

“ENTORNOS DE MOVILIDAD COMERCIAL” Y DISPERSIÓN URBANA: ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES ÁREAS URBANAS EUROPEAS

Antonio J. Laínez-Plaza; Aldo Arranz-López;
Ricardo Badía-Lázaro y Julio A. Soria-Lara

Cómo citar este artículo: LAÍNEZ-PLAZA, A. J.; ARRANZ-LÓPEZ, A.; BADÍA-LÁZARO, R. y SORIA-LARA, J. A. *“Entornos de movilidad comercial” y dispersión urbana: estudio comparativo de tres áreas urbanas europeas* [en línea] Fecha de consulta: dd-mm-aa. En: ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno, 13 (38): 101-128, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.13.38.5411> ISSN: 1886-4805.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

"RETAIL MOBILITY ENVIRONMENTS" AND URBAN DISPERSION: A COMPARATIVE STUDY OF THREE EUROPEAN URBAN AREAS

Key words: Transport; pedestrian; bicycle; territory

Structured abstract

Objective

This paper addresses the study of the relationships between non-motorised accessibility to retail and urban sprawl by comparing three European urban areas: Copenhagen (Denmark), Dusseldorf (Germany) and Valencia (Spain).

Methodology

Four different "Retail Mobility Environments" in each of the abovementioned urban areas have been identified and spatially located, analyzing its relationships with urban sprawl levels.

Conclusions

The obtained results gain insights into the importance of discussing the non-motorized accessibility to retail activity as an essential part of the urban sprawl process, as well as shedding new light on the dichotomy between compact vs dispersed growth.

Originality

Urban sprawl transversally affects to sectorial issues, such as the environment, the urban structure and people lifestyle. Most of the studies carried out focus the attention on the effects of urban sprawl on motorized transport, accessibility to jobs, the impact on the landscape or the consumption of land. However, there is limited knowledge about the relationship between the non-motorized accessibility to retail activity and urban sprawl.

“ENTORNOS DE MOVILIDAD COMERCIAL” Y DISPERSIÓN URBANA: ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES ÁREAS URBANAS EUROPEAS

LAÍNEZ-PLAZA, Antonio J.¹

ARRANZ-LÓPEZ, Aldo²

BADÍA-LÁZARO, Ricardo³

SORIA-LARA, Julio A.⁴

Remisión inicial: 20-02-2018

Aceptación definitiva: 09-05-2018

Aceptación inicial: 17-04-2018

Remisión definitiva: 17-05-2018

Palabras clave: Transporte; peatón; bicicleta; territorio

Resumen estructurado

Objetivo

Se aborda el estudio de la relación entre dispersión urbana y accesibilidad no motorizada a comercios a través de la comparación de tres áreas urbanas europeas con distinto nivel de dispersión urbana: Copenhague (Dinamarca), Dusseldorf (Alemania) y Valencia (España).

Metodología

Para ello, se han identificado y localizado espacialmente un conjunto de “entornos de movilidad comercial” en cada una de las tres áreas urbanas mencionadas, para posteriormente ponerlos en relación con sus respectivos niveles de dispersión urbana.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten profundizar sobre aspectos como la relevancia de tratar la accesibilidad no motorizada a comercios como parte esencial del proceso de dispersión urbana, a la vez que arrojan nuevas luces sobre la dicotomía entre crecimiento urbano compacto vs disperso.

Originalidad

La dispersión urbana como fenómeno territorial afecta de manera transversal a aspectos como el medio ambiente, la estructura urbana y el modo de vida de los ciudadanos. La mayor parte de los estudios realizados ponen el foco de atención en los efectos de la dispersión urbana sobre el transporte motorizado, la accesibilidad a empleos, la afección al paisaje o el consumo del suelo. Sin embargo, existe un conocimiento limitado de la relación entre dispersión urbana y accesibilidad no motorizada a comercios, incluso cuando este aspecto puede resultar esencial para el día a día de la población.

¹ Universidad Politécnica de Madrid (UPM) ETSI Caminos Canales y Puertos, C/Profesor Aranguren SN 28040, Madrid, España. Correo electrónico: antonio.lainez.plaza@gmail.com.

² Universidad de Zaragoza, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, C/Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza, España. Correo electrónico: arranz@unizar.es

³ Universidad de Zaragoza, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, C/Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza, España. Correo electrónico: rbadia@unizar.es

⁴ Universidad Politécnica de Madrid, Transport Research Centre -TRANSyT-, C/Profesor Aranguren SN 28040, Madrid, España. Correo electrónico: julio.soria-lara@upm.es

1. Introducción

El estudio de la dispersión urbana ha acaparado amplia atención por parte de la comunidad académica, especialmente como consecuencia de sus efectos sobre la economía, la sociedad y el medio ambiente (Cerdeira Troncoso *et al.*, 2012; EEA, 2016; Frumkin, 2002; Galster *et al.*, 2001; Kasanko *et al.*, 2006; Muñoz *et al.*, 2006). En esencia, la dispersión urbana se caracteriza por una amplia ocupación de suelo a través de bajas densidades urbanas, lo que a su vez tiene un importante impacto sobre los modos de transporte que usa la población para desplazarse (Ewing, 1997; Ewing y Cervero, 2010; Handy *et al.*, 2005; Kasanko *et al.*, 2006). De hecho, existe un número creciente de estudios que profundizan sobre los efectos de un consecuente incremento en el número de desplazamientos y una mayor dependencia del automóvil privado en contextos territoriales donde la dispersión urbana predomina (Campbell *et al.*, 2013; Nogués Linares *et al.*, 2010; Preston y Rajé, 2007), lo que puede originar impactos negativos sobre: los niveles de congestión de tráfico, la contaminación atmosférica, los accidentes, el ruido, el consumo energético, etc. (EEA, 2016; Ewing *et al.*, 2016; Frumkin, 2002; Johnson, 2001; Muñoz *et al.*, 2006; Yang y Lo, 2002).

Los desplazamientos no motorizados -esencialmente a pie o bicicleta- son de los más perjudicados por un patrón de crecimiento urbano basado en una ocupación creciente de suelo (Ewing y Cervero, 2010). Sin embargo, la academia ha dedicado un esfuerzo limitado a estudiar cómo y de qué manera la dispersión urbana afecta a la accesibilidad no motorizada, centrando su enfoque de manera mayoritaria en analizar los efectos generados sobre los sistemas de transporte colectivo y, principalmente, sobre el automóvil privado (García-Palomares, 2010; Handy *et al.*, 2005). Por ejemplo, Olvera *et al.* (2003) destacan la dificultad de acceso a zonas de trabajo en modos no motorizados en lugares con alta dispersión urbana, debido a las grandes distancias a recorrer y los excesivos tiempos de desplazamiento que acaban mermando drásticamente los desplazamientos a pie. Khan *et al.* (2016) añaden que la situación descrita se reproduce en el caso de los destinos comerciales (fundamentalmente pequeño y mediano comercio), recomendando la mejora de servicios e instalaciones para modos de desplazamiento no motorizados en zonas con alta dispersión urbana, así como un acceso más fácil a zonas comerciales y recreativas para viajeros a pie o bicicleta. En vista de lo anterior, resulta oportuno profundizar en el estudio de los efectos de la dispersión urbana sobre los desplazamientos no motorizados a actividades diarias para la ciudadanía (ej. comercios y empleos), sobre todo de cara a entender mejor el fenómeno, así como para analizar posibles intervenciones que ayuden a paliar los impactos negativos asociados.

En el contexto descrito, el concepto de “Entorno de Movilidad” -todavía no consolidado en el ámbito profesional, pero con amplio interés en círculos académicos (Bertolini, 2007), puede ser útil de cara a profundizar en el estudio y conocimiento de los efectos de la dispersión urbana sobre la movilidad no motorizada. Los “Entornos de Movilidad” son entendidos como unidades geográficas homogéneas en las que accesibilidad y usos del suelo interaccionan de manera particular e identitaria (Bertolini y Dijst, 2003; Soria-Lara *et al.*, 2015). Tales “Entornos de Movilidad” resultan particularmente útiles para el diagnóstico y evaluación de los patrones de movilidad existentes, a la vez que pertinentes en el proceso de toma de decisiones con la

finalidad de analizar la repercusión espacial de implantar determinadas estrategias y políticas públicas. Algunas aplicaciones prácticas donde los “Entornos de Movilidad” han sido protagonistas pueden ser consultadas en Arranz-López *et al.*, 2017a; Arranz-López *et al.*, 2017b; Silva, 2017; Soria-Lara *et al.*, 2015; Talavera-García y Soria-Lara, 2015; Zandvliet, Bertolini y Dijst (2008).

Con el propósito de aportar nuevas luces a la problemática señalada, el presente artículo tratará de explorar posibles relaciones entre *la dispersión urbana y la accesibilidad no motorizada a comercios*. Para ello, se ha realizado un estudio comparativo de tres áreas urbanas europeas con diferente nivel de dispersión urbana: Copenhague (Dinamarca), Dusseldorf (Alemania) y Valencia (España). El concepto de “Entorno de Movilidad Comercial” (EMC) será utilizado para ayudar a responder a la pregunta de investigación planteada. A nivel metodológico, se han identificado un total de cuatro EMC para cada una de las áreas urbanas señaladas. Tales EMC permitirán caracterizar y localizar en dichas áreas urbanas desde lugares orientados a dinámicas de desplazamiento local y de corta distancia (esencialmente no motorizados y orientados al comercio minorista), hasta lugares donde predomina una movilidad motorizada y con baja riqueza de actividad comercial. Posteriormente, se ha llevado a cabo una comparación entre una tipología concreta de EMC, los *entornos de movilidad de corta distancia y orientados al comercio minorista*, respecto de un índice específico de dispersión urbana, reflexionando sobre como los distintos niveles de dispersión están afectando a la accesibilidad no-motorizada a comercios. La elección de los *entornos de movilidad de corta distancia y orientados al comercio minorista*, viene definida por su potencial para fomentar la accesibilidad no motorizada a comercios. Para profundizar en dicho aspecto, se han utilizado un total de cuatro indicadores: (i) porcentaje de superficie de territorio caracterizado como *entorno de movilidad de corta distancia en cada área urbana*; (ii) conectividad espacial de los *entornos de movilidad de corta distancia*; (iii) localización de los *entornos de movilidad de corta distancia* respecto del centro urbano compacto; (iv) formación de subcentros urbanos caracterizados predominantemente por un *entorno de movilidad de corta distancia*.

El artículo se estructura de la siguiente forma. El apartado 2 presenta una discusión teórica sobre los conceptos de dispersión urbana y EMC. El apartado 3 muestra los casos de estudio, mientras que el apartado 4 detalla el proceso metodológico llevado a cabo durante la investigación. El apartado 5 contiene los resultados finales y, en último lugar, el apartado 6 refleja algunas conclusiones, observaciones finales y líneas de trabajo futuras.

2. Dispersión urbana y “entornos de movilidad comercial”

2.1 Dispersión urbana

El término dispersión urbana ha sido utilizado de múltiples formas, a veces incluso de manera confusa y contradictoria (EEA, 2016), lo que en muchos casos dificulta la comparación de resultados entre los distintos estudios realizados (Galster *et al.*, 2001; Kirby, 2004). Esta situación ha influido también a la hora de tratar de medir y evaluar el grado de dispersión urbana de una determinada ciudad o región (Galster *et al.*, 2001).

