

# El comportamiento espacio-temporal de la población como instrumento de análisis de la estructura urbana: el caso de la Barcelona metropolitana

CARLOS MARMOLEJO<sup>1</sup> ✉ | JORGE CERDA TRONCOSO<sup>2</sup>

Recibido: 25/04/2016 | Aceptado: 22/04/2017

## Resumen

El estudio la estructura urbana y sus implicaciones sobre la eficiencia de la urbanización ha ocupado buena parte de la agenda de investigación urbana. Sin embargo, la identificación de las centralidades se ha limitado al estudio de indicadores simples relacionados con la densidad de empleo o los flujos que este genera. En este artículo se utiliza un enfoque diferente para identificar los lugares que estructuran la cotidianidad de la población más allá de los subcentros de empleo. Así, partiendo de la premisa que las personas mediante su comportamiento espacio-temporal, dan contenido, diferencian y ponen los sitios en relación, se construye un indicador sintético del uso de los lugares a partir de las bitácoras de viaje/estadía de la encuesta de movilidad cotidiana de la Barcelona Metropolitana. Los resultados dejan ver una nueva dimensión del policentrismo, donde los centros y ejes tradicionales complementan la geografía de las concentraciones de empleo. Aparecen con nitidez, y como complemento a los subcentros económicos, áreas sutilmente especializadas en ocio y actividades relacionadas con la reproducción social. Asimismo, el indicador sintético está estrechamente vinculado a los elementos característicos de los centros mediterráneos como la compacidad, complejidad y nodalidad. Espacios que maximizan, por ende, la diversidad de actividades, en un contexto de uso intensivo del espacio y que tienen por protagonistas personas de diferentes orígenes socioeconómicos. En definitiva, lugares estructurales en la cotidianidad de la ciudadanía.

---

Palabras clave: Policentrismo; geografía del tiempo; subcentros; cadenas-de-viaje.

---

## Abstract

### *Spatiotemporal behavior of the population as an approach to analyze urban structure: the case of Metropolitan Barcelona*

The study of urban structure and its implications on the urbanization efficiency has occupied much of the agenda of urban research. However, the identification of centralities has been limited to the study of simple employment density or employment's inducted flows. In this paper we use a different approach to identify places that structure the daily life the population, beyond the employment sub-centres. Thus, from the premise that people, through their spatiotemporal behaviour give content, differentiate and relativize the space, a synthetic indicator of the use of places was created. This indicator is based on the trip-chain obtained from the survey of daily mobility

---

1. Universidad Politécnica de Cataluña. carlos.marmolejo@upc.edu

2. Universidad de Santiago de Chile. jcerdat@gmail.com

of the Barcelona Metropolitan area. The results reveal a new dimension of polycentrism, where the centres and traditional axes complement the geography of employment concentrations. Also clearly specialized areas in leisure and social activities emerge as a complement to economic sub-centres. Furthermore, the synthetic indicator is closely linked to the characteristic elements of Mediterranean urban structures, such as compactness, complexity and nodality. Such areas maximize the diversity of activities, in a context of intensive use of space and dominated by people of different socioeconomic backgrounds. In synthesis, structural places in the daily life of citizens.

---

Keywords: Polycentrism; time geography; sub-centres; trip chain.

---

## Résumé

### *Le comportement spatio-temporel de la population comme un outil d'analyse de la structure urbaine: le cas de Barcelone métropolitaine*

La structure urbaine de l'étude et ses implications sur l'efficacité de l'urbanisation a occupé une grande partie de l'ordre du jour de la recherche urbaine. Toutefois, l'identification des centralidades a été limitée à l'étude des indicateurs simples liés à l'emploi ou de la densité des flux qu'il génère. Dans cet article, nous utilisons une approche différente pour identifier les endroits qui structurent la vie quotidienne de la population, au-delà des sous-centres d'emploi. Ainsi, à partir du principe que les gens, par leur comportement contenu donnent spatiotemporelle, différencier et mettre des sites par rapport, un indicateur synthétique de l'utilisation des lieux est construit à partir des journaux de voyage / séjour l'enquête de la mobilité quotidienne de la métropolitaine de Barcelone. Les résultats révèlent une nouvelle dimension de polycentrisme, où les centres et axes traditionnels complètent la géographie des niveaux d'emploi. Apparaissent clairement, et en complément aux sous économiques subtilement domaines spécialisés dans les loisirs et les activités liées à la reproduction-sociaux. En outre, l'indicateur synthétique est étroitement liée à des éléments caractéristiques des centres méditerranéens tels que la compacité, la complexité et nodalité. Les espaces qui maximiser donc la diversité des activités, dans un contexte d'utilisation intensive de l'espace et ont protagonistes des gens de différents milieux socio-économiques. En bref endroits structurels dans la vie quotidienne des citoyens.

---

Mots-clés: Polycentrisme; géographie du temps; les sous-centres; la chaîne de Voyage.

---

## 1. Introducción

El estudio de la organización interna de las ciudades, es decir, de la distribución espacial de las actividades en el territorio no es baladí y, lejos de tener un interés en sí mismo, guarda estrechas relaciones con la evaluación de la eficiencia ambiental y la cohesión de nuestras metrópolis (Marmolejo y Tornés, 2015). Al mismo tiempo, más por razones normativas que analíticas, la promoción del policentrismo ha emergido en la escena política como una estrategia para abatir los efectos negativos del crecimiento de las ciudades por dispersión (Meijers, 2008). Todo junto, ha incentivado la realización de numerosos estudios relacionados con la conceptualización del policentrismo, la identificación de subcentros y la relación que guardan con las dinámicas y la eficiencia de la urbanización. Dentro del contexto europeo España goza de una tradición consolidada en esta rama de estudios, buenos referentes son los trabajos publicados en los números monográficos de *ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno* (núm. 18, 2012), o *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales* (núm. 176, 2013). Sin embargo, en la mayor parte de dichos estudios la identificación

de centralidades<sup>3</sup> se ha limitado a detectar picos de densidad empleo o nodos que estructuran los flujos laborales. De esta forma se ha relegado, hasta cierto punto, que la densidad y los flujos son dos caras del mismo proceso: el comportamiento espacio-temporal de las personas cuyos rastros, en el espacio y el tiempo, permiten identificar el rol que juegan los territorios en la ciudad.

Por otra parte, es evidente que el empleo no es el único elemento en la estructuración del territorio y probablemente, aunque sea uno de los más importantes, ha perdido fuerza en el decurso de las últimas décadas. La flexibilización del mercado laboral que ha generalizado la contratación temporal en condiciones precarias o la deslocalización de las empresas han mermado el rol del sitio de trabajo como pivote de la cotidianidad de la población. Al tiempo que actividades relacionadas con la reproducción de la sociedad, el cuidado y cultivo de la persona o el ocio han emergido como elementos protagónicos en la organización de las sociedades postindustriales. Es, por tanto, necesario trascender el estado del arte en la identificación de centralidades y para ello se necesita un enfoque capaz de aprehender la riqueza de uso del territorio.

En este artículo se propone la construcción de un indicador sintético del uso del territorio orientado a identificar centralidades urbanas allende la concentración de empleo. La principal novedad metodológica radica en la construcción del indicador de centralidad a partir del análisis de las cadenas de actividad/viaje que describen las trayectorias espacio-temporales del conjunto de la población. En tanto que son las personas quienes, dentro de las restricciones impuestas por la fricción del espacio y su presupuesto temporal, dan contenido, diferencian y ponen en relación las diferentes partes de la ciudad. De esta forma, se tiene en consideración el conjunto de actividades de toda la población, y no únicamente aquellas relacionadas con las actividades productivas como ha venido a ser habitual en los estudios recientes. Se persigue, por tanto, dar una imagen más precisa sobre la riqueza que subyace en la forma en cómo se usa el territorio y, en definitiva, contar con mejores instrumentos para identificar las centralidades urbanas.

El resto del artículo se estructura así: a) primero se realiza una revisión de la literatura que ha estudiado los procesos sociales en un marco espacio-temporal unificado, poniendo especial énfasis en su aplicación al estudio de la forma y organización de la ciudad; b) a continuación se explicita el caso de estudio y la metodología de cálculo del indicador sintético y su uso en la identificación de centralidades; c) enseguida se muestran tanto los indicadores intermedios como el sintético que denota los rasgos de centralidad del territorio, y d) finalmente los resultados de dicho indicador se contrastan en relación a los que se obtendrían por los procedimientos convencionales de identificación de subcentros. En las conclusiones los resultados son discutidos y el trabajo entero es puesto en perspectiva.

