, el urbanismo integre y vincule los principios de la movilidad sostenible. Es decir, que su praxis se vincule a un objetivo de reparto modal a la vez reduzca al máximo la distancia de los desplazamientos generados.

En la metrópolis de Barcelona, aunque existen distintos modelos de implantación urbana, en términos generales y, sobre todo, en comparación con otras áreas metropolitanas europeas, el modelo puede considerarse mucho más compacto y diverso, como herencia de la ciudad mediterránea y del marco de las políticas de planeamiento urbanístico integrado de las últimas décadas en la conurbación metropolitana. Por otra parte, fuera del núcleo más central, el espacio está configurado por un modelo de implantación urbana más extensiva, donde están presentes zonas residenciales de baja densidad y caracterizadas por una cierta especialización en los tejidos urbanos y por una mayor zonificación de las actividades sobre el territorio. En este sentido, el desarrollo urbano además de evitar la urbanización diseminada en sectores discontinuos, debe tratar de integrar y densificar los espacios ya construidos además de conectarlos a un sistema nodal y jerárquico de transporte público.

Pero el reto en el área metropolitana de Barcelona no sólo debe llevarse a cabo des de la óptica de encontrar soluciones para los territorios menos densos y diversos. Las zonas más compactas y diversas, aunque supongan beneficios relacionados con la mayor eficiencia en los usos de los recursos (agua y energía) y en la gestión de los servicios públicos y, por lo tanto, en la generación de patrones sostenibles de movilidad, parte de ellas requieren a la vez intervenciones que ayuden a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Excesivos niveles de densidad de población, generan a la vez problemas relacionados con la fuerte presión existente en el espacio urbano, tales como la contaminación y la generación de espacios públicos en los que la caminabilidad o la habitabilidad se ven fuertemente comprometidos.

En este sentido, la creación de espacios más habitables en los que se ve reducida la superficie destinada al vehículo privado, a la vez que permite ampliar y mejorar la calidad de la movilidad activa y la relación social (estrechamente relacionado con la integración social urbana) puede ser también un incentivo para favorecer el uso del transporte público. Como se ha visto, la pacificación de las calles (porcentaje de vías amables), en tanto que permite reducir espacio al vehículo privado (en circulación o en estacionamiento) puede suponer una mejora en la velocidad comercial del transporte público en superficie.

La caracterización socioeconómica del territorio y su vínculo con la forma urbana y los usos del suelo

Los rasgos sociodemográficos de las zonas de transporte ejercen influencia en la generación de determinados patrones de movilidad, aunque como se ha visto, el modelo de implantación urbana, ejerce por su parte, mayor influencia. Esto puede hacer concluir, que la segregación social urbana existente en la región metropolitana, no se presenta con suficiente magnitud para configurar patrones de movilidad territoriales en base a ello. En el caso de la pobreza, por ejemplo, recientes estudios han constatado como la irrupción de la crisis en el 2009, ha derivado en un rápido proceso de metropolinización de la pobreza en el área metropolitana de Barcelona. Es decir, la transversalidad del impacto social de la crisis provocó una dispersión importante de la población con rentas bajas, anteriormente claramente localizadas en determinados enclavamientos de la metrópoli, al mismo tiempo que se ha producido un progresivo

desplazamiento de la vulnerabilidad hacia la periferia metropolitana (Navarro-Varas et al., 2017).

Por otra parte, es importante tener presente la relación existente entre determinadas variables sociodemográficas y variables vinculadas con la morfología urbana y los usos del suelo. En términos generales, en el entorno metropolitano de Barcelona, la población más captiva del transporte público y de los modos activos (población sin acceso a un vehículo privado) como pueden ser la gente mayor, la población inmigrante o la población con niveles de estudios bajos (variables asociadas con niveles de pobreza mayores), se localizan en zonas más compactas del territorio metropolitano. Es decir, a grandes rasgos y con ciertas variabilidades, la población residente en urbanizaciones de baja densidad, que es más dependiente del vehículo privado, agregan una menor proporción de población en situación de vulnerabilidad social.

Otra conclusión que se desprende de este análisis, es la constatación de que las características sociodemográficas (en particular la renta y el índice de envejecimiento) no siempre explican la movilidad a pie (el valor de la R cuadrada ajustada indica una cierta variabilidad del modelo). Esto significa que, en el entorno metropolitano de Barcelona, la movilidad a pie está vinculada a prácticamente todos los perfiles sociales. El elevado peso de los desplazamientos a pie en la movilidad cuotidiana, es de hecho, un punto fuerte frente otras áreas metropolitanas.

Relacionado con las variables socioeconómicas y el uso del transporte público, un resultado interesante, es que además del grado de envejecimiento de los barrios y del peso de la población inmigrada, la mayor proporción de población con estudios superiores explica también el uso del transporte público. Como se ha visto, esto se puede explicar por la relación que se da entre la población con estudios superiores y la tasa de ocupación. La población ocupada, por su parte es la que más desplazamientos por motivo trabajo realiza, desplazamientos que se caracterizan por ser de mayor distancia y con mayor uso de los modos motorizados, tanto en vehículo privado como en transporte público.

Importancia de la gestión de la movilidad en vehículo privado

En último término, a partir de la comprobación del modelo que integra el conjunto de variables para explicar el reparto modal de los modos activos y del transporte público (R^2=0,837) se puede extraer otra conclusión. Si se compara el indicador de síntesis

categorizado y que hace referencia a las variables explicativas del modelo (FAR, Densidad residencial de población, Pendiente, Población con niveles de servicio de transporte público elevados, Índice de autocontención municipal) con la cuota modal de los modos activos y del transporte público, se observa que la variabilidad es mínima. Y, cuando se da, aparece de forma particular algunas zonas de la ciudad de Barcelona. En estas zonas, la cuota modal de la movilidad a pie, en bicicleta y en transporte público, supera el 75% de los viajes, mientras que, a la vez, el indicador de síntesis no se categoriza en 5, es decir, en su valor máximo. Una posible explicación puede derivarse de la influencia que puede ejercer la política de gestión de la movilidad, elemento que influye en la elección modal con independencia de la forma urbana y de los usos del suelo.