En base a la revisión literaria realizada, se pueden distinguir diferentes marcos instrumentales y metodológicos para cuantificar la dispersión urbana, que van desde un tratamiento descriptivo de este fenómeno territorial, apoyado en el tratamiento de imágenes aéreas, hasta el uso de modelos predictivos. Algunos trabajos relevantes han sido desarrollados por Catalán *et al.* (2008); Sudhira *et al.* (2003); Tsai (2005); Wilson *et al.* (2003); Yang y Lo (2002). Un denominador común de los métodos mencionados es la falta de acuerdo en cuáles son las variables más relevantes a la hora de capturar y describir el fenómeno de la dispersión urbana. Por ejemplo, Kasanko *et al.* (2006) utilizan un amplio abanico de variables (densidad, aglomeración, concentración de actividades, ocupación de suelo, etc.) que analizan de manera descriptiva el fenómeno de la dispersión urbana para un total de 15 áreas urbanas europeas. En cambio, Galster *et al.* (2001) acotan su método de medida en 8 dimensiones espaciales (densidad, continuidad, concentración, centralidad, proximidad, agrupación, nuclearidad y usos mixtos), validando su aproximación en 13 grandes ciudades de Estados Unidos. Otro ejemplo es Tsai (2005), que centra su análisis únicamente sobre 4 dimensiones: tamaño de metrópolis, densidad de metrópolis, grado de distribución equitativa de usos del suelo y nivel de aglomeración urbana.

En los últimos años, la dispersión urbana ha influido en la distribución del comercio así como en la tipología de establecimientos. Zhao (2010) examina el caso de Beijing donde el rápido desarrollo de la ciudad en sus suburbios, caracterizado por una baja densidad y un crecimiento disperso, ha fomentado la creación masiva de grandes centros comerciales. Este tipo de establecimientos se caracterizan por tener un grado de integración escaso en el tejido urbano que modifica los patrones de viaje comercial y crean al mismo tiempo un problema de accesibilidad, en este caso comercial. En esta línea, Rotem-Mindali (2012) señala como en Israel, la escasa accesibilidad a los centros de comercio periféricos obliga a utilizar el eje central de desplazamiento, masificando el tránsito y aumentando los tiempos de viaje. Ewing (1997) señala que los desarrollos comerciales en línea son de difícil acceso, inseguros para los peatones y requieren desplazamientos considerables debido a la lejanía entre los propios comercios.

Con una vocación integradora, la Environmental European Agency, EEA (2016) ha desarrollado un índice de medición del grado de dispersión urbana, atendiendo a gran parte de los enfoques teórico-conceptuales arriba citados. La finalidad es obtener un marco comparativo efectivo de la dispersión urbana entre las distintas regiones europeas. Dicho marco se asienta sobre tres efectos de la dispersión urbana recogidos unánimemente por la literatura consultada: i) una creciente expansión de las áreas urbanas; (ii) una proliferación de los desarrollos urbanos de baja densidad; (iii) un sistema de asentamientos que evoluciona hacia un patrón de dispersión. A partir de estos tres elementos, la EEA propone el índice denominado WUP ("Weighted Urban Proliferation"), y que se calcula en base a tres variables (PBA, DIS y LUP) y dos funciones de ponderación ($w_1(\text{DIS})$ y $w_2(\text{LUP})$). Aunque el índice propuesto por la EEA no se postula como una solución definitiva al problema de cuantificar la dispersión urbana, y por lo tanto hay que seguir investigando en este sentido, existe un cierto nivel de aceptación entre la comunidad científica sobre su capacidad para medir la dispersión urbana de una forma comparable y replicable en distintos ámbitos geográficos (Jaeger y Schwick, 2014; Schwick *et al.*, 2012), estando particularmente adaptado para el contexto europeo. Por esta razón, será la metodología utilizada en esta investigación para cuantificar el grado de dispersión de las tres áreas urbanas bajo comparación (ver apartado metodológico para una descripción más detallada sobre el índice WUP).

2.2 “Entornos de movilidad comercial”

El concepto de “Entorno de Movilidad” surge como respuesta a la búsqueda de estrategias de actuación que integren de manera efectiva usos del suelo y transporte (Bertolini, 2017; Hrelja, 2011; Khan *et al.*, 2016; Soria-Lara *et al.*, 2016). Éstos se definen como áreas geográficas homogéneas donde los usos del suelo y el transporte se interrelacionan de manera recíproca e identitaria (Bertolini y Djist, 2003; Soria Lara *et al.*, 2015). La gran ventaja de los “Entornos de Movilidad” reside en su capacidad para delimitar espacialmente áreas geográficas sobre las que implementar actuaciones y políticas públicas encaminadas a integrar usos del suelo y transporte. A pesar de que los “Entornos de Movilidad” como concepto de planificación son recientes y con bajo nivel de uso desde el ámbito profesional, su desarrollo metodológico y conceptual ha acaparado un considerable interés académico desde su aparición (Arranz López *et al.*, 2017b; Soria Lara *et al.*, 2016; Soria Lara *et al.*, 2015; Zandvliet *et al.*, 2008). La literatura existente en este campo se ha centrado mayoritariamente en la relación existente entre modos de transporte motorizados y zonas residenciales, poniendo poca atención al uso de los “Entornos de Movilidad” desde la óptica de los desplazamientos no motorizados. Con el fin de abordar este vacío, Arranz-López *et al.* (2017a) desarrollaron el concepto de EMC, que estudia la relación existente entre modos de transporte no motorizados (principalmente peatón y ciclista) y la actividad comercial de distinta índole. Dado el objetivo principal de esta investigación, el uso de tales EMC resulta conveniente con la finalidad de evaluar las relaciones existentes entre dispersión urbana y accesibilidad no motorizada a comercios.

En lo particular, los EMC son el resultado de integrar en un área determinada los resultados obtenidos para un conjunto de indicadores de accesibilidad no motorizada (desplazamientos a pie y en bicicleta) e indicadores de actividad comercial (densidad, diversidad y contigüidad comercial). Tales EMC se caracterizan por ser unidades geográficas con características comunes a nivel de dotación de comercios y niveles de accesibilidad no motorizada. Al integrar resultados de accesibilidad no motorizada y actividad comercial, cuatro tipologías de EMC han sido previamente estudiadas, siendo la base de la presente investigación: i) entornos de movilidad de corta distancia, representados por valores altos de actividad comercial y accesibilidad no motorizada; ii) entornos de movilidad motorizada, representados por valores altos de actividad comercial y valores bajos de accesibilidad no motorizada; iii) entornos de movilidad no motorizada, representados por valores bajos de actividad comercial y valores altos de accesibilidad no motorizada; iv) entornos de movilidad de larga distancia, representados por valores bajos tanto para la actividad comercial como para la accesibilidad no motorizada. Mientras que en ciudades con patrones de ocupación mayoritariamente compactos deberían de predominar EMC de corta distancia y basados en el comercio minorista, en las áreas urbanas donde predominan patrones de ocupación dispersos, tales entornos de movilidad de corta distancia deberían ser más residuales.

3. Casos de estudio

Para la presente investigación se utilizarán de manera comparada las áreas urbanas de Copenhague (Dinamarca), Dusseldorf (Alemania) y Valencia (España) (Figura 1). Su elección busca representatividad de distintas latitudes europeas, distintos niveles de dispersión urbana, comparación entre áreas urbanas de distinta extensión territorial, así como alternancia entre

capitales de estado y otro tipo de áreas urbanas (Tabla 1). La delimitación geográfica de los tres casos de estudio corresponde con su área funcional a escala regional y no con delimitaciones de carácter municipal y administrativo. Esta cuestión es clave para abordar el estudio de la dispersión urbana.

Figura 1. Localización y principales características de las áreas urbanas



Fuentes: Open Street Maps, ESRI. Elaboración propia

- I. Copenhague (Dinamarca) posee una población relativamente pequeña comparada con otras capitales europeas, a pesar de ello, cuenta con una gran influencia a nivel regional. La ciudad posee un área urbana densa con una importante cantidad de espacios abiertos, verdes y ajardinados. Sin embargo, el desarrollo urbano experimentado desde la década de los 90 se ha caracterizado por la promoción de tejidos residenciales de baja densidad. Este desarrollo urbano ha sido canalizado a través de cinco corredores ferroviarios, que buscan precisamente una integración útil y efectiva entre transporte público y usos del suelo. Este fenómeno de crecimiento urbano ha dado lugar a una gran metrópolis urbana con unos niveles crecientes de dispersión en su territorio circundante.
- II. El área urbana de Dusseldorf (Alemania) se localiza en una de las regiones más pobladas de Alemania. Capital de la región de Renania del Norte-Westfalia y una de las áreas urbanas más influyentes del país germano, conocida en todo el mundo por sus ferias y exposiciones comerciales, así como por su papel como centro de negocios internacional. El área urbana de Dusseldorf se expande a lo largo del corredor fluvial del río Rin, donde en las últimas décadas se ha producido un fuerte desarrollo comercial e industrial que ha requerido de la implementación de infraestructuras de transporte que den soporte a parte del servicio demandado.
- III. Finalmente, el área urbana de Valencia (España) se caracteriza también por un creciente proceso de dispersión urbana, como consecuencia del proceso urbanizador que tuvo lugar en España en el último cuarto del siglo XX. La expansión del área urbana de Valencia se ha producido sobre todo siguiendo los grandes ejes de transporte viario, llegando a alcanzar las comarcas limítrofes y extendiéndose a más de 20 kilómetros del centro urbano. La industria y las vías de comunicación (carreteras y ejes viarios) han sido los elementos generadores de la dinámica demográfica y urbana densificando ambos ejes en todas direcciones. El crecimiento de suelo urbano artificial se ha producido a su vez en detrimento del agrícola, lo que ha provocado la pérdida de espacios de alto valor rural para la región, tales como el de L'Horta, lugar con especial valor ambiental, paisajístico, económico y cultural.

Tabla 1. Rasgos básicos de las tres áreas urbanas en estudio

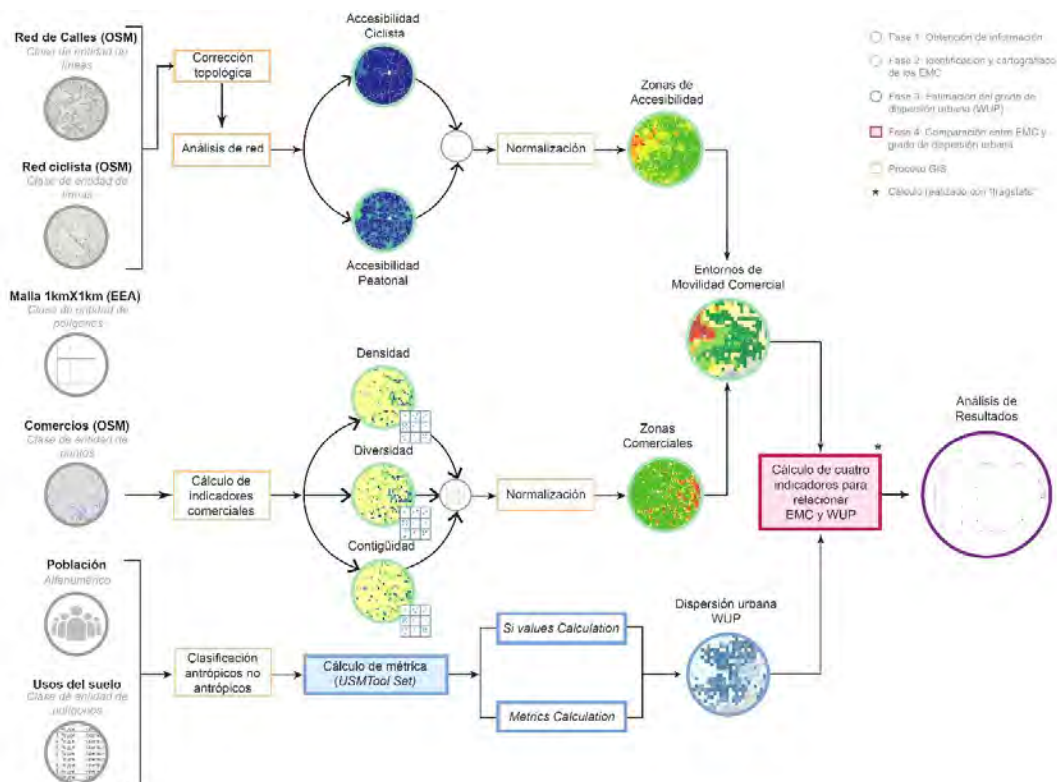
ÁREA URBANA	POBLACIÓN (HAB.)	EXTENSIÓN (HA)	OTROS
Copenhague	1.891.650	277.400	Desarrollo urbano canalizado a través de corredores de ferrocarril.
Dusseldorf	1.700.757	116.300	Fuerte crecimiento urbano articulado en torno al río Rin.
Valencia	1.570.608	57.400	Dispersión urbana a costa de espacios de alta producción agrícola.