### ***1.1. El comportamiento espacio-temporal de la población y el estudio de la estructura urbana***

Sólo de forma reciente ciencias tradicionales como la economía o la demografía (por citar algunas) han reconocido el importante papel que desempeña el espacio en los procesos que estudian. Se han creado incluso subdisciplinas y disciplinas fronterizas como “la nueva economía” o la “geodemografía” para distanciarse de los enfoques clásicos (Módenes, 2008; García-López, 2007; Ellegard y Svedin, 2012). De forma paralela, desde principios del siglo XX, estas disciplinas también se han preocupado por estudiar el uso del tiempo. Buenos ejemplos son los novedosos es-

3. Véase el análisis crítico de los métodos de identificación de subcentros en los trabajos de Ureña *et al.*, 2013; Marmolejo, *et al.*, 2013 y Boix y Trullén, 2012

tudios de principios de ese siglo sobre las condiciones de vida en Francia e Inglaterra con énfasis en el uso del tiempo. Así, dichas disciplinas han reconocido, aunque en un principio de manera aislada, la monumental influencia del espacio y el tiempo, vectores que históricamente han condicionado la forma de organización de las sociedades, su relación con el territorio (Miralles y Cebollada, 2009) y la tecnología.

Sin embargo, la fusión del espacio y el tiempo en un marco analítico unificado para el estudio de los procesos sociales es bastante más reciente. Si bien, Randle (Randle, 1965) ya reconocía que el desplazamiento de las personas y las cosas en el espacio-tiempo brinda una dimensión diferente del paisaje y el uso del suelo, fue Hägerstrand (1970) quien forjó los elementos necesarios para fundar la geografía del tiempo como escenario en el cual se organiza la vida de las personas. Tres fueron las principales aportaciones de dicho autor: 1) en primera instancia el sujeto de estudio pasa de ser el estrictamente geográfico (las zonas) a las personas, cuyas experiencias vitales están fuertemente restringidas por su presupuesto temporal y su capacidad para superar la fricción del espacio; 2) las personas son entendidas como individuos (no como grupos) con características diferentes y, por ende, con posibilidades espacio-temporales distintas; y 3) que discurren a través del espacio mediante un proceso fluido y no a saltos como ocurre en los análisis atemporales. Así, la integración de la dimensión temporal a las tres espaciales permitió sustituir el enfoque estático por otro de permutaciones incesantes de tipo diacrónico-sincrónico. En definitiva, la geografía del tiempo se convirtió en un marco útil y elegante para entender las actividades humanas, así como las interacciones en un entorno espacio-temporal integrado (Shaw, 2012), es decir los procesos que se suceden en diferentes espacios (Ellegard y Svedin, 2012). No es de extrañar, por tanto, que este nuevo marco haya ganado rápidamente seguidores<sup>4</sup>.

Para Hägerstrand, el individuo, a lo largo del espacio y del tiempo, describe un trayecto que inicia con su nacimiento y finaliza con su muerte (Ellegard y Svedin, 2012, p. 21). El estudio de dicho trayecto, en unidades temporales y espaciales de pequeña escala, permite conocer, por ejemplo, la forma en cómo distribuye su tiempo a lo largo del día y la ciudad.

Con independencia de las vicisitudes teóricas, la geografía del tiempo fue, en un inicio, trasladada con gran dificultad al campo empírico debido al enorme coste que suponía, en ese entonces, el acopio de información detallada en términos temporales y espaciales a escala individual, y la inexistencia de técnicas computacionales asequibles capaces de procesar y representar datos en tales dimensiones. No fue, sino hasta la década de los 90 cuando la aparición de las nuevas tecnologías geo-sensibles (*spatial-aware*) como el GPS, el rastreo de radiofrecuencias, el Wi-Fi, etc., por una parte; y el desarrollo de la ciencia geoespacial y ordenadores capaces de gestionar el Big Data, por otra, abatió los costes de recopilación y procesamiento de información, al tiempo que facilitó la representación de la dimensión espacio-temporal (Buliung y Kanaroglou, 2006). Así, las temáticas que se han abordado bajo esta metodología, allende las estrictamente geográficas o las relacionadas con la planificación del transporte, son muy variadas yendo desde estudios de tipo sociológico hasta biológicos. Recientemente este marco ha permitido estudiar la relación entre la accesibilidad espacio-temporal y la exclusión socioeconómica y sociodemográfica (McQuoid y Dijst, 2012), en el marco del diseño de políticas con incidencia espacial. Así, se han

4. Aunque también detractores: las principales críticas vertidas se centraron en la naturaleza reduccionista de la realidad, cargada excesivamente de fisicalismo (i.e. los trayectos sobre el espacio-tiempo). En ese sentido Harvey (1989) indica que "la geografía del tiempo es un descriptor útil de cómo se desarrolla en el espacio y el tiempo la vida cotidiana de las personas. Pero nada dice acerca de cómo surgen dichos comportamientos" (Harvey, 1989: 211-212). Quizá dichas críticas deriven de la pretenciosa consideración de la geografía tiempo como una teoría y no como lo que realmente parece ser: una metodología.

acuñado términos como el de motilidad para referirse al capital implícito en la capacidad técnica, física y cultural para moverse por la ciudad (Kaufmann, 2004). Dicha capacidad está gobernada por la forma en cómo el espacio y el tiempo restringen, de manera diferenciada, a cada individuo.

El uso de información derivada de las tecnologías geo-sensibles en la identificación de *elementos* del uso del territorio ha ganado protagonismo en la literatura internacional. Spek *et al.* (2009) así como Spangenberg (2014) identifican rutas turísticas peatonales con el uso de GPS; Bohte y Maat (2009), Nitsche *et al.* (2012) Shen y Chai (2012) así como Long y Thill (2015) analizan patrones de desplazamiento; Qi *et al.* (2011) así como Ferreira *et al.* (2013) patrones de uso del taxi; Oliver, *et al.* (2014), Dóniz-Páez, y Quintero (2016), patrones espaciales de consumo y tiempos de visita turística, así como pernoctaciones espacializadas; finalmente, Liu *et al.* (2012) usos del suelo mediante puntos de interés y uso del taxi.

Sin embargo, pocos trabajos han ido orientados a identificar la estructura y delimitación de las ciudades, entendida ésta como la distribución de centralidades.

### ***1.2. El espacio tiempo en los estudios de delimitación y la estructura de la ciudad***

Es bien sabido que “los movimientos habituales de la población [i.e. de repetición periódica en el tiempo] constituyen las variables que definen la ciudad misma” (Miralles y Cebollada, 2009, p. 195). Aunque en la práctica, más por falta de información que por convicción, los únicos movimientos estudiados han sido los obligados por el trabajo. En efecto, el análisis de los flujos laborales, que ponen en relación al mercado laboral con el residencial, se ha constituido en el elemento clave en la identificación de los confines espaciales de las ciudades. Dicho elemento ha sido incluso capaz de salvar las dificultades que supone la urbanización discontinua y difusa propia de los crecimientos contemporáneos.

Dichos procedimientos permiten: 1) encontrar áreas en donde la población local encuentra un lugar de trabajo sin cambiar de residencia (concepto emparentado a los mercados locales de trabajo) con o sin la identificación de un centro previo; o bien, 2) partir de centros para identificar su área de influencia (concepto relacionado con la delimitación de áreas metropolitanas) (Casado y Coombes, 2011)<sup>5</sup>.