Esto pone de relieve la necesidad de no responsabilizar el urbanismo en exceso, sobre todo considerando que el nuevo marco de planeamiento urbanístico en Barcelona propone un nuevo paradigma donde el proceso de expansión urbana vivido en las últimas décadas (y que se tradujo en un aumento de la movilidad interurbana, en particular en transporte privado), se vea limitada para establecer nuevos procesos de densificación, de reforma y mejora urbana, haciendo más eficiente el entorno ya construido. En consecuencia, la gestión de la movilidad se configura como una pieza importante en lo referente al cambio modal de la población. La limitación del acceso de los coches a determinadas zonas de la ciudad, la prioridad semafórica del transporte público en superficie, la gestión sostenible de peajes viarios, la tarificación del aparcamiento, son algunos claros ejemplos en este sentido. El urbanismo sostenible y la introducción de recursos innovadores y flexibles relacionados con la gestión de la movilidad, devendrán claves para mejorar la eficiencia de la movilidad metropolitana.

Referencias bibliográficas

Agoués, C. (2009): "El planeamiento urbanístico y la movilidad sostenible" *Revista Vasca de Administración Pública. Herri-Arduralaritzako Euskal Aldizkaria*, nº 84, p.17-52.

*Base de datos de movilidad metropolitana 2011/*2013. Àrea Metropolitana de Barcelona i Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona.

Borja, J. (2010): *Luces y sombras del urbanismo de Barcelona*. Barcelona: Colección gestión de la Ciudad, Editorial UOC.

Calthorpe, P. (1993): *The Next American Metropolis*. New York: Princeton Architectural Press.

Censo de Población y Viviendas del año 2011. Instituto Nacional de Estadística.

Cervero, R. (1998): *The Transit Metropolis. A Global Inquiry*. Washington DC: Island Press.

Cervero, R., Ferrell, C., Murphy, S. (2002): "Transit-Oriented Development and Joint Development in the United States: A Literature Review", *Research Results Digest*, October 2002, nº52, Subject Area: VI Public, FTA.

Diagnosi de dinàmiques en els àmbits socioeconòmic, habitacional i de mobilitat en el territori Besòs (2017). Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona.

El tractament de la mobilitat en el planejament urbanístic metropolità (2016). Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona. Àrea Metropolitana de Barcelona.

Enquesta de condicions de vida i hàbits de la població, 2011 (ECVHP, 2011). Àrea Metropolitana de Barcelona, Diputació de Barcelona, Idescat i Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona.

Enquesta de mobilitat en dia feiner (EMEF) 2003-2016. Autoritat del Transport Metropolità, Ajuntament de Barcelona, Àrea Metropolitana de Barcelona.

Enquesta de mobilitat quotidiana 2006 (EMQ, 2006). Generalitat de Catalunya, Autoritat del Transport Metropolità, Ajuntament de Barcelona, Idescat i Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona.

Esteban, J. (2007): *L'ordenació urbanística: conceptes: eines i practiques.* Col·lecció espai públic urbà. Diputació de Barcelona.

Geerlings, H., Stead, D. (2003): "The integration of land use planning, transport and environment in European policy and research" *Transport Policy*, nº10, p.187-196.

La política social en la mobilitat quotidiana. Diagnosi i reptes per a la inclusió social (2016). Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona. Àrea Metropolitana de Barcelona.

Lear Scott A., et al. (2017): *The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study.* The Lancet Published online September 21

Navazo, M. (2015): *L'avaluació ambiental en el planejament urbanístic. Criteris i recomanacions*. Manuals d'avaluació ambiental, 7. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat.

Pla de Sostenibilitat de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (PSAMB) (2014): Àrea Metropolitana de Barcelona

Pla Metropolità de Mobilitat Urbana (PMMU) (En fase de redacció). Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona. Àrea Metropolitana de Barcelona

Pla Metropolità de Mobilitat Urbana. Document de diagnosi (2016). Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona. Àrea Metropolitana de Barcelona.

Pozueta, J. (2000). "Movilidad y planeamiento sostenible: hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano" *Cuadernos de Investigación Urbanística*, nº30. Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, UPM, Madrid

Pozueta, J., Lamíquiz F.J., Porto, M. (2013): La *Ciudad paseable: recomendaciones para la consideración de los peatones en el planeamiento, el diseño urbano y la arquitectura*. CEDEX. Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento.

Navarro- Varas, L.; Porcel, S. (2016): "L'acció contra la pobresa: cap a una política metropolitana de garantia de rendes?", *Repensar la metròpoli: noves claus per a un projecte col·lectiu. Anuari Metropolità de Barcelona 2016.* Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona. Àrea Metropolitana de Barcelona.

Rueda, S., De Cáceres, R., Cuchí, A., Brau, Ll. (2012): *El Urbanismo Ecológico: su aplicación en el diseño de un Ecobarrio en Figueres*. Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona.

Sarasa, S. (dir.), Porcel, S., Navarro-Varas, L. Thiers, J., Coll, F. (2015): *La segregació espacial de la pobresa a Catalunya: estructura i dinàmica de la desigualtat social*. Recercaixa.

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer al Área Metropolitana de Barcelona (AMB) por financiar el presente trabajo.