Fuente: Eurostat. Elaboración propia

4. Material y métodos

Para dar respuesta a nuestro objetivo de conocer cómo afecta la dispersión urbana a la accesibilidad no motorizada a comercios, se ha diseñado un proceso metodológico de cuatro fases (figura 2): (i) obtención de información; (ii) identificación y cartografiado de los EMC para cada área urbana; (iii) estimación del grado de dispersión urbana; (iv) comparación entre EMC y grado de dispersión urbana.

Figura 2. Esquema metodológico



Elaboración propia

4.1 Fuentes de información

Para realizar este trabajo se han recopilado bases de datos espaciales, con información alfanumérica asociada que procede de instituciones y organismos tanto oficiales como no oficiales, detallados en esta sección. Cabe también destacar que los resultados finales y los análisis intermedios se han presentado a través de una malla vectorial con tamaño de celda de 250 x 250 m, creada a partir de la malla estándar para análisis espacial propuesta por la EEA⁵.

Para los cálculos de accesibilidad no motorizada (desplazamientos a pie y en bicicleta) se han utilizado las redes peatonales y ciclistas disponibles en Open Street Maps (OSM), que es el mayor proyecto de cartografía libre y colaborativa a nivel mundial. Estas redes han sido corregidas manualmente para hacerlas operativas a los fines propios de la investigación. Desde OSM se ha obtenido además la localización de la actividad comercial. En concreto se han obtenido la localización de establecimientos comerciales de interés para el objeto de la investigación. Por ejemplo: salud (farmacias, dentistas, otros), ocio (centros deportivos), catering (restaurantes, bares, etc.) y tiendas (supermercados, panaderías, carnicerías, etc.). Todo ello se ha descargado desde uno de los servidores que almacena toda la información de OSM⁶, y que cuenta con un proceso de actualización diario⁷. Al igual que ocurría con las redes

⁵ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2>

⁶ <http://download.geofabrik.de>

peatonales y ciclistas, la cartografía de comercios ha sido tratada manualmente para hacerla operativa a los fines de la investigación.

Para la medición del grado de dispersión urbana de las distintas áreas metropolitanas se han usado las bases del proyecto “Urban Atlas”⁸, desarrollado por la EEA. Este proyecto ha cartografiado los usos del suelo de 305 ciudades europeas. Las áreas construidas utilizadas en este estudio para el cálculo de los índices de dispersión se han obtenido de este mismo proyecto perteneciente al programa Europeo Copernicus⁹, entendiendo como áreas construidas cualquier superficie cubierta por estructuras hechas por el ser humano. Los datos de población utilizados han sido proporcionados por la oficina estadística de la Comisión Europea, Eurostat¹⁰.

4.2 Metodología para la identificación y cartografiado de los EMC

Los EMC han sido el resultado de integrar espacialmente indicadores de valores de accesibilidad (VA) y valores de actividad comercial (VC). Merece la pena enfatizar que esta investigación se refiere a la componente espacial de la accesibilidad y no a otras posibles dimensiones vinculadas a conceptos de accesibilidad universal, etc. Para cada uno de los píxeles de la malla mencionada en el apartado 4.1 se ha estimado un VA y un VC. Esto será la base para identificar espacialmente los EMC de cada área urbana. Los VA se han obtenido a partir de combinar dos indicadores de accesibilidad no motorizada (tabla 2): i) accesibilidad caminando; ii) accesibilidad en bicicleta. Para calcular tales indicadores se ha utilizado el módulo *Network Analyst* incluidos en *ArcMap*, que se basa en un modelo de distancias y cuya función es buscar a través de la red viaria los tres establecimientos comerciales más cercanos, para posteriormente hacer una media de la distancia entre dichos comercios. Esto da una aproximación sobre el grado de accesibilidad a comercios en un determinado lugar de la ciudad: menor distancia se traduciría en un mayor nivel de accesibilidad. A su vez, las VC se basan en tres indicadores relacionados con la actividad comercial (tabla 2): i) densidad comercial; ii) diversidad comercial; iii) contigüidad comercial. Para calcular el indicador de densidad comercial se ha dividido el número de comercios de cada píxel de la malla utilizada entre la superficie (en Ha) del píxel correspondiente. El indicador de diversidad comercial ha sido calculado como la suma de las diferentes categorías de comercios existentes por cada píxel dividido entre el número total de tipologías comerciales identificadas. Por último, el indicador de contigüidad comercial ha sido calculado a través de un índice de centralidad denominado *Closeness*, para el cual se ha utilizado la caja de herramientas “*Urban Network Analysis*” externa a *ArcMap*. La caja de herramientas “*Urban Network Analysis*” (Sevtsuk *et al.*, 2013) contiene la herramienta “*Centrality Tool*” capaz de realizar un análisis de red espacial preciso considerando la distancia y la angularidad entre lugares (Porta *et al.*, 2005). El cálculo del índice de centralidad se ha llevado a cabo mediante el uso de un radio específico de distancia óptima de 300 metros para acceder a equipamiento y servicios básicos, tales como los comercios minoristas. Para determinar dicho radio el estudio se ha basado en el indicador común europeo A4, el cual valora la accesibilidad a equipamientos básicos y queda recogido en La Agenda 21 Local (una iniciativa de la cumbre de la ONU de Río de 1992 en la que se

⁷ Información descargada de OSM en Febrero de 2017

⁸ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>

⁹ <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>

¹⁰ <http://ec.europa.eu/eurostat>

pretendía disminuir el impacto ambiental de las ciudades). Aunque la distancia utilizada es la óptima para el caso español, se ha extrapolado a las otras dos áreas de estudios con el fin de que sean comparables.

Tabla 2. Indicadores de Valores de Accesibilidad (VA) y de Actividad Comercial (VC)

		ECUACIÓN	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
Indicadores de Accesibilidad	Accesibilidad Peatonal y Accesibilidad Ciclista	$A_i = D_{i,abc}$ <p>Donde A_i es la accesibilidad en la celda i y $D_{i,abc}$ es la distancia media en metros de las 3 ubicaciones comerciales más cercanas al origen</p>	m	Representa la disponibilidad y número de comercios en cada área de destino. Los resultados para cada celda se nombraron Accesibilidad Peatonal y Accesibilidad Ciclista.
	Densidad Comercial	$Den = \frac{n}{a}$ <p>Donde n es el número de tiendas en una celda y a es el área de la celda.</p>	Tiendas por hectárea	Representa la intensidad de actividad comercial por celda. Aumenta de forma paralela con el aumento del número de comercios.
	Diversidad Comercial	$S = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N}$ <p>Donde S es el número de tiendas consideradas en el estudio; n_i es el número de tiendas del tipo i; N es el número total de actividades comerciales.</p>	Ninguna	Representa el número de tipos de comercio diferentes en cada celda. Aumenta de forma paralela con el aumento en la variedad de comercios.
	Contigüidad Comercial	$C_i = D_{i,j}$ <p>Donde i es la celda y D la distancia entre las tiendas k y j.</p>	Distancia (metros)	Representa como de cerca está un comercio de otro dentro de una celda a través de la red de calles.

Fuente: Arranz-López *et al.* (2017a). Elaboración propia.

La obtención final de los EMC será el resultado de relacionar los valores medios obtenidos para cada pixel de la malla respecto de los VA y de los VC. Para ello, los resultados de los indicadores han sido previamente normalizados mediante el método de normalización *min-max*: $S = x - \min / \max$ donde S es el valor normalizado; x es el indicador del valor, *min* es el valor más bajo y *max* es el valor más alto. Del cruce de los indicadores de VA y VC se identifican cuatro EMC potenciales tal y cómo se señalaba en el apartado 2.2 (Figura 3):

- i) *Entornos de movilidad de corta distancia*: representados por valores altos de actividad comercial y accesibilidad no motorizada, dando lugar a espacios urbanos con una gran actividad comercial minorista, donde los modos motorizados no son esenciales, siendo recurrente los desplazamientos no motorizados. Son estos *entornos de movilidad de corta distancia* sobre los que se centra el estudio a la hora de relacionar EMC y dispersión urbana, ya que son los EMC con mayor potencial para fomentar la accesibilidad no motorizada a comercios.

- ii) *Entornos de movilidad no motorizada*: representados por valores bajos de actividad comercial y valores altos de accesibilidad no motorizada, los que resulta en espacios donde predominan los desplazamientos no motorizados, pero sin apenas ninguna actividad comercial. Parques y zonas deportivas sirven de ilustración para esta tipología de EMC.
- iii) *Entornos de movilidad motorizada*: representados por valores altos de actividad comercial y valores bajos de accesibilidad no motorizada, dando como resultado espacios urbanos donde predominan los modos de transporte motorizados. El comercio existente está esencialmente apoyado en grandes superficies.
- iv) *Entornos de movilidad de larga distancia*: representados por valores bajos tanto para la actividad comercial como para la accesibilidad no motorizada. Esto se traduce en zonas aisladas donde los modos no motorizados no son operativos para acceder a los comercios.

Figura 3. **Esquema conceptual de los EMC**



Fuente: Imágenes de Google. Elaboración propia.

4.3 Metodología para el cálculo de los índices de dispersión urbana

Según se ha indicado en el apartado 2, se estima un índice de dispersión urbana para cada caso de estudio de acuerdo al indicador WUP propuesto por la EEA (2016). El indicador WUP se mide en unidades de permeabilidad urbana (UPU) por metro cuadrado de paisaje (UPU/m^2) y para su cálculo se utilizan diferentes variables (Tabla 3).