El análisis diferenciado de los desplazamientos laborales según grupos sociodemográficos, ha permitido identificar patrones muy diferentes, así como ciudades conceptualmente muy distantes entre sí. Así, se ha encontrado que las periferias extremas se integran funcionalmente debido a los desplazamientos laborales masculinos que son de mayor alcance espacial que los femeninos (Feria y Susino, 2005; Feria *et al.*, 2015), especialmente que los de aquellas mujeres con grandes restricciones de “acoplamiento”, es decir con horarios laborales que han de compatibilizar con los horarios de las tareas reproductivas (Neutens, *et al.*, 2011). Mientras que la segmentación por variables socioprofesionales ha revelado una ciudad (laboral) menos compleja para grupos profesionales en relación a las clases trabajadoras (Casado, 2001) cuyos presupuestos limitan su capacidad arbitraje en el mercado residencial. La segmentación demográfica, por su parte, ha permitido vislumbrar ciudades diferentes en donde los jóvenes denotan patrones diferenciados en relación a los adultos mayores, explicados no solamente por las restricciones fisiológicas de

5. Véase en Roca *et al.* (2012); Marmolejo *et al.* (2013), Feria *et al.* (2015) y Feria Toribio (2015) una revisión de algunos de los trabajos realizados en estas dos líneas en España.

los segundos, sino también por diferencias intergeneracionales en los hábitos de desplazamiento (Alberich, 2007).

Sin embargo, la movilidad laboral sólo es una cara de la moneda y, de hecho, en relación a la movilidad total pierde fuelle de forma progresiva en la organización de la cotidianidad de la población urbana (Cerde y Marmolejo, 2010). Dicha pérdida de importancia está relacionada tanto con la consolidación de la cultura del ocio y una mayor diafanidad de los horarios vinculada a la terciarización del empleo, como un progresivo declive de la importancia del sitio de trabajo derivado de la flexibilización y precarización laboral. Por tanto, es imprescindible mirar allende la localización del empleo, ya que el conjunto de desplazamientos de la población da cuenta de la organización y distribución de las actividades en el espacio. Detrás de dichos trayectos subyace la naturaleza humana misma ya que integran procesos racionales, conductistas (García-Sierra, 2014) y psicológicos (McQuoid y Dijst, 2012). Además, si se tiene en consideración la forma en cómo se eslabonan dichos desplazamientos, los motivos que los generan, los modos de transporte que se utilizan y el tiempo que en ellos se invierte, es posible de evidenciar la propia tipología de la urbanización (Miralles y Tulla, 2012). Así como la influencia que sobre dichos aspectos tienen los estilos de vida, la edad, el sexo o el nivel socioeconómico y viceversa, estableciendo de esta manera un proceso dialéctico (Miralles, 2002).

Por otra parte, “desde el punto de vista científico, no relacionar a los habitantes con la totalidad del territorio que utilizan, ni a los lugares con la totalidad de sus usuarios es cada vez más problemático” (Módenes, 2008: 159), máxime cuando se ha demostrado que los comportamientos espacio temporales: movilidad cotidiana, cambio residencial, migraciones y viajes no solamente guardan relaciones compensatorias entre sí y, por ende, se encuentran intervinculados, sino que también inciden sobre la elección de la vivienda (Módenes, 2006) y el entorno residencial (García-Pérez, 2002). Por esta razón el estudio de los cambios residenciales constituye otra línea de investigación relacionada con el crecimiento urbano y la descentralización, así como la reconfiguración sociodemográfica de las ciudades (Bayona y Pujadas, 2014; López-Gay, 2014).

En definitiva, el análisis del conjunto de desplazamientos y actividades parece incontestable en el estudio de la estructura urbana, aunque en la práctica el uso de datos espacio-temporales comprensivos de la diversidad de actividades ha sido marginal. Claros ejemplos de superación de dicho *status quo* han sido las tesis de Mendizàbal (Mendizàbal, 1996) y de Cerda (2013)<sup>6</sup>, quienes valiéndose de la conjugación de múltiples fuentes de información, en el primer caso, o de instrumentos relacionados con la planificación del transporte, en el segundo, han desvelado la riqueza que subyace en el uso del territorio en la Barcelona metropolitana. A nivel internacional sólo el trabajo de Yang (2016) ha partido de información de las redes sociales para identificar centralidades en el Beijing metropolitano. No obstante, su metodología impide diferenciar actividades y flujos, y por ende es incapaz de diferenciar los patrones de uso y nodalidad del territorio.

En este artículo intentamos dar un paso adelante utilizando el comportamiento espacio-temporal del conjunto de la población para estudiar la estructura urbana, y en particular para construir un indicador sintético de la intensidad, diversidad y nodalidad del uso del espacio conducente a la identificación de centralidades.

6. Mención aparte merece la tesis de Joan Alberich (UAB, 2007) que ha estudiado la relación del territorio y la población a partir de la movilidad laboral, estudios y la segunda residencia, a partir de los datos de población vinculada del Censo del 2001. Su trabajo desarrolla el concepto del espacio de vida como el conjunto de espacios frecuentados por la población.

## 2. Metodología, caso de estudio y fuentes de información

La construcción del indicador sintético de uso del territorio parte del análisis de las cadenas-de-viaje/actividad de la encuesta de movilidad cotidiana. En las bitácoras de dicha encuesta quedan registrados los viajes, las actividades, el orden de sucesión, el tiempo, el modo de transporte y los lugares visitados para cada itinerario personal registrado. De esta forma, al poner en común los comportamientos a escala individual llevados a cabo a lo largo de los diversos desplazamientos es posible diferenciar el uso del territorio. Así, la metodología utilizada ha consistido en los siguientes pasos: recuperación de los datos de flujos de la matriz de movilidad; secuenciación de los flujos y verificación de errores<sup>7</sup>; explotación de los datos de desplazamiento y estadía; construcción de indicadores intermedios del uso del territorio; construcción de un indicador sintético de centralidad a partir de los intermedios; contrastación de la eficiencia del indicador sintético como elemento de identificación de centralidades respecto al tradicional indicador de densidad de empleo.

La fuente de información es la encuesta de movilidad cotidiana (EMQ en sus siglas catalanas) del año 2001<sup>8</sup>. La EMQ de dicho año está disponible para el ámbito de actuación de la Autoritat Metropolitana del Transport (ATM), un órgano consorciado entre administraciones regionales y locales, encargado de la planificación y la gestión del transporte público en el ámbito metropolitano de Barcelona, que a pesar de ser un poco más grande que el ámbito de planificación territorial conocido como Región Metropolitana de Barcelona (RMB-)<sup>9</sup>, se ha escogido como ámbito de estudio en esta investigación para minimizar la pérdida de información. El nivel de análisis es la zona de transporte ya que, a diferencia de los trabajos previos, esta escala permite identificar centralidades de tipo intraurbano.

La EMQ se basa en un diario de viajes de más de 15 minutos respondido por voluntarios. En dicho registro se conoce, para 253 municipios a nivel de las 354 zonas de transporte, los movimientos, el propósito de los mismos, el horario en el cual se realizaron (hora de inicio y final), y el modo de transporte. Así, el análisis concatenado de los viajes permite deducir, además, el tiempo que cada persona pasó en cada zona de transporte y la actividad que realizaba.

El año 2001, la EMQ registró 30.740 desplazamientos para una población de referencia de 4.354.435 personas, y en dos periodos comprendidos entre el 1 de octubre y el 15 de diciembre de 2001, y el 15 de enero y el 15 de febrero de 2002. Los diferentes propósitos de desplazamiento registrados son: regreso a casa o domicilio, trabajo, estudios, compras, médico/hospital, visita a amigos/familiares, acompañar personas, ocio y diversión, cenar o comer, sin destino fijo (pasear) y segunda vivienda. Además, se conoce el nivel de estudios de las personas que participaron y por

7. Errores de secuenciación de los desplazamientos de tres tipos: a) problemas de secuencias de tiempos (p.e. la hora de salida es anterior a la hora de llegada), b) problemas con la secuencia de las zonas (p.e. inconsistencia con la ubicación del destino), y c) viajes con ambos problemas. Una vez eliminados los viajes con problemas se ha trabajado con un 78,57% de la información original.

8. Se ha decidido trabajar con la encuesta del 2001 y no la del 2006 por diversas razones: 1) La caracterización territorial ofrecida en el siguiente apartado parte de subcentros identificados mediante la matriz de movilidad del Censo del 2001; 2) los resultados pueden ser "comparados" con aquéllos ofrecidos por otras investigaciones revisados en Marmolejo *et al.* (2013); y sobre todo 3) la metodología de la EMQ del año 2001 se basa en diario de viajes a lo largo de una semana, y por tanto entendemos es mejor para capturar el conjunto de actividades cotidianas, que no los "días tipo" cubiertos por la EMQ del año 2006 a través de una llamada telefónica. Finalmente, al no ser el objetivo principal de este trabajo analizar la situación actual o la más reciente disponible del ámbito de estudio, sino evaluar hasta qué punto la metodología propuesta permite identificar centralidades se considera adecuada la información del año 2001.

9. El ámbito de la ATM tiene 253 municipios que, según los datos del Censo del 2001, tenían una población de 4,7 millones de personas, 2,01 millones de puestos de trabajo distribuidos en 4.718 km<sup>2</sup>. Dentro de éstos los 164 municipios que conforman la RMB representaban el 93% de población, el 92% del empleo y el 82% de la superficie.

tanto es posible construir indicadores de índole socioeducativo como una aproximación al nivel socioeconómico. La explotación de la EMQ, desde la perspectiva espacial, ha permitido la construcción de una base de información sobre la intensidad, diversidad y nodalidad del territorio, detallada a escala temporal, para diferentes grupos socioeconómicos.

Adicionalmente, para construir los indicadores intermedios se ha acudido a información relacionada con la distancia efectiva entre zonas sobre la base cartográfica de Tele Atlas, así como la superficie artificializada proveniente de un proceso de teledetección propio basado en la imagen de SPOT 2001. Finalmente, para contrastar la eficiencia del indicador sintético en la identificación de centralidades se ha acudido a información del catastro a fin de evitar problemas de endogeneidad estadística.

### ***2.1. Construcción de indicadores intermedios***

A partir de la información a escala de las 354 zonas de transporte estudiadas se han construido los siguientes indicadores intermedios:

#### **2.1.1. De intensidad de uso del territorio**

- **Densidad tiempo.** Medida como el número de horas que las personas pasan en una zona realizando diversas actividades fuera de casa, dividido por la superficie urbanizada de la zona. Cuanto más alto es este indicador el espacio no residencial se usa de forma más intensa (Marmolejo y Cerda, 2012).
- **Densidad de personas.** Es la ratio de personas que realizan diferentes actividades en una zona dividida por la superficie urbanizada, su lectura es igual que el indicador anterior.

#### **2.1.2. De diversidad de uso del territorio**

**Diversidad de actividades.** Medida como el nivel de entropía o complejidad en la distribución de actividades realizadas en el territorio (residencia, laboral, educación, ocio, paseo, salud, compras, etc.). Cuanto más alto es este indicador el espacio se usa de forma más diversa en una misma franja de tiempo.

- **Diversidad socioeconómica.** Medida como el nivel de entropía en la distribución de las personas que efectúan actividades en una zona en función de su nivel de formación, distinguiendo tres categorías (estudios básicos –primaria o menos-, medios –bachillerato- y altos-universitarios-). Cuanto más alto es este indicador más diversidad socioeconómica hay en una zona en una franja de tiempo. Se asume, como se ve, que el nivel de formación está emparentado con el nivel socioeconómico.
- **Diversidad socioactividad.** Medida como el nivel de entropía de las combinaciones entre las actividades que se realizan en cada zona y la categoría socioeconómica de las personas que las realizan. Este indicador se calcula a partir de la matriz que resulta de cruzar las frecuencias de las categorías del indicador 3 y 4.
- **Especialización del territorio.** Medida como el coeficiente de localización de las diferentes actividades y de los diferentes grupos socioeconómicos. Cuanto más alto es dicho indicador mayor es la especialización de las zonas en el indicador analizado.

### 2.1.3. De nodalidad de las zonas en relación a la cadena-de-actividades

- Distancia recorrida. Es el promedio de los kilómetros diarios que recorren las personas que realizan una actividad en una zona de transporte. Cuanto más alto es este indicador mayor es la perifricidad de la zona.
- Orden de la actividad que se desarrolla en la zona de las personas que la visitan en el día. Este indicador se refiere a la posición que guardan las actividades que se desarrollan en una zona determinada, dentro del conjunto de actividades que se desarrollan a lo largo de la cadena-de-actividades (día). Cuanto menor es, se asume que los lugares tienen una mayor importancia puesto que monopolizan las primeras actividades que se realizan, dicho de otra manera, son las locomotoras de los itinerarios cotidianos de la población
- Número de actividades que realizan las personas que visitan una zona. Este indicador da cuenta de la nodalidad de la zona, ya que aquellas zonas que, por su ubicación, dotación de infraestructuras y servicios, favorecen que en un itinerario se realicen varias actividades tienen un carácter de nodo dentro de la red urbana.
- Primacía nodal. Es la ratio ente el indicador 9 y 8. Cuanto más alto, mayor es la primacía tienen las zonas como nodos en la red de la cadena-de-actividades de las personas que visitan la zona.
- Distancia recorrida por actividad. Que corresponde a la ratio del indicador 7 y 9 y puede interpretarse como un indicador de proximidad, ya que cuantas más actividades se realicen en un área geográfica relativamente pequeña mayores son las interacciones de corto alcance.

Todos los indicadores de diversidad anteriores han sido medidos con la entropía de Shannon (Ecuación 1) y los de especialización mediante el coeficiente de localización (Ecuación 2). Los indicadores cuentan con sus respectivos subindicadores distinguiendo un día laboral, el fin de semana y diferentes franjas horarias (7:00-9:00, 9:00-14:00, 14:00-19:00, 19:00-22:00, 22:00-24:00 y 00:00-7:00).

Ecuación 1. Entropía de Shannon

$$H_m = -1 * \sum_i^n P J_i \cdot \ln(P J_i)$$

Dónde, H es el nivel de entropía o complejidad, P es la probabilidad de encontrar en una zona i, una actividad o grupo socioeconómico J.

Ecuación 2. Coeficiente de localización

$$Cl = \frac{\frac{J_{xi}}{J_i}}{\frac{\sum_i^n J_{xi}}{\sum_{ix}^n J_{xi}}}$$

En donde J es el número de personas realizando una determinada actividad o pertenecientes a un determinado grupo socioeconómico x en una determinada zona i

## 2.2. Construcción del indicador sintético de centralidad

Los indicadores intermedios se han resumido en uno sintético de centralidad que, por la singularidad de su cálculo, merece cierto detenimiento. En concreto se ha utilizado la “distancia ponderada dos” (DP2). La DP2 es un procedimiento empleado para la estimación de indicadores sintéticos de distancia, que ha sido utilizado para medir la distribución espacial de variables latentes como el bienestar, el desarrollo sostenible, entre otros (Pena, 1977; Zarzosa, 2009). Los indicadores sintéticos tienen como principal ventaja que condensan en una sola variable una gran cantidad de información, facilitando y permitiendo la realización de comparaciones espaciales y temporales.

El método DP2 pondera cada indicador intermedio en función del grado de correlación existente entre cada uno de ellos y el indicador sintético global, en un proceso iterativo que cesa al llegar a un punto de convergencia. Así, se elimina la duplicidad de información, como ocurre en el método de componentes principales, pero no existe una pérdida de información (Zarzosa, 2005).

De esta forma el indicador que se obtiene es significativo de la importancia, en las dimensiones que se analizan, que tiene cada zona en relación a la peor de ellas. Se trata, por tanto, de una distancia que mensura cuán mejor es una zona en relación a la menos favorecida. En nuestro caso, cuánto más alto es el valor del indicador sintético de una zona más rasgos de centralidad tiene, puesto que se utiliza de forma más intensa, para una variedad de actividades urbanas, por parte de personas de diferente origen socioeconómico y con desplazamientos que denotan rasgos de nodalidad.

## 3. Resultados: la estructura urbana desde la perspectiva del comportamiento espacio-temporal de la población

Una vez depurada y extrapolada la EMQ se ha analizado las cadenas-de-viaje/actividad de 29 millones de desplazamientos repartidos a razón de 4,8 millones en un día laboral y 2,4 millones en fin de semana. De los viajes válidos un 47,8% se realizan para volver a casa, 26,7% para ir a trabajar y otro 25,5% por motivos no obligados relacionados con funciones de reproducción social. Los modos predominantes son los viajes a pie (33,4%), en transporte público (33,6%) y en privado (32,4%). La alta representación de los movimientos peatonales, como se ve, permite capturar la sutileza de las dinámicas urbanas de proximidad.