El indicador WUP se compone por tanto de: tres variables, las cuales se corresponden con tres dimensiones de la dispersión urbana (PBA, DIS y LUP), y dos funciones de ponderación ($w_1(DIS)$ y $w_2(LUP)$) (Fórmula 1):

$$WUP = UP \cdot w_1(DIS) \cdot w_2(LUP) \text{ Donde } PBA = UP \cdot DIS.$$

Fórmula 1. Índice de dispersión urbana

La descripción de los factores que integran la fórmula es la siguiente:

- **Porcentaje de área construida (PBA):** hace referencia al área construida como porcentaje de la extensión total del ámbito de estudio, siendo el resultado de multiplicar la Permeabilidad Urbana (UP) y el porcentaje de dispersión urbana (DIS):
 - **Permeabilidad Urbana (UP):** representa la extensión de áreas urbanizadas en un territorio dado. Se expresa en UP/m² de tierra y su valor puede ser comparado directamente entre territorios de diferentes tamaños.
 - **Porcentaje de dispersión urbana (DIS):** caracteriza el patrón de asentamiento desde una perspectiva geométrica. Cuantifica la distribución espacial de las áreas edificadas midiendo la distancia entre dos puntos dentro de las áreas edificadas (hasta una distancia máxima llamada horizonte de percepción, en este caso de 1 km). Cuanto más dispersas sean las áreas urbanizadas mayor es el valor de DIS. Esta métrica se expresa como unidad de permeabilidad urbana (UPU) por metro cuadrado de área construida (UPU/m²). La dispersión es ponderada por la función $w_1(DIS)$ y no tiene unidades. Los valores de ponderación $w_1(DIS) > 1$ se aplican a partes del territorio donde las áreas urbanizadas están más dispersas con el objetivo de que se perciban más; mientras que las áreas compactadas y asentadas se multiplican por un valor de ponderación $w_1(DIS) < 1$. Los valores de ponderación $w_1(DIS)$ se encuentran entre 0.5 y 1.5 tomando como base el trabajo realizado por Jaeger y Schwick (2014).
- **Terrenos utilizados por habitante (LUP):** describe el uso de un área construida en la cual trabajan y/o viven personas. Se mide por tanto en m² por habitante o empleo. Áreas más habitadas y que ofrezcan empleo tienen un uso más intensivo y, por lo tanto, contribuyen a controlar la dispersión. Su factor de ponderación $w_2(LUP)$ no tiene unidades, depende de la relación m²/habitante y es siempre < 1 . Si LUP es mayor que 250 m²/habitante o empleados, el $w_2(LUP)$ está más cerca de 1. Si es menos de 100 m²/habitante o empleados, el $w_2(LUP)$ está más cerca de 0 porque esas áreas no se consideran dispersas.

Tabla 3. Resumen de las variables utilizadas en el cálculo de la dispersión urbana

Acrónimo de la métrica	Nombre de la métrica	Unidad
WUP	Proliferación urbana ponderada	UPU / m ² de paisaje
PBA	Porcentaje de área construida	%
DIS	Dispersión de áreas construidas	UPU / m ² de área construida
LUP	Área construida utilizada por persona (habitante o trabajador)	m ² / habitante o empleo

Fuente: EEA (2016). Elaboración propia.

4.4 EMC y dispersión urbana

Con el objetivo de relacionar los EMC con el índice de dispersión urbana WUP de cada caso de estudio, se han utilizado los siguientes indicadores (tabla 4): (i) porcentaje de superficie de territorio caracterizado como entorno de movilidad de corta distancia en cada área urbana, (ii) conectividad espacial de los entornos de movilidad de corta distancia, (iii) localización de los entornos de movilidad de corta distancia respecto del centro urbano compacto; (iv) formación de subcentros urbanos caracterizados predominantemente por un entorno de movilidad de corta distancia. Cada uno de estos cuatro indicadores ha sido relacionado con el valor de dispersión urbana WUP para comprobar hasta qué punto dicha dispersión urbana está afectando a la accesibilidad no motorizada a comercios. Para el cálculo de los dos últimos indicadores se ha utilizado el software "Fragstats"¹¹, que es una herramienta diseñada para calcular una amplia variedad de métricas de paisaje.

Tabla 4. Indicadores para establecer la relación entre los EMC y la dispersión urbana

INDICADORES	FÓRMULA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Porcentaje de superficie de territorio caracterizado como <i>entorno de movilidad de corta distancia</i> en cada área urbana	$P_1 = \frac{\sum_{j=1}^n a_{1j}}{A} (100)$ <p>P_1 = es la proporción de paisaje ocupado por <i>entornos de movilidad de corta distancia</i> (i)</p> <p>a_{1j} = área (m^2) ocupada por los <i>entornos de movilidad de corta distancia</i> (i)</p> <p>A = área total del paisaje (m^2)</p>	%	Representa en porcentaje, la superficie de <i>entornos de movilidad de corta distancia y comercio minorista</i> respecto de la superficie total de cada caso de estudio.
Conectividad espacial de los <i>entornos de movilidad de corta distancia</i>	$CONTIG = \frac{\left[\frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{a_{ij}} \right]}{n-1} - 1$ <p>c_{ij} = valor de continuidad para el pixel r en los <i>entornos de movilidad de corta distancia</i> (i)</p> <p>n = suma de los valores en un modelo de celdas de 3 x 3 (13 en este caso)</p> <p>a_{ij} = área ocupada por los <i>entornos de movilidad de corta distancia</i> (i) en términos del número de celdas.</p>	No tiene unidades	Representa el valor medio pixeles conectados que responde al tipo <i>entorno de movilidad de corta distancia y comercio minorista</i> .
Localización de los <i>entornos de movilidad de corta distancia</i> respecto del centro urbano compacto.	$P_2 = \frac{\sum_{j=1}^n a_{2j}}{A} (100)$ <p>P_2 = es la proporción de paisaje ocupado por <i>entornos de movilidad de corta distancia</i> (i) a una distancia dada (2.5, 5, 10, 20 y >20)</p> <p>a_{2j} = área (m^2) ocupada por los <i>entornos de movilidad de corta distancia</i> (i)</p> <p>A = área total del paisaje (m^2)</p>	%	Representa la superficie de <i>entornos de movilidad de corta distancia y comercio minorista</i> a diferentes distancias del centro urbano compacto. En concreto las mediciones se han realizado a 2.5 km, 5, 10, 20 y >20 Km del centro urbano compacto de cada caso de estudio.

¹¹ <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

Formación de subcentros urbanos caracterizados predominantemente por un entorno de movilidad de corta distancia	$S = P_i \text{ and } \sigma(\text{PROX}) > 2$ <p>S = Número de subcentros P_i = Parche de píxeles contiguos formados por los entornos de movilidad de corta distancia (n) σ = desviación estandar PROX = índice de proximidad</p> <p>Donde el índice de proximidad (PROX) se define con la siguiente fórmula:</p> $\text{PROX} = \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{h_{ij}}$ <p>PROX = índice de proximidad a_{ij} = área (m^2) de un parche de entornos de movilidad de corta distancia (i) dentro de una zona específica. h_{ij} = distancia (m) entre parches (i) y (j) de entornos de movilidad de corta distancia.</p>	No tiene unidades	Representa la formación de subcentros urbanos donde predominan entornos de movilidad de corta distancia y comercio minorista.
---	---	-------------------	---

Fuente: Manual de usuario de "Fragstats". Elaboración propia.

5. Resultados

5.1 EMC de cada área urbana

Desde un enfoque netamente descriptivo, este apartado muestra algunas de las características principales del patrón de distribución espacial de los EMC localizados en cada una de las áreas urbanas que conforman este estudio.

Copenhague

En el área urbana de Copenhague predomina el entorno de movilidad no motorizado, representando un total de 44.53% de la superficie estudiada, seguido por el entorno de movilidad de larga distancia (34.79%), el entorno de movilidad de corta distancia (15.53%), y el entorno de movilidad motorizado (5.15%) (Figura 4 y Tabla 5).

El entorno de movilidad de corta distancia concentra prácticamente la totalidad del tejido urbano continuo del área urbana de Copenhague, donde predominan los desplazamientos no motorizados y el comercio minorista. Dichos entornos se encuentran conectados con los entornos de movilidad no motorizada los cuales también tienen una ocupación de territorio relevante. En estos últimos predominan sobretodo zonas sin urbanizar y algunos lugares con tejido discontinuo denso con una aglomeración mayor en los alrededores de la zona costera y centro del área urbana.

El entorno de movilidad de larga distancia se da en amplias zonas interiores, lejos de la costa donde hay muy poca presencia de comercios y solo son accesibles mediante modos motorizados. En cuanto al entorno de movilidad motorizado se presenta de manera residual.

Dusseldorf

Al igual que en el caso de Copenhague, en el área urbana de Dusseldorf predomina el entorno de movilidad no motorizado, representando un total del 41.12% de la superficie estudiada, seguido por el entorno de movilidad de larga distancia (29.06%), el entorno de movilidad de corta distancia (19.75%) y, el entorno de movilidad motorizado (10.06%) (Figura 4 y Tabla 5).

Situando el foco de interés sobre el entorno de movilidad de corta distancia y comercio minorista debido a que es donde predominan los desplazamientos no motorizados a lugares comerciales, es conveniente destacar que su ubicación en Dusseldorf ocupa la mayor parte del tejido urbano continuo, así como parte del tejido urbano discontinuo denso fuertemente conectados con zonas verdes urbanas. En este entorno predominan comercios minoristas que alternan su función con zonas de ocio y deporte.

En el entorno de movilidad no motorizado se concentran mayoritariamente los tejidos urbanos discontinuos densos, esencialmente ligado a áreas de recreo y zonas verdes. Aparece también de manera puntual dentro del tejido urbano continuo, aunque no es frecuente.

El entorno de movilidad de larga distancia se da lejos de los tejidos urbanos continuos, mientras que el entorno de movilidad motorizado, de nuevo, se presenta de manera residual en el caso de estudio.

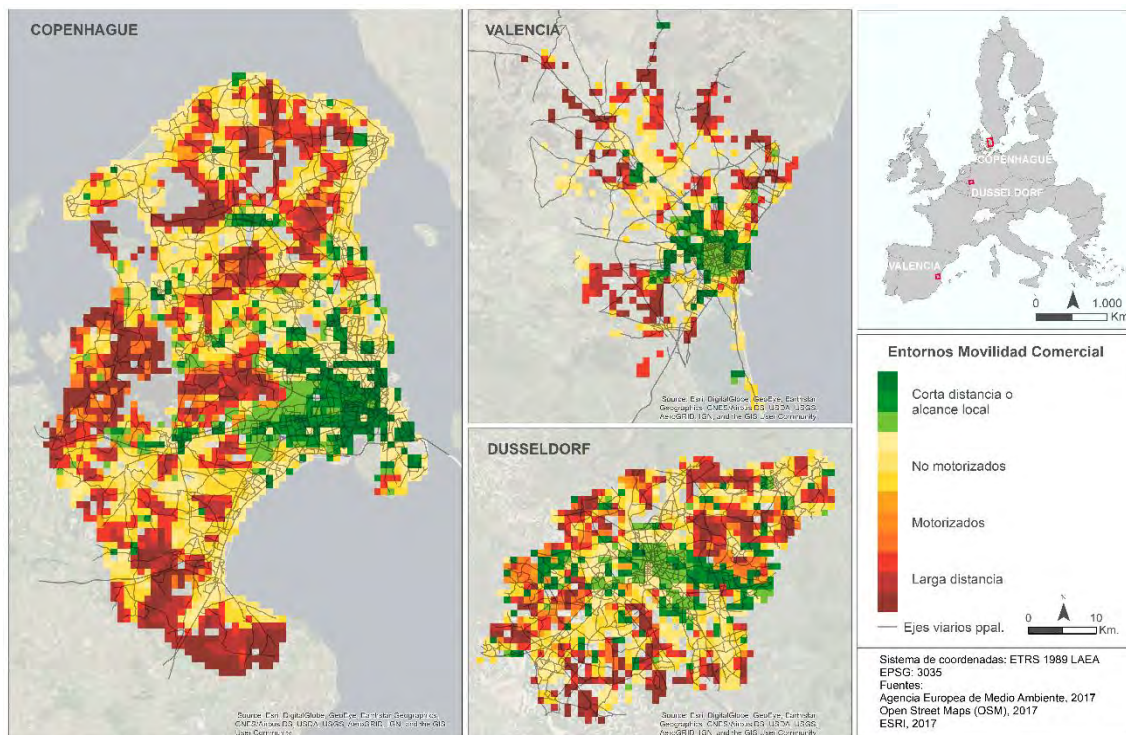
Valencia

En cuanto al área urbana de Valencia y al igual que las otras dos estudiadas, el entorno de movilidad no motorizado es el que está más presente, ocupando un total del 43.90% de la superficie estudiada, seguido por el entorno de movilidad de larga distancia (37.29%), el entorno de movilidad de corta distancia (18.11%), y el entorno de movilidad motorizado (0.70%) (Figura 4 y Tabla 5).