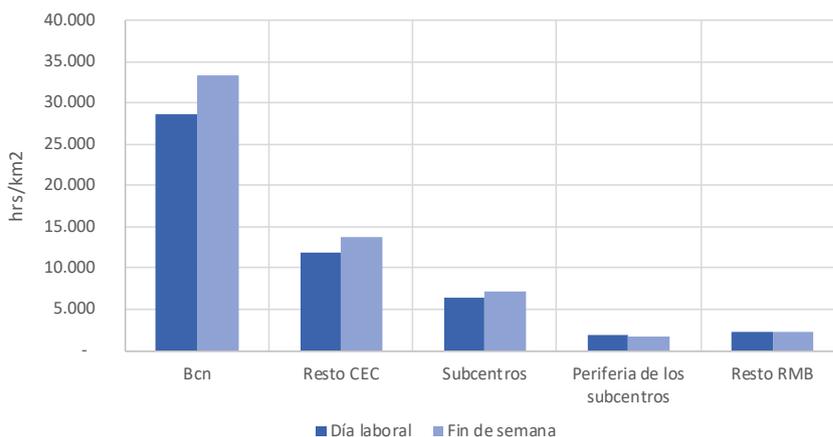
### 3.1. Patrones de utilización de la ciudad

A efectos de análisis descriptivo la Barcelona metropolitana se ha dividido en cinco zonas siguiendo los siguientes criterios de definición. *BCN*: corresponde al centro metropolitano, es decir es el municipio de Barcelona. *Resto del Continuo Económico Central (CEC)*: es el conjunto de municipios cuyos tejidos urbanizados se encuentran a menos de 200 m entre sí y que, según el valor de interacción diseñado por Roca y Moix (Roca y Moix, 2005), están funcionalmente integrados con el municipio de Barcelona. Gran parte de estos municipios son fruto del crecimiento “desarrollista” y albergan más población de noche que de día. *Subcentros*: son los municipios identificados como tales por Marmolejo (Marmolejo *et al.*, 2013) a partir de los flujos residencia-trabajo del censo del 2001. Dichos autores aplican la metodología desarrollada por Roca (Roca *et al.*, 2009) para identificar los municipios que atraen viajes laborales y estructuran su entorno funcional. *Periferia de los subcentros*: corresponden a las zonas de transporte contiguas a los sub-

centros. *Resto RMB*: es el resto del territorio metropolitano que incluyen tanto a los municipios de naturaleza más “rural”, como aquellos en dónde el *urban sprawl* ha sido más acusado<sup>10</sup>.

En el Gráfico 1 aparecen claramente identificados Barcelona, el resto del CEC y los subcentros. Por su parte, en el cuadro del Gráfico 1 detalla la distribución para estos territorios metropolitanos.

Gráfico 1 Densidad tiempo en diferentes territorios metropolitanos



	Día laboral (horas/km2)	Fin de semana (horas/km2)
Bcn	28.706	33.415
Resto CEC	11.926	13.774
Subcentros	6.389	7.108
Periferia de los subcentros	1.918	1.670
Resto RMB	2.307	2.254

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la EMQ 2001

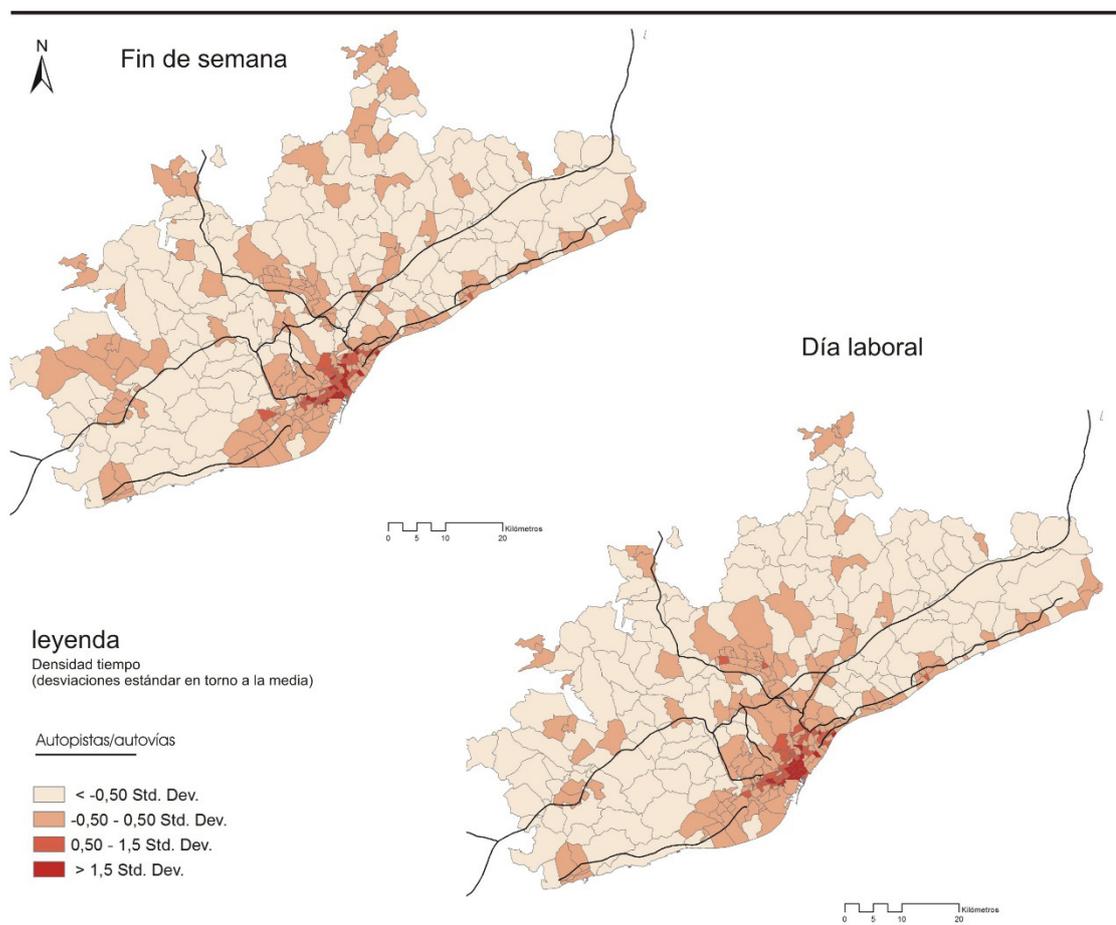
Con meridiana claridad se observa, en dicha gráfica, lo que es obvio: cuanto más central es el territorio mayor es la densidad tiempo, es decir el número de horas que las personas emplean realizando actividades por kilómetro urbanizado. Más allá de dicha trivialidad, los datos permiten ilustrar cuán diferente es la intensidad de uso del territorio, así, podemos afirmar que la ciudad central, compacta, densa y diversa se usa con una intensidad que multiplica prácticamente por 12,5 veces aquélla existente en la ciudad dispersa, simple y de baja densidad. Dicha diferencia escala hasta casi 15 veces el fin de semana. Estos datos dibujan una imagen muy diferente a las proporcionadas por otras densidades, como la edificada o la laboral, en dónde las diferencias centro-periferia no son tan marcadas. Esto se debe a que dichos indicadores, a diferencia de la densidad tiempo, consideran únicamente las actividades que ocurren en el espacio privado. Lo interesante de la cuestión es que la densidad tiempo es mayor los fines de semana en relación a los días laborales, y que dicha divergencia es más acusada, si cabe, en los territorios centrales,

10. No se incluyen aquí los municipios allende de la RMB, puesto que en ellos se encuentran otros centros territoriales como Igualada, Vic y Manresa, que no pueden considerarse subcentros del ámbito metropolitano de Barcelona por ser funcionalmente independientes según lo ha estudiado Roca (Roca *et al.*, 2009).

mientras que los más periféricos se usan con igual intensidad entre semana y el fin de semana. Lo anterior pone de relieve la monotonía de las actividades desarrolladas en la suburbia y su flaca influencia sobre la intensidad con la que se vive dicho espacio.

En el Mapa 1 se detalla, a nivel de zona de transporte, la intensidad de uso del territorio, las diferencias entre un día laboral y el fin de semana evidencian la localización de los polígonos de actividad, cuya desertización durante el fin de semana resulta evidente. Asimismo, durante el fin de semana las zonas más centrales, especialmente aquellas articuladas por las redes de transporte, incrementan la densidad de uso del espacio urbanizado. Destacan en este sentido espacios incardinados en el municipio de Barcelona, así como otros situados en centralidades históricas como Sabadell, Terrassa, Mataró, Granollers, Vilafranca del Penedès y, en menor medida, Vilanova i la Geltrú, cuya incorporación funcional al ámbito metropolitano barcelonés es relativamente reciente<sup>11</sup>. También durante el fin de semana, a pesar de que la EMQ se levantó en otoño/invierno, aparecen señaladas con más intensidad las zonas de transporte de la comarca litoral del Maresme.

Mapa 1 Densidad tiempo por zonas de transporte



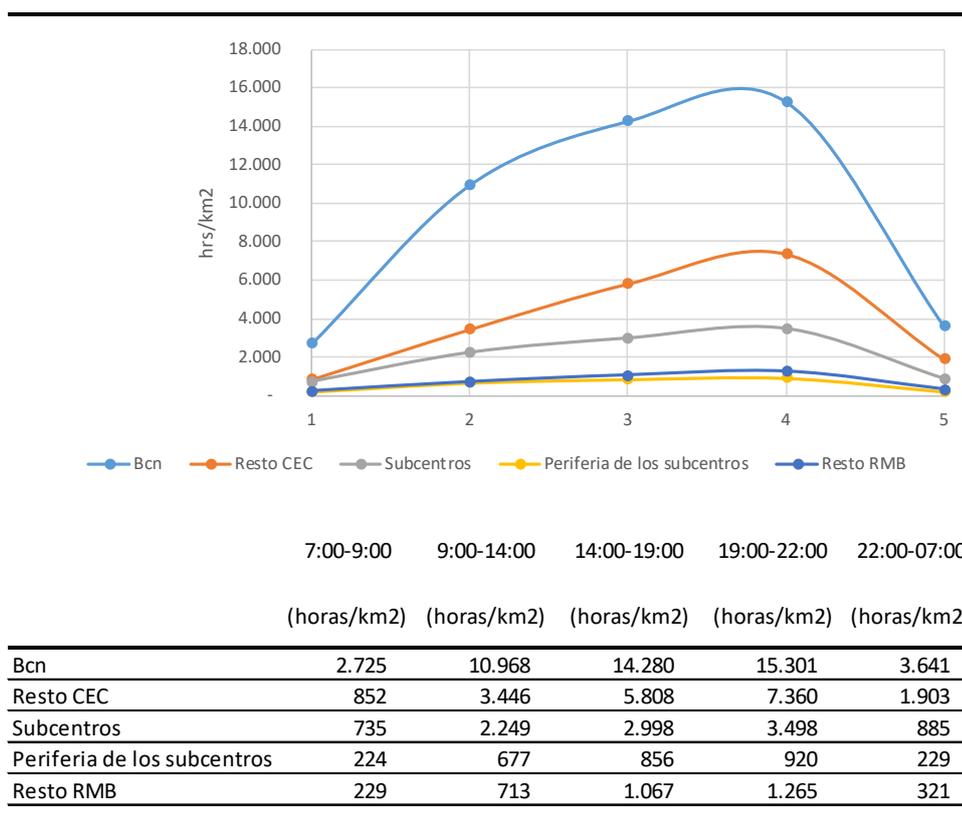
Fuente: Elaboración propia sobre la base de la EMQ 2001

Si los datos se analizan por franjas horarias es posible distinguir la forma en como se utiliza el espacio urbano (sin incluir la vivienda) a lo largo del día. El Gráfico 2 detalla, para cada uno de los entornos metropolitanos estudiados, la densidad tiempo para cinco franjas horarias. Como

11. Mención aparte merecen centralidades como Igualada, Manresa y Vic.

se ve, en todos los casos la franja situada entre las 19:00 y 22:00 hrs. es la más utilizada, lo cual es normal, ya que coincide con la “salida del trabajo” y también con la hora en la que se realiza una buena parte de las actividades de reproducción social fuera del hogar. Sin embargo, las líneas que describen la variación de intensidad de uso del territorio a lo largo del día no son paralelas, detrás de la divergencia de sus pendientes subyacen orígenes urbanísticos distinguidos. En ese sentido, las “ciudades dormitorio” que rodean al municipio central denotan una pendiente más brusca lo que sugiere que, a pesar de sus recientes reformas urbanísticas, tienen un carácter residencial dominante propio del trepidante crecimiento desarrollista de los años 60-70.

Gráfico 2 Densidad tiempo a lo largo del día



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la EMQ 2001

El análisis de la distribución espacial de la diversidad de actividades revela con mayor claridad, si cabe, la diferenciación de las zonas de la ciudad. Según se puede observar en el Cuadro 1, a diferencia de lo que ocurre con la densidad tiempo, no existe una gradación monótona en la forma en como se reduce la diversidad a medida que incrementa la distancia del centro el fin de semana. Asimismo, durante el día laboral el centro y los subcentros marcan una clara diferencia con sus periferias, siendo éstas menos diversas que aquéllos, pero más diversas que la ciudad de la baja densidad. Sin embargo, esta diferencia en términos de actividades y de grupos socioeconómicos se vuelve más difusa el fin de semana. Los sábados y domingos la periferia gana diversidad aunque únicamente en términos de actividades, pero no desde la perspectiva socioeconómica. De hecho la diversidad socioeconómica decae el fin de semana, tanto en las antiguas ciudades dormitorio, como en el resto de la RMB (territorio de la suburbanización). Dicho declive deriva de la especialización en determinado tipo de viviendas y actividades orientadas a sus residentes, de renta media-baja en el primer caso, y todo lo contrario en algunas partes del segundo.

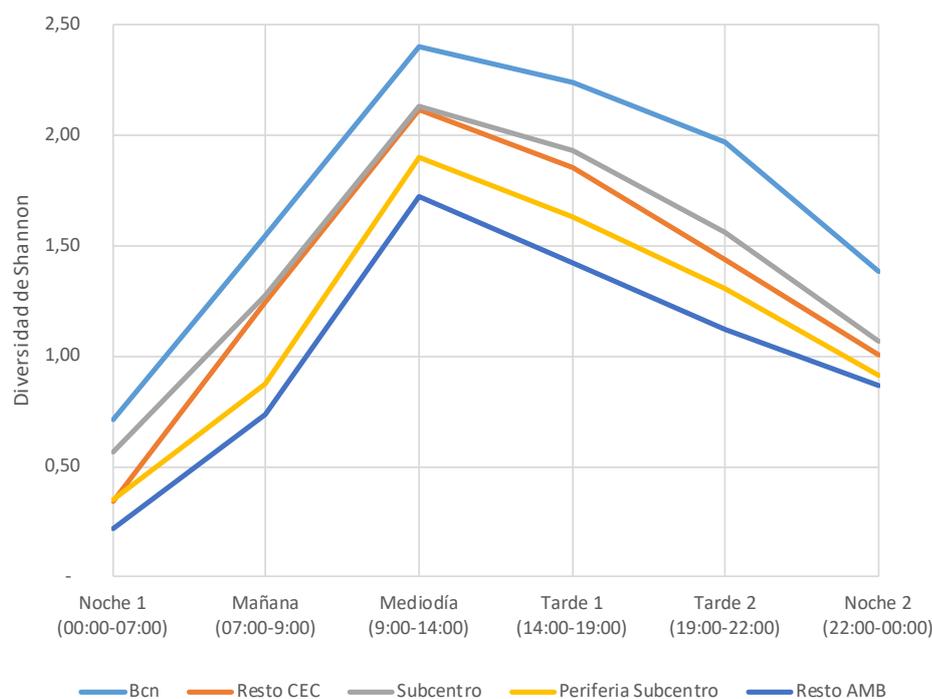
Cuadro 1 Diversidad de actividad, socioeducativa y ambas a la vez durante el día laboral y el fin de semana