En el área urbana de Valencia los entornos de movilidad de corta distancia destacan por una alta presencia en tejidos urbanos continuos y tejidos urbanos discontinuos densos, donde predominan comercios minoristas, así como instalaciones de ocio y servicios. Los entornos de movilidad no motorizados se concentran en los tejidos urbanos discontinuos de densidad media, extendiéndose tanto por la línea costera como por el interior de la región.

Finalmente, los entornos de movilidad de larga distancia se ubican lejos del centro del área urbana a excepción de algunos focos cercanos a la periferia del centro. Los entornos de movilidad motorizada son prácticamente inexistentes.

Figura 4. “Entornos de Movilidad Comercial” en las áreas urbanas estudiadas



Fuentes: Agencia Europea de Medio Ambiente, Open Street Maps, ESRI. Elaboración propia

La razón por la que el entorno de movilidad no motorizado aparece en todas las áreas urbanas con un porcentaje mayor al resto de entornos (Tabla 5) se debe a que durante el estudio se trabaja a nivel regional, lo que implica la consideración de espacio no urbanizado entre las áreas urbanas que conforman el área de estudio.

Estos lugares suelen ser en su mayoría zonas verdes o boscosas de fácil accesibilidad a pie o en bicicleta, pero sin apenas actividad comercial. Su principal función está orientada al deporte y ocio.

Tabla 5. Rasgos básicos de los EMC en las diferentes áreas urbanas

ÁREA URBANA	ENTORNOS DE MOVILIDAD COMERCIAL							
	CORTA DISTANCIA		NO MOTORIZADO		MOTORIZADO		LARGA DISTANCIA	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Copenhague	43.100	15.53	123.500	44.53	14.300	5.15	96.500	34.79
Dusseldorf	23.000	19.75	47.800	41.12	11.700	10.06	33.800	29.06
Valencia	10.400	18.11	25.200	43.90	400	0.70	21.400	37.29

Fuente: Elaboración propia

5.2 Dispersión urbana

Este apartado describe los resultados de dispersión urbana (WUP) calculados en cada una de las áreas urbanas que conforman este estudio (tabla 6). El área urbana de Copenhague es la más grande de las tres áreas de estudio en base a su extensión. La figura 5 muestra como los valores de dispersión urbana más altos, entre 63 y 72 UPU/m² se localizan en las áreas suburbanas colindantes al centro compacto. Al igual que en muchas ciudades europeas, el núcleo antiguo mantiene sus niveles de densidad urbana y a medida que nos alejamos hacia los diferentes cinturones suburbanos se produce una mayor dispersión. A partir de la década de los 90, Copenhague sufrió un fuerte desarrollo urbano a lo largo de sus cinco ejes ferroviarios para facilitar el acceso entre las viviendas suburbanas y los lugares de trabajo en el centro de la ciudad (Fertner, 2012). Del mismo modo debían mantenerse libres de edificios las áreas intermedias preservando los espacios verdes y agrícolas existentes entre zonas. El objetivo final contemplado por el plan de desarrollo urbano era controlar el crecimiento y dispersión de las zonas suburbanas que se extendían a distancias de entre 40 y 80 km del centro del área urbana, sin embargo, el resultado no ha sido el esperado. Como se puede apreciar en la figura 5, los valores de dispersión urbana de entre 57 y 72 UPU/m² se extienden a lo largo de los ejes ferroviarios, lo cual se traduce en nuevos desarrollos urbanos caracterizados por una alta proporción de áreas residenciales de baja densidad, en detrimento de áreas rurales y espacios verdes. En el caso de Copenhague, se observan impactos de carácter social, que inciden sobre aquellos ciudadanos que antes desarrollaban una vida rural en dichas áreas y que se ven ahora perturbados por desarrollos urbanos que nada tienen que ver con el ámbito rural original de la región. Del mismo modo, hay que considerar los impactos económicos; los nuevos desarrollos no solo afectan a la población rural sino también a su actividad, cuya transformación tiende a una diversificación de las actividades agrícolas (con los respectivos impactos económicos que esto conlleva). Otro impacto de carácter económico-social, más comúnmente relacionados con la dispersión urbana, es el aumento de la distancia de desplazamiento para aquellos que viven en los nuevos suburbios y tienen que desplazarse al centro del área urbana de Copenhague por motivos laborales.

Tabla 6. Valores descriptivos del índice WUP

ÁREA URBANA	WUP (UPU/M ²)	MÍNIMO (UPU/M ²)	MÁXIMO (UPU/M ²)	MEDIA (UPU/M ²)	DESV. ESTÁNDAR (UPU/M ²)
Copenhague	2774,00	0,00	72,71	12,26	22,95
Dusseldorf	1163,00	0,00	154,01	29,38	43,45
Valencia	574,00	0,00	72,32	6,57	16,37

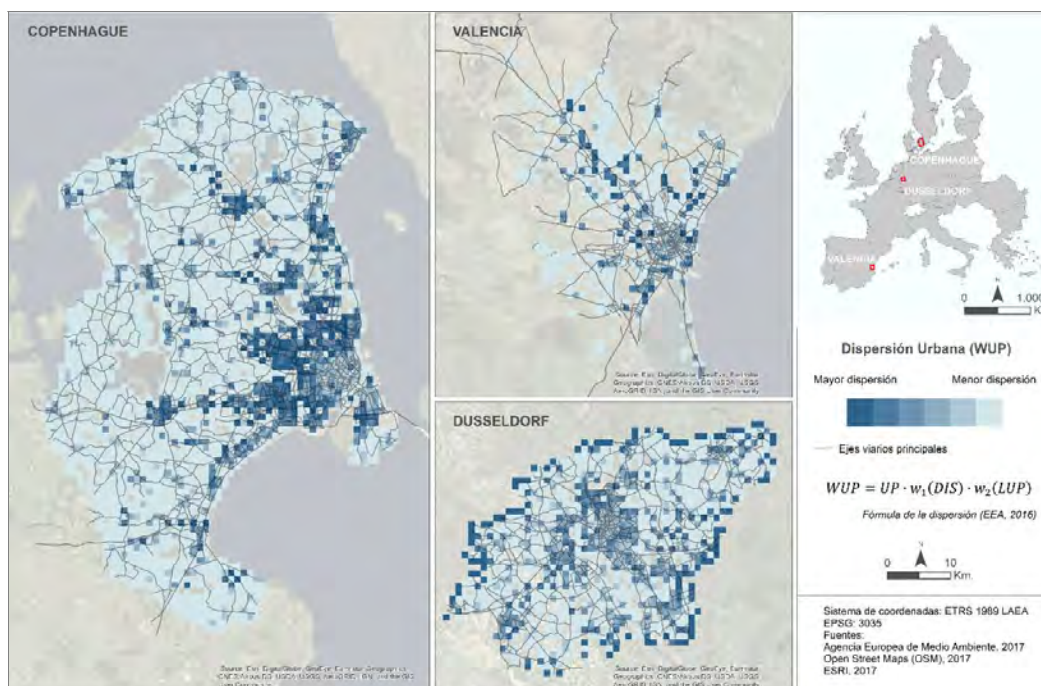
Fuente: Elaboración propia

En el caso de Dusseldorf, el proceso de dispersión urbana sigue un patrón en el que los valores más altos se localizan en los límites de su área urbana con valores cercanos al máximo (tabla 6), entre 122 y 154 UPU/m², lo que representa un patrón de dispersión urbana similar a los comúnmente descritos en la literatura académica. En este caso concreto también influye el hecho de que los límites del área urbana de Dusseldorf sean colindantes a las áreas periféricas de grandes ciudades como Leverkusen, al sur-este o Mönchengladbach, al oeste. Grandes metrópolis, que al igual que otras muchas en Europa, están experimentando una fuerte dispersión en las zonas más alejadas del centro del área urbana. En cualquier caso, el centro y

la periferia del área urbana de Dusseldorf se desarrolla a lo largo del corredor fluvial del río Rín. Dicho corredor fluvial ha sufrido un fuerte desarrollo comercial e industrial en las últimas décadas, impulsando la densificación poblacional de la zona y manteniendo a su vez los valores de dispersión urbana entre 45 y 65 UPU/m². El aeropuerto de Dusseldorf, el tercer aeropuerto más grande de Alemania, ha tenido mucho que ver con este fuerte desarrollo comercial e industrial.

Al igual que en Copenhague, el proceso de dispersión urbana de Valencia, se ha caracterizado por un desarrollo urbano a lo largo de los grandes ejes de comunicación. Los elementos generados de esta dinámica demográfica y urbana han sido la industria y las vías de comunicación. Los valores de dispersión más elevados, de entre 36 y 72 UPU/m² se registran, por tanto, lejos del núcleo central del área urbana, a una distancia de entre 10 y 20 km. Algunas de las áreas más dispersas se desarrollan en torno a la autovía del Turia al noroeste, la autovía de la costa V-21 al noreste de la ciudad y la V-31 que va hacia el sur. Si bien la dispersión en el área urbana de Valencia es menor que en los otros dos casos estudiados, el crecimiento de suelo urbano artificial producido en las zonas anteriormente mencionadas, ha supuesto una pérdida irrecuperable de espacios agrícolas y rurales de gran valor ambiental, paisajístico, económico y cultural. Más allá del impacto ambiental producido por la ocupación masiva de suelo destinado a tierras de cultivo, la focalización de los desarrollos urbanos en los corredores viarios ha congestionado la entrada al núcleo central del área urbana. Esto se traduce en: impactos sociales, donde los más afectados son los *commuters* (cuanto mayor sea el tiempo dedicado al desplazamiento laboral menor será la interacción social del individuo), impactos ambientales, debido al aumento de las emisiones producidas por el uso del transporte no motorizado, e impactos económicos (precio del combustible, mayor presupuesto destinado a mantener infraestructuras etc.).

Figura 5. Mapa de dispersión urbana de los casos de estudio (WUP)



Fuentes: Agencia Europea de Medio Ambiente, Open Street Maps, ESRI. Elaboración propia

5.3 EMC y dispersión urbana

En primer lugar, se ha explorado la relación existente entre: el porcentaje de superficie de territorio caracterizado como entorno de movilidad de corta distancia en cada área urbana, y su valor de dispersión urbana. En esencia, la dispersión urbana se caracteriza por una amplia ocupación de suelo a través de bajas densidades urbanas donde predomina el transporte motorizado. Por lo tanto, resulta lógico pensar que, aquellas áreas urbanas más dispersas deban tener un menor porcentaje de superficie destinada a entornos de movilidad de corta distancia. Sin embargo, tal y como se puede apreciar en la figura 6 (gráfico A), el área urbana de Dusseldorf, que acapara el valor más alto de dispersión urbana (29.38 UPU/m^2), tiene también el mayor porcentaje de superficie de entornos de movilidad de corta distancia (19.75%). Hecha esta observación, se analiza primeramente el caso de Copenhague. El área urbana de Copenhague, que presenta un valor de dispersión urbana menor que Dusseldorf (12.26 UPU/m^2), implicaría en teoría un porcentaje de superficie de entornos de movilidad de corta distancia mayor que dicha ciudad. Sin embargo, se trata del valor más bajo de las tres áreas urbanas estudiadas (15.53%) (Tabla 7). Esto se debe a que desde la década de los 90 la región ha experimentado importantes crecimientos en su población y economía, acompañados por la migración de muchos hogares a las zonas urbanas periféricas y rurales (Fertner, 2012). Dicha tendencia migratoria tiene como resultado: desarrollos que incluyen actividades no productivas, normalmente de carácter residencial con una baja densidad; un crecimiento disperso, que supone un incremento de las distancias de viaje respecto al centro del área urbana; y el uso de modos de transporte motorizados para desplazarse hasta él. Como se ha mencionado anteriormente, el área urbana de Dusseldorf, con el mayor valor de dispersión urbana (29.38 UPU/m^2), registra también el mayor porcentaje de superficie de entornos de movilidad de corta distancia (19.75%) en contraposición de lo que se podría pensar previamente. Los registros indican que los mayores valores de dispersión del área urbana se dan en los límites del ámbito de estudio, mientras que el centro y los suburbios del área urbana, que se extienden paralelamente al río Rin, sufren una menor dispersión. Son estas áreas del ámbito urbano donde la alta densidad de población y actividad comercial promueven la movilidad no motorizada siendo, por tanto, la causa del alto porcentaje de superficie de entornos de movilidad de corta distancia. En cuanto al caso de Valencia, cabe destacar como siendo el área más compacta de las estudiadas, con un valor de dispersión de 6.57 UPU/m^2 , presenta un porcentaje de superficie de entornos de movilidad de corta distancia ligeramente inferior al del área urbana más dispersa (Dusseldorf), un 18,11% frente al 19.75%. Se aprecia por tanto una diferencia de tan sólo 1,67 puntos porcentuales en el valor de la superficie de entornos de movilidad de corta distancia, frente a una amplia diferencia de valores de dispersión ($22,81 \text{ UPM/m}^2$). Estos resultados reflejan la fuerte expansión que ha sufrido Valencia en el último cuarto de siglo cuyos desarrollos urbanos se han ido alejando del centro urbano siguiendo sus ejes lineales. Expansión que ha causado fuertes impactos medioambientales como la pérdida de tierras de cultivo o la reducción de espacios abiertos en la región y que en ningún caso favorecen la formación de entornos de movilidad de corta distancia.

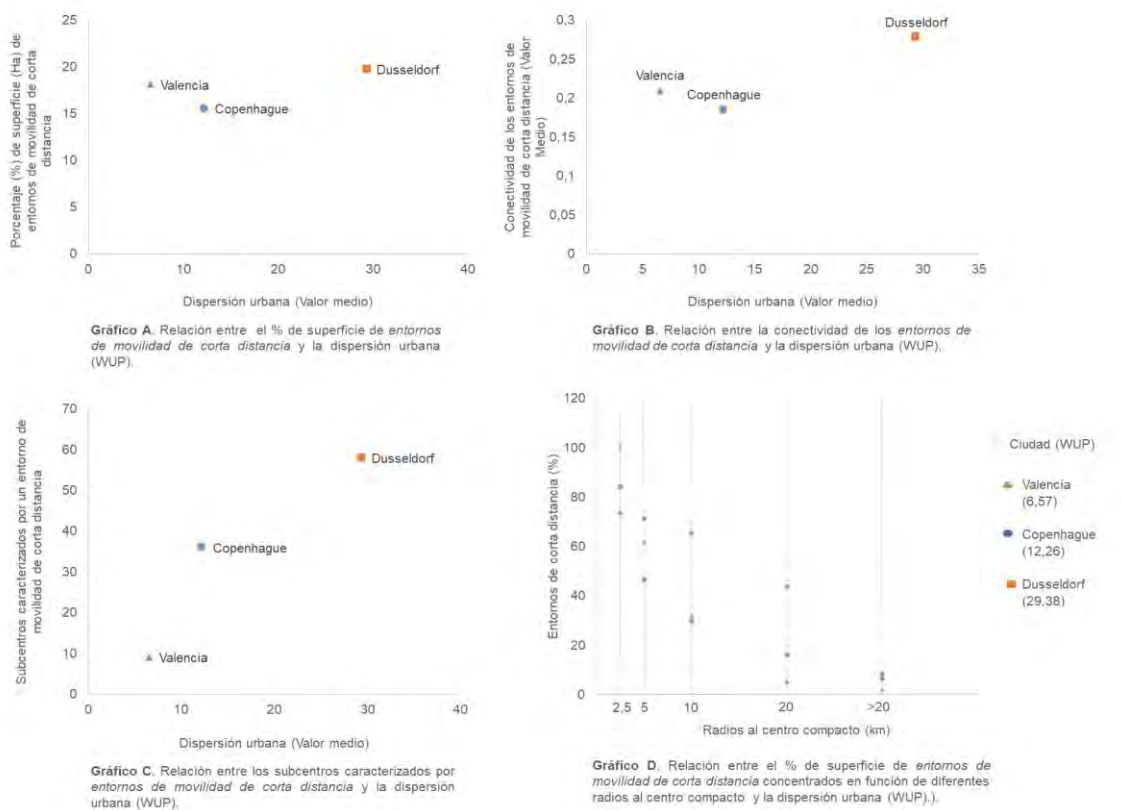
En segundo lugar, se analiza la relación entre: la conectividad de los entornos de movilidad de corta distancia y su valor de dispersión urbana. En base a la literatura sobre la dispersión, cabría pensar que un área urbana dispersa conlleva una menor conectividad entre los entornos de movilidad de corta distancia. Sin embargo, al igual que con los porcentajes de superficie de

entornos de movilidad de corta distancia, esta afirmación no se cumple en los casos estudiados siendo el de Dusseldorf el más evidente. En Copenhague, el fuerte desarrollo de las áreas suburbanas con dinámicas de usos de suelo de carácter único (residencial, industrial, comercial, etc.) ha creado redes ciclistas y peatonales aisladas. Hecho que dificulta la conectividad entre los entornos de movilidad de corta distancia y que se ve reflejado en su bajo valor de conectividad entre entornos de movilidad de corta distancia (0,1849). Si bien el centro y parte de los suburbios más cercanos al centro del área urbana de Copenhague disfrutan de una excelente red viaria y ciclista continua, los nuevos desarrollos suburbanos (alejados en algunos casos hasta 40 km de distancia del centro del área urbana) no alcanzan ese nivel de continuidad. Estos nuevos desarrollos, en la mayoría de los casos con un carácter y uso de suelo único, tienen unas redes viarias y ciclistas aisladas entre sí e inconexas con el resto de redes del área urbana de Copenhague. Dusseldorf (el área urbana más dispersa de las estudiadas) tiene también el mayor valor de conectividad (0,2782) entre entornos de movilidad de corta distancia (ver figura 6 – gráfico B y tabla 7). El hecho de que el área urbana de Dusseldorf presente unos valores altos de conectividad entre entornos de movilidad de corta distancia, indica que existe una red peatonal y ciclista con amplia capilaridad. La continuidad en una misma red y entre ellas (peatonal y ciclista), junto a la densidad y a la diversidad, es uno de los factores que más se relacionan con los desplazamientos no motorizados. Principalmente, dicha continuidad es de vital importancia en los desplazamientos ciclistas; una buena conectividad de red, así como una orografía plana favorece enormemente la predisposición del usuario a desplazarse en bicicleta. La conectividad de los entornos de movilidad de corta distancia es por lo tanto fundamental para generar trayectos de movilidad no motorizada y permitir una mayor percolación de los flujos no motorizados. En cuanto al área urbana de Valencia, sería lógico pensar que al ser la más compacta de las tres estudiadas sus valores de conectividad debieran ser mayores que las otras dos. Sin embargo, y como se puede observar en la tabla 7 su valor de conectividad entre entornos de movilidad de corta distancia (0,2096) es bastante inferior al de la ciudad más dispersa, que es Dusseldorf (0,2782). Mientras que la red ciclista del centro del área urbana de Valencia mantiene su continuidad, se observa cierta pobreza en la capilaridad de dicha red conforme nos alejamos del centro del área urbana. La pérdida de continuidad de la red ciclista a medida que nos alejamos del centro del área urbana hace que los desplazamientos en bicicleta dejen de ser atractivos para el usuario y por consiguiente, disminuyan los valores de conectividad entre los entornos de movilidad corta distancia. Del mismo modo que la continuidad de las redes, las concentraciones de comercios en distancias cortas y las altas densidades, fomentan el uso de modos no motorizados y la conectividad entre los entornos de movilidad corta distancia.

En tercer lugar, se analiza la relación entre: la formación de subcentros urbanos, caracterizados predominantemente por un entorno de movilidad de corta distancia y su valor de dispersión urbana. En la figura 6 (gráfico C) se observa como las áreas urbanas de Dusseldorf y Valencia se posicionan en valores opuestos: si bien Dusseldorf presenta un mayor número de subcentros con 58, Valencia tan solo tiene 9. Hecho que confirma la existencia de una correlación directa entre la dispersión urbana y el número de subcentros: cuanto mayor es el valor de la dispersión urbana, mayor es el número de subcentros (ver tabla 7). En el área urbana de Copenhague, a medida que los desarrollos urbanos toman la periferia del área metropolitana en detrimento de las áreas rurales, el número de subcentros en los que predominan los entornos de movilidad de corta distancia y el comercio minorista, disminuyen. El elevado porcentaje de población que vive en el centro del área urbana de Copenhague,

donde el nivel de urbanización, actividad comercial y movilidad no motorizada es dominante, repercute en el elevado número de subcentros (36) que presenta el área urbana. Sin embargo, los nuevos desarrollos periurbanos, lejos del centro del área urbana de Copenhague, tienen una repercusión negativa en la formación de nuevos subcentros. En cuanto a Dusseldorf, se trata de un claro ejemplo de área urbana dispersa cuyo proceso de expansión a través del área metropolitana ha ido creando diferentes nodos poblacionales o subcentros conectados entre sí, en los cuales predominan los entornos de movilidad de corta distancia. Dusseldorf ha creado en su área metropolitana una red polinodal donde hay una gran densidad y diversidad de comercios minoristas en todos sus nodos y a los cuales se puede acceder fácilmente a pie o en bicicleta. Sin embargo, Valencia apenas ha formado nuevos subcentros (9), en los que el transporte no motorizado y el comercio minorista sean predominantes, durante su proceso de expansión. Valencia concentra en el centro de su área urbana prácticamente la totalidad de sus entornos de movilidad de corta distancia y, por ende, concentra también la mayor parte de subcentros urbanos. Si bien es cierto que su valor de dispersión es mucho menor que el de las otras dos áreas urbanas estudiadas (Dusseldorf y Copenhague), el escaso número de subcentros formados no se debe solo a este hecho. Dado que el proceso de dispersión experimentado en el área urbana de Valencia se ha prolongado durante un periodo de tiempo inferior que el de las otras dos áreas estudiadas, se podría afirmar que la capacidad y el tiempo para formar nuevos subcentros operativos, donde se desarrollen los entornos de movilidad de corta distancia y comercio minorista, es menor.