	Laboral			Fin de semana			Fin de semana - día laboral		
	socio-actividad	actividad	socio-educativo	socio-actividad	actividad	socio-educativo	socio-actividad	actividad	socio-educativo
Bcn	2,43	1,64	1,05	2,76	1,73	1,06	0,33	0,09	0,01
Resto CEC	2,17	1,42	0,91	2,31	1,42	0,90	0,14	0,01	0,01
Subcentros	2,26	1,48	0,95	2,51	1,57	0,95	0,24	0,08	0,01
Periferia de los subcentros	2,16	1,42	0,95	2,50	1,58	0,95	0,34	0,16	0,00
Resto RMB	2,04	1,32	0,94	2,38	1,48	0,93	0,34	0,17	0,01
RMB	2,33	1,54	1,00	2,63	1,63	1,01	0,30	0,09	1,00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la EMQ 2001

Finalmente cabe ilustrar la evolución de la diversidad a lo largo del día, el Gráfico 3 detalla cómo durante los horarios nocturnos, especialmente el comprendido entre la medianoche y las 7 de la mañana la diversidad es, como resulta evidente, la más baja del día, ya que la inmensa mayor parte de las personas permanecen en sus hogares, siendo una minoría aquellas que trabajan o realizan otras actividades (p.e. ocio) fuera de sus viviendas. A partir de las 7 de la mañana la diversidad incrementa, para tocar techo en el medio día entre las 9:00 y 14:00 hrs., horario en el cual coexisten actividades variopintas, que incluyen, además de las laborales, las visitas médicas, las compras, la educación, etc. Resulta interesante ver cómo las ciudades dormitorio que conforman el continuo económico que rodea la ciudad central también incrementan su diversidad, pero lo hacen con mayor pendiente. Es decir, que en los horarios valle la diversidad cae más que en la ciudad central y los subcentros.

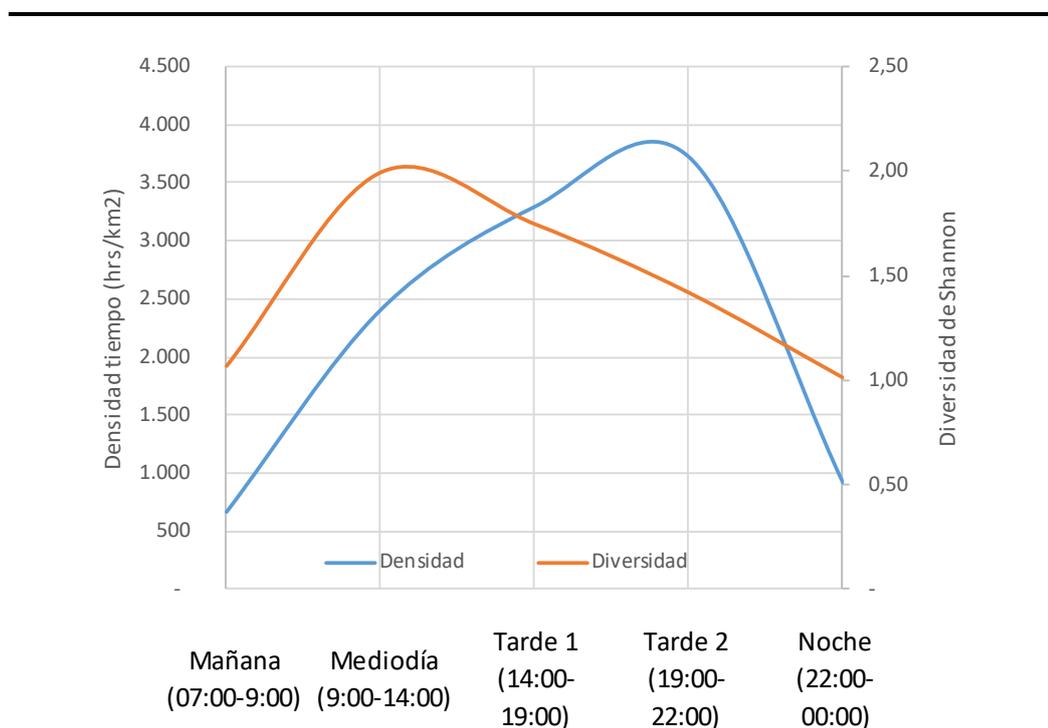
Gráfico 3 Evolución temporal de la diversidad socioactividad



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la EMQ 2001

La lectura sincrónica a lo largo del día de la diversidad y la densidad tiempo, presentada en el Gráfico 4, ilustra el desfase entre las franjas horarias de mayor intensidad y diversidad: al medio día se realizan muchas actividades de forma simultánea (y por tanto breves), mientras que en la tarde dicha diversidad decrece, fundamentalmente porque los servicios públicos, educativos y laborales son marcadamente matutinos. Sin embargo, en la tarde la intensidad incrementa, lo cual es significativo de una mayor duración de las actividades que se hacen fuera de casa de una forma claramente más relajada lo cual, como resulta evidente, tiene una repercusión en las experiencias vivenciales, pudiendo convertir el topos por el choros en la terminología de la geografía del tiempo (Sui, 2012).

Gráfico 4 Evolución sincrónica de la intensidad y diversidad de uso del territorio para el conjunto de la RMB



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la EMQ 2001

Los indicadores anteriores revelan una estructura de usos, intensidad y diversidad divergente en términos espaciales en dónde los centros identificados por otros investigadores efectivamente son áreas intensamente utilizadas, de una forma más diversa y continuada a lo largo del tiempo tanto por lo que se refiere a las actividades que en ellas se realizan como de los grupos socioeconómicos que las originan. Es necesario, sin embargo, analizar hasta qué punto la conjunción de los indicadores intermedios, en uno sintético, es capaz de servir de elemento de identificación de centralidades.

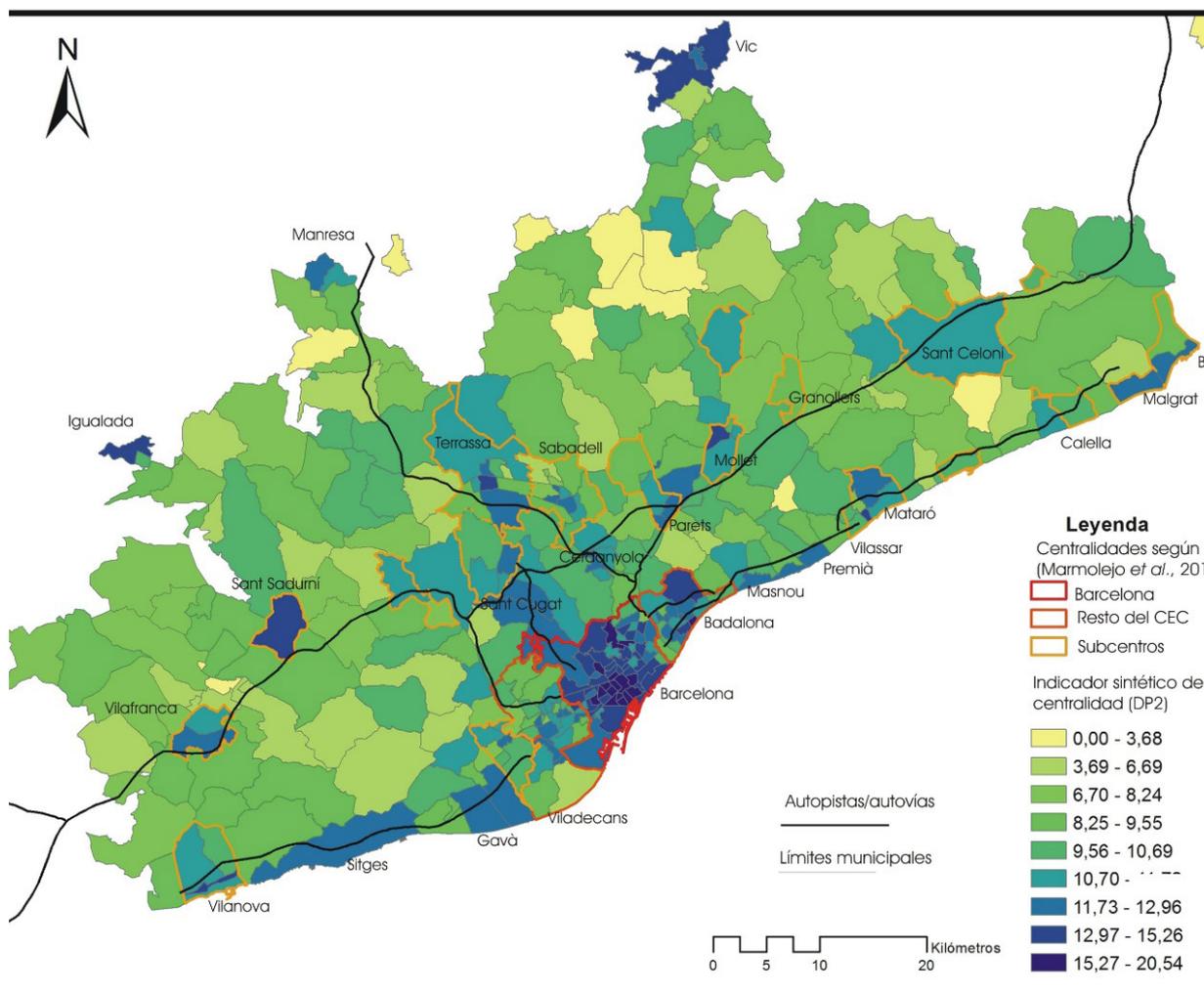
### 3.2. El indicador sintético de centralidad

Vista una selección parcial de los indicadores que se han utilizado para capturar el comportamiento espacio-temporal de la población procede ahora presentar el resultado de la construcción del indicador sintético de centralidad. En primer lugar, cabe aclarar que, de los 22 indicadores in-

termedios iniciales, únicamente se han elegido 17, el resto se han eliminado por estar muy correlacionados con los seleccionados, y por tanto ser redundantes. Con dichos indicadores, mediante el procedimiento iterativo de cálculo de la DP2 se ha obtenido el indicador sintético cuya distribución espacial se ilustra en el Mapa 2. En dicha figura cuanto más intenso es el color más rasgos de centralidad subyacen en las zonas representadas. Con meridiana claridad destacan las zonas de transporte de Barcelona, especialmente las relativas a los barrios centrales como: L'Eixample, El Barri Gòtic, Gràcia, en menor medida algunas partes de El Raval, Sants, etc. En cambio, llama poderosamente la atención la tenue importancia de las zonas especializadas fundamentalmente en actividades de oficina, como el corredor de la Av. Diagonal entre la Plaça de Francesc Macià y Maria Cristina o la Vía Augusta, así como los polígonos de actividad de la Zona Franca o aquéllos ubicados en Sant Martí y Sant Andreu.

En el continuo económico central se distinguen perfectamente los núcleos históricos de municipios de cierta relevancia demográfica como Badalona (aunque también aparece Montigalà, su gran polígono de actividades coronado por la primera tienda de Ikea en España) o L'Hospitalet.

Mapa 2 Indicador sintético de centralidad



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la EMQ 2001

Fuera del continuo central se identifican los centros fundacionales de las ciudades con un desarrollo histórico paralelo a Barcelona como Sabadell, Terrassa, Mataró, Granollers, Vilanova (aunque no La Geltrú) y Vilafranca (ambas del Penedès). Así como otros cuyo crecimiento demográfico ha sido por descentralización como Sant Cugat del Vallès. También, en un segundo orden, aparecen los centros de los municipios caracterizados por una expansión urbana aparejada al desarrollo de corredores industriales articulados por grandes infraestructuras de transporte como: Cerdanyola, Mollet, Parets del Vallès y, en menor medida, Sant Celoni.

Mención aparte merece el caso de Sant Sadurní d'Anoia cuyos rasgos de centralidad aparecen más acentuados en relación a los estudios previos sobre el policentrismo (Marmolejo *et al.*, 2012). Dicha relevancia quizá derive de la concentración de más de 80 bodegas de Cava cuya importancia se eleva muy por encima de su rol como generadoras de empleo, puesto que es bien conocido el papel de dichos centros como catalizadores del ocio, la gastronomía y el esparcimiento vinculado a la enología.

En el corredor prelitoral destacan los *water-fronts* de municipios costeros en donde los núcleos tradicionales han diversificado sus actividades hacia el ocio como: El Masnou, Premià de Mar, Vilassar de Mar, Calella; así como los consolidados turísticamente como Malgrat y Blanes, u otros emergentes como los frentes marítimos de Viladecans y Gavà. Asimismo, Sitges cuya oferta de playa se conjuga con la cultural.

Fuera de la Barcelona metropolitana, el mapa deja ver con claridad los centros de Vic, Manresa e Igualada. Que, como se ha dicho antes, al igual que los subcentros tienen un desarrollo endógeno paralelo al de Barcelona y, gracias a su autonomía funcional, tienen un mercado de trabajo y residencial diferente al metropolitano. En cualquier caso, el indicador ratifica su papel como centralidades territoriales.

### 3.3. ¿Supera el indicador sintético a la densidad de empleo como elemento de análisis en la identificación de centralidades?

Si bien es cierto que el indicador explicitado anteriormente tiene la bondad de hacer converger en un solo crisol diferentes dimensiones del uso espacio-temporal de la ciudad no es menos cierto que su cálculo requiere ingentes esfuerzos computacionales. Cabe comprobar, por tanto, si dicho sobre coste queda compensado por un beneficio marginal en la identificación de los sitios de la estructuración de la cotidianidad de las personas. Como se ha dicho en la introducción la distribución espacial de la densidad de empleo ha sido extensamente usada en la literatura como elemento de identificación de subcentros. En ese sentido es necesario analizar si el indicador sintético de centralidad captura matices territoriales incapaces de ser aprehendidos por el empleo. Para realizar dicho análisis es necesario, sin embargo, resolver dos problemas: 1) En primer lugar, se ha de reconocer que la densidad de empleo y el indicador de centralidad no son variables incorreladas, sino todo lo contrario, la forma en cómo se ha calculado el indicador de centralidad internaliza, hasta cierto punto, la distribución espacial del empleo, por tanto, ésta es una componente de aquél. De hecho, la correlación de Pearson entre ambas variables es de  $r=0,657$  (sig. 000). Para resolver este problema, en esta investigación se ha regresado el indicador sintético de centralidad sobre la densidad de empleo<sup>12</sup>. De forma tal que los residuos de dicha regresión son significativos

12. La densidad de empleo se ha calculado a partir de la propia EMQ a fin de hacer comparables los dos indicadores y porque no existe información de lugares de trabajo localizados a nivel inframunicipal.

de la parte de la varianza del indicador de centralidad no explicada por la densidad de empleo; 2) En segundo lugar, para poder contrastar hasta qué punto el indicador sintético es un mejor elemento en la identificación de centralidades es necesario probar su capacidad explicativa con variables distintas a aquellas utilizadas en su cálculo por tal de evitar problemas de endogeneidad estadística. Por esta razón se ha acudido a los indicadores intermedios de nodalidad no incluidos en su cálculo y a la información sobre techo y uso del techo del Catastro.

De esta forma se ha correlacionado el indicador de centralidad (una vez eliminada la parte de su varianza explicada por la densidad de empleo) con otros indicadores de uso, intensidad de uso y nodalidad del territorio. Si el resultado de dicha correlación es cero o no resulta significativo, cabría concluir que el indicador de centralidad no mejora a la densidad de empleo como elemento de análisis de la estructura urbana.

El Cuadro 2 resume el resultado del análisis, como se ve únicamente seis de las veinte variables de contraste utilizadas resultaron no significativas (si bien con el signo esperado), mientras que todas las restantes resultaron con el signo esperado y significativas. Dichos resultados sugieren que el comportamiento espacio-temporal de la población es un elemento cuya capacidad para identificar centralidades urbanas se eleva por encima de la tradicional densidad de empleo. Desde una perspectiva topológica cuanto mayor es el indicador de centralidad más rasgos de nodalidad tienen las zonas, ya que las personas que las visitan realizan más actividades en su cadena-de-viaje/actividad, al tiempo que las distancias absolutas y relativizadas por actividad se reducen. Es decir, se consume menos tiempo y menos energía en la realización de las actividades y por tanto las zonas con un indicador de centralidad alto son también potenciales propulsoras de la sostenibilidad y de la cohesión social (ya que es bien sabido que el tiempo de viaje va en detrimento del tiempo de familiar y de socialización).

Asimismo, los resultados sugieren que las zonas que computan alto en el indicador de centralidad son también aquellas que concentran las actividades que fungen como locomotoras de los itinerarios