Figura 6. Indicadores relacionando EMC y dispersión urbana



Fuente: Elaboración propia

Por último, se analiza la relación existente entre: la localización de los entornos de movilidad de corta distancia respecto del centro urbano compacto y su valor de dispersión urbana. El figura 6 (gráfico D), que ilustra los radios al centro compacto (2.5, 5, 10, 20 y >20 km) y la dispersión urbana, nos ayuda a respaldar la conectividad entre los diferentes subcentros así como a identificar: (i) a qué distancia del centro del área urbana se han ido concentrando los entornos de movilidad de corta distancia y (ii) qué relación tiene con la dispersión de cada área urbana. Cabe destacar que Copenhague, a diferencia de Valencia y Dusseldorf, concentra un alto porcentaje de entornos de movilidad de corta distancia en un radio de 5 km (entre un 73,68% y un 71.43%). Hecho que refleja de manera significativa la migración de muchos hogares a las zonas urbanas periféricas y rurales, a la que se ha hecho alusión en indicadores anteriores. La fuerte urbanización del centro de Copenhague junto a la migración de los últimos años, ha hecho que la ciudad se disperse de manera significativa hasta los 20 km de distancia respecto de su centro urbano, donde se sigue concentrando un alto porcentaje de entornos de movilidad de corta distancia 43,77 %. Por lo tanto, cabe pensar que en Copenhague, los subcentros o nodos en los que predominan los entornos de movilidad de corta distancia y el comercio minorista, se han ido formando de forma aislada lejos del centro del área urbana, de manera contraria a lo que sucede en Dusseldorf (ver a continuación). Las áreas urbanas de Dusseldorf y Valencia, se caracterizan por concentrar un porcentaje de entornos de movilidad de corta distancia superior a Copenhague en sus primeros 2.5 km, disminuyendo posteriormente de manera considerable. El caso de Dusseldorf, muestra una clara concentración de entornos de movilidad de corta distancia (84.21%) muy cerca del centro urbano (2.5 km), de ahí su alta conectividad. Cuánto más nos alejamos del centro, menor es el porcentaje de concentración, siendo la bajada más pronunciada entre los 2.5 y 5 km (figura 6 - gráfica D). Se aprecia entonces como el desarrollo polinodal de Dusseldorf se extiende en zonas muy cercanas al centro de su área urbana, al contrario de lo que ocurría en Copenhague, favoreciendo de manera significativa una movilidad no motorizada. Una red polinodal con un radio de 2.5 km fomenta una movilidad peatonal y ciclista para acceder a los diferentes comercios, ya que distancias por debajo de los 2.5 km se consideran aceptables para dichos desplazamientos. Valencia, concentra al igual que Dusseldorf un alto porcentaje de entornos de movilidad de corta distancia (100%) muy cerca del centro urbano (2.5 km), que se va disipando de forma drástica hasta llegar al 2.11% si nos alejamos más de 20 km. Indicativo que respalda una alta conectividad dentro de los entornos de movilidad de corta distancia, ya que en su mayoría se concentran en un mismo radio. Los nuevos desarrollos urbanos producidos en Valencia en los últimos años, se han dado en terrenos tradicionalmente de carácter rural y se han caracterizado por su baja densidad y crecimiento disperso, de ahí que los porcentajes de concentración de entornos de movilidad de corta distancia lejos del centro del área metropolitana de Valencia sean bajos (Figura 6 y Tabla 7).

No obstante, la definición de áreas urbanas monocéntrica o policéntrica, está también fuertemente condicionada por la escala geográfica y el ámbito comparativo establecido. Mientras el área urbana de Valencia puede identificarse con un marcado monocentrismo en comparación con las áreas urbanas de Dusseldorf y Copenhague, no sería así en un contexto más local y de comparación nacional.

Tabla 7. Indicadores: ha, conectividad y nº subcentros

INDICADORES (EMC – DISPERSIÓN URBANA)		ÁREA URBANA					
		COPENHAGUE		DUSSELDORF		VALENCIA	
Ha (%)		15,53		19,75		18,11	
Conectividad (media)		0,1849		0,2782		0,2096	
Nº de Subcentros		36		58		9	
Áreas de influencia	Radio	ha	%	ha	%	ha	%
	2,5 km	14	73,68	16	84,21	18	100
	5 km	35	71,43	27	46,55	34	61,82
	10 km	86	65,65	64	29,91	36	31,86
	20 km	146	43,77	19	16,17	3	5,28
	> 20 km	35	6,55	27	8,3	34	2,11

Elaboración propia

6. Conclusiones y discusión

El presente artículo ha tratado de explorar posibles relaciones entre *la dispersión urbana y la accesibilidad no motorizada a comercios*. Para ello, se ha realizado un estudio comparativo de tres áreas urbanas europeas con diferente nivel de dispersión urbana: Copenhague (Dinamarca), Dusseldorf (Alemania) y Valencia (España). En concreto, se ha identificado para cada área urbana *entornos de movilidad de corta distancia y comercio minorista* que han sido comparados con los niveles de dispersión urbana de cada caso de estudio. Los resultados obtenidos arrojan contribuciones científicas a diferentes niveles:

- **Relevancia de la movilidad no motorizada a comercios:** Uno de los aspectos principales de la investigación ha sido poner el foco de atención en la accesibilidad no motorizada a comercios en contextos territoriales donde predomina la dispersión urbana, cuando este es un tema al que la literatura en este campo pone escasa atención (Ewing y Cervero, 2010; Khan *et al.*, 2016; Papa y Bertolini, 2015). Sin embargo, al igual que ocurre con la localización de los empleos, los comercios y su acceso son un elemento central de articulación territorial y que forma parte de las actividades diarias de la mayor parte de los ciudadanos (Arranz-López *et al.*, 2018). En este sentido, la presente investigación pone en valor el papel de la accesibilidad no motorizada a comercios como eje estructurante del territorio y como elemento esencial para contener o fomentar una mayor dispersión urbana. Los resultados obtenidos son claros a este respecto y muestran como la formación de subcentros urbanos caracterizados por entornos de movilidad de corta distancia puede ser clave para dotar de jerarquía y referencia territorial a determinadas áreas urbanas, contribuyendo a una mayor polinodalidad (ver el caso de Dusseldorf).
- **Los “entornos de movilidad comercial” como elemento analítico.** Hasta el momento, la literatura sobre “entornos de movilidad” ensalzaban su utilidad para la toma de decisiones, al estar conformados por áreas geográficas donde espacializar políticas y acciones concretas sobre el transporte y/o los usos del suelo (Arranz-López *et al.*, 2017a; Silva, 2017;

Soria-Lara *et al.*, 2015; Zanvliedt *et al.*, 2008). En cambio, la presente investigación pone énfasis sobre la utilidad de los “entornos de movilidad” como elementos de análisis y diagnóstico territorial (Soria-Lara y Valenzuela-Montes, 2012), más allá de su ya mencionado valor para la decisión de activar intervenciones específicas en un entorno geográfico concreto. Este aspecto cobra relevancia si se tiene en cuenta el carácter comparativo del trabajo, en el cual los “entornos de movilidad” han actuado como elemento articulador de la comparación, mostrando su utilidad conceptual y metodológica en contextos urbanos tan distintos como los comparados en el presente artículo.

- *Dicotomía compacta vs disperso.* Existe una larga tradición en la literatura académica por contraponer las características de la ciudad compacta vs las características de la ciudad dispersa (Galster *et al.*, 2001; Kasanko *et al.*, 2006; Kirby, 2004). En la mayor parte de esos trabajos, el modelo de ciudad compacta resulta claramente reforzado en términos de eficiencia, calidad de vida y sostenibilidad. Los resultados de esta investigación permiten introducirse en ese debate, observando dicha dicotomía desde el ángulo de la accesibilidad no motorizada a comercios. Los resultados obtenidos ofrecen una visión particular. El área urbana de Dusseldorf a pesar de contar con un índice mayor de dispersión urbana que las otras dos áreas urbanas estudiadas, resulta ser la que tiene mejores resultados en términos de accesibilidad no motorizada a comercios. El grado de madurez del proceso de dispersión urbana parece jugar un papel muy relevante a este respecto. Mientras Dusseldorf cuenta con un nivel de dispersión urbana mayor y más antiguo, esto ha facilitado el desarrollo de subcentros urbanos que dan una nueva estructura al área urbana y que la convierten en una región polimodal, donde la accesibilidad no motorizada a comercios tiene un papel más importante que en el resto de áreas urbanas. En cambio, en la ciudad de Valencia el proceso de dispersión urbana es más incipiente y de un menor nivel, por lo que no ha dado tiempo suficiente para la formación de tales subcentros urbanos, afectando negativamente a la accesibilidad no motorizada a comercios. El área urbana de Copenhague estaría en una etapa intermedia entre las anteriores. No obstante, conviene tener en cuenta que la relación entre los indicadores de dispersión urbana y los “entornos de movilidad comercial” utilizados pueden estar también condicionada por otros factores, tales como: el tamaño de las áreas geográficas estudiadas. La búsqueda de correlaciones que incluyan variables latentes como el tamaño del caso de estudio o su población pueden ser claves para entender con más precisión esta relación entre “entornos de movilidad comercial” y dispersión urbana.

A partir de esta investigación se abren líneas de trabajo futuras relacionadas con el uso de los “entornos de movilidad” como instrumento para profundizar en el entendimiento de los procesos de dispersión urbana, así como el desarrollo de metodologías que aborden las relaciones entre polinodalidad de las áreas urbanas y accesibilidad no motorizada a comercios.

Agradecimientos

La investigación se ha realizado en el marco de los siguientes proyectos de investigación: (i) “*Simulación de escenarios colaborativos para integrar políticas de transporte urbano sostenible y usos del suelo*”, financiado por el Plan Nacional de I+D+i. Ref. CSO2017-86914-C2-2-P”; (ii) “*Future Studies, Transport, and Urban Planning*” financiado por el Plan Propio de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid. Ref. VJIDOCUPM18JASL.

Contribuciones de los autores: El primer autor realizó tareas de inventariado de información, análisis y redacción del artículo. El segundo autor diseñó metodológicamente la investigación, llevó a cabo parte de los análisis y contribuyó en la redacción del artículo. El tercer autor participó en el inventariado de información y realización de análisis. El cuarto autor dirigió la investigación y redactó el artículo. Cabe mencionar que esta investigación ha sido la parte central del Trabajo Fin de Máster llevado a cabo por Antonio J. Laínez-Plaza en el marco del Máster Oficial en Sistemas de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Madrid. El director del Trabajo Fin de Máster fue el Dr. Julio A. Soria-Lara con la colaboración de los investigadores Aldo Arranz-López y Ricardo Badía-Lázaro.

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

ARRANZ-LÓPEZ, A.; SORIA-LARA, J. A.; LÓPEZ-ESCOLANO, C. & PUEYO-CAMPOS, Á. *Retail Mobility Environments: A methodological framework for integrating retail activity and non-motorised accessibility in Zaragoza, Spain*. En: *Journal of Transport Geography* [en línea]. Enero 2017, vol. 58, pp. 92-103. [Fecha de consulta: 07 Febrero 2017]. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.11.010>> (2017a)

ARRANZ-LÓPEZ, A.; SORIA-LARA, J. A.; LÓPEZ-ESCOLANO, C. & PUEYO-CAMPOS, Á. *Making 'Retail Mobility Environments' visible for collaborative transport planning*. En: *Journal of Maps*, [en línea]. vol. 13, n. 1, pp. 90-100. [Fecha de consulta: 10 Octubre 2017]. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17445647.2017.1383945>> (2017b).

ARRANZ-LÓPEZ, A.; SORIA-LARA, J.A.; WITLOX, F. & PÁEZ, A. *Measuring relative non-motorised accessibility to retail activities*. En: *International Journal of Sustainable Transportation*, 2018. En prensa. DOI: <<https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1498563>>.

BERTOLINI, L. *Evolutionary urban transportation planning: an exploration*. En: *Environment and Planning A: Economy and Space*, 2007, 39: 1998-2019.

BERTOLINI, L. *Planning the Mobile Metropolis: Transport for People, Places and the Planet*. UK, Macmillan Education, 2017. 224 p.

BERTOLINI, L. & DIJIST, M. *Mobility Environments and Network Cities*. En: *Journal of Urban Design*, 2003. 8 (1): 27-43. Doi: <<https://doi.org/10.1080/1357480032000064755>>

CAMPBELL, M.; PARTRIDGE, A. & SOTO, P. *Cities of Tomorrow - Action Today*. En: *URBACT II Capitalisation. More Jobs: Better cities - A framework for a Better Action on Jobs* [en línea] 2013. [Fecha de consulta: 15 Febrero 2017]. Disponible en: <<http://urbact.eu/files/cities-tomorrow-action-today-urbact-ii-capitalisation-building-energy-efficiency-european>>

CATALÁN, B.; SAURÍ, D. & SERRA, P. *Urban sprawl in the Mediterranean? Patterns of growth and change in the Barcelona Metropolitan Region 1993-2000*. En: *Landscape and Urban Planning* [en línea] 2008 vol. 85, n. 3, pp. 174-184. [Fecha de consulta: 15 Febrero 2017]. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.11.004>>

CERDA TRONCOSO, J.F; PÉREZ PRIETO, C.B & MARMOLEJO DUARTE, C. *Impacto de las grandes actuaciones urbanísticas y de proyectos de transporte en el Área Metropolitana de Barcelona*. En: ACE: ACE: Architecture, City and Environment, Octubre 2012, vol. 7, núm. 20, p. 199-231. [Fecha consulta: 10 Marzo 2017]. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/2099/12647>> DOI: <<http://dx.doi.org/10.5821/ace.v7i20.2579>>

EEA. *Urban Sprawl in Europe*. Luxemburgo, Publications Office of the European Union [en línea] 2016, 135 p. [Fecha de consulta: 01 Febrero 2017]. DOI: <<https://doi.org/10.2800/143470>>

EWING, R. *Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable?* En: Journal of the American Planning Association, 1997, 63 (1): 107-126 DOI: <<https://doi.org/10.1080/01944369708975728>>

EWING, R. & CERVERO, R. *Travel and the Built Environment*. En: Journal of the American Planning Association, 2010, 76 (3): 265-294. DOI: <<https://doi.org/10.1080/01944361003766766>>

EWING, R.; HAMIDI, S.; B. GRACE, J. & DENNIS WEI, Y. *Does urban sprawl hold down upward mobility?* En: Landscape and urban planning [en línea] 2016, vol. 148, pp. 80-88. [Fecha de consulta: 11 Febrero 2017]. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.012>>

FERTNER, C. *Urbanisation, urban growth and planning in the Copenhagen Metropolitan Region with reference studies from Europe and the USA*. En: Forest and Landscape Research, University of Copenhagen, 2012, No. 54-2012. [Fecha consulta: 6 Febrero 2018] Disponible en: <http://static-curis.ku.dk/portal/files/42003001/Forest_Landscape_Research_54_Urbanisation.pdf>

FRUMKIN, H. (2002). Urban sprawl and public health. En: *Public health reports*, 2002, 117(3), 201-217. DOI: 10.1093/phr/117.3.201. [Fecha de consulta: 6 Febrero 2018] Disponible en: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1497432/pdf/12432132.pdf>>

GALSTER, G.; HANSON, R.; RATCLIFFE, M.; WOLMAN, H.; COLEMAN, S. & FREIHAGE, J. *Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an elusive concept*. En: Housing Policy Debate, 2001, 12(4): 681-717. DOI: 10.1080/10511482.2001.9521426

GARCÍA-PALOMARES, J.C. *Urban sprawl and travel to work: the case of the metropolitan area of Madrid*. En: Journal of Transport Geography, 2010, 18: 197-213. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2009.05.012

HANDY, S.; CAO, X.; & MOKHTARIAN, P. *Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California*. En: Transport Research Part D: Transport and Environment, 2005, 10 (6), 427-444. DOI: 10.1016/j.trd.2005.05.002

HRELJA, R. *The Tyranny of Small Decisions. Unsustainable Cities and Local Day-to-Day Transport Planning*. En: Planning Theory and Practice, 2011, 12(4): 511-524. DOI: 10.1080/14649357.2011.626312

JAEGER, J. A. & SCHWICK, C. *Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland*. En: Ecological indicators, 2014, 38, 294-308. DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.11.022

JOHNSON, M. P. *Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda*. En: Environment and Planning, 2001, 33 (4), 717-735. DOI: 10.1068/a3327

KASANKO, M.; BARREDO, J.; LAVALLE, C.; MCCORMICK, N.; DEMICHELI, L.; SAGRIS, V. & BREZGER, A. *Are European cities becoming dispersed? A comparative analysis of 15 European urban areas*. En: Landscape and Urban Planning, 2006, 77(1), 111 -130. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.02.003

KHAN, S.; MAOH, H.; LEE, C. & ANDERSON, W. *Toward sustainable urban mobility: Investigating nonwork travel behavior in a sprawled Canadian city*. En: International Journal of Sustainable Transportation, 2016, 10(4), 321-331. DOI: 10.1080/15568318.2014.928838

KIRBY, A.. *On Sprawl*. En: Cities, 2004, 21(5): 369-370.

MUÑIZ, I.; GARCÍA, M. & CALATAYUD, D. *Sprawl: Definición, causas y efectos*. 2006. [Fecha consulta: 10 Marzo 2017]. Disponible en: <<http://www.ecap.uab.es/RePEc/doc/wpdea0603.pdf>>

NOGUÉS LINARES, SOLEDAD & SALAS OLMEDO, HENAR. *Modelos de crecimiento urbano: estrategias de planificación y sostenibilidad en Cantabria*. En: ACE: Architecture, City and Environment, Febrero 2010, vol. 4, núm. 12, p. 43-58. [Fecha consulta: 10 Marzo 2017]. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/2099/8552>> DOI: <<http://dx.doi.org/10.5821/ace.v4i12.2485>>

OLVERA, L. D.; PLAT, D. & POCHET, P. *Transportation conditions and access to services in a context of urban sprawl and deregulation. The case of Dar es Salaam*. En: Transport Policy, 2003, 10 (4), 287-298. DOI: 10.1016/S0967-070X(03)00056-8

PAPA, E. & BERTOLINI, L. *Accessibility and Transit-Oriented Development in European Metropolitan Areas*. En: Journal of Transport Geography, 2015, 47, 70-83. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2015.07.003

PORTA, S.; CRUCITTI, P. & LATORA, V. *The network analysis of urban streets: a primal approach*. En: Environment and Planning B: Planning and Design, 2005, 35(5), 705-725. DOI: 10.1068/b32045

PRESTON, J. & RAJÉ, F. *Accessibility, Mobility and Transport-related Social Exclusion*. En: Journal of Transport and Geography, 2007, 15(3): 151-160. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2006.05.002

ROTEM-MINDALI, O. *Retail fragmentation vs. urban livability: Applying ecological methods in urban geography research*. En: Applied Geography, 2012, 35 (1-2): 292-299. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.08.003>>

SCHWICK, C.; JAEGER, J.; BERTILLER, R. & KIENAST, F. *Urban Sprawl in Switzerland - Unstoppable? Quantitative analysis 1935-2002 and implications for regional planning*. En: Bristol Series, 2012.

SEVTSUK, A.; MEKONNEN, M. & KALVO, R. *Urban Network Analysis: Toolbox for ArcGis 10/10.1/10.2*. 2013. Singapore: City Form Lab. [En línea] Disponible en: <<http://cityform.mit.edu/projects/urban-network-analysis.html>>

SILVA, C. A. *The infrastructural lands of urban sprawl: planning potentials and political perils*. En: *Town Planning Review*, 2017, 88(2): 233-256. DOI: 10.3828/tpr.2017.14

SORIA-LARA, J. A.; AGUILERA-BENAVENTE, F. & ARRANZ-LÓPEZ, A. *Integrating land use and transport practice through spatial metrics*. En: *Transportation Research Part A*, 2016, 91, 330-345. DOI: 10.1016/j.tra.2016.06.023

SORIA-LARA, J. A.; VALENZUELA-MONTES, L. M. & PINHO, P. *Using "Movility Environments" in practice: lessons from a metropolitan transit corridor in Spain*. En: *Journal of Environmental Policy and Planning*, 2015, 17(5), 553-572. DOI: 10.1080/1523908X.2014.991779

SORIA-LARA, J. A. & VALENZUELA-MONTES, L. M. *A method for the evaluation of Metropolitan Planning: Application to the Context in Spain*. En: *European Planning Studies*, 2012, 21(6): 1-23. DOI: 10.1080/09654313.2012.722935.

SUDHIRA, H.; RAMACHANDRA, T. & JAGADISH, K. *Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS*. En: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2003, 5 (1): 29-39. DOI: 10.1016/j.jag.2003.08.002

TALAVERA-GARCIA, R. & SORIA-LARA, J. A. *Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality*. En: *Cities*, 2015, 45: 7-17. DOI: 10.1016/j.cities.2015.03.003

TSAI, Y.-H. *Quantifying Urban Form: Compactness versus 'Sprawl'*. En: *Urban Studies*, 2005, 42(1), 141 - 161. DOI: 10.1080/0042098042000309748

WILSON, E. H.; HURD, J.; CIVCOA, D.; PRISLOE, M. & ARNOLD, C. *Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth*. En: *Remote Sensing of Environment*, 2003, 86 (3), 275-285. DOI: 10.1016/S0034-4257(03)00074-9

YANG, X., & LO, C. *Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area*. En: *International Journal of Remote Sensing*, 2002, 23(9), 1775-1798. DOI: 10.1080/01431160110075802

ZANDVLIET, R.; BERTOLINI, L. & DIJST, M. *Towards Planning for a Mobile Society: Mobile and Residential Populations and the Performance of Places*. En: *European Planning Studies*, 2008, 16(10), 1459-1472. DOI: 10.1080/09654310802420185

ZHAO, P. *Sustainable Urban Expansion and Transportation in a Growing Megacity: Consequences of Urban Sprawl for Mobility on the Urban Fringe of Beijing*. En: *Habitat International*, 2010, 34 (2): 236-243. DOI: 10.1016/j.habitatint.2009.09.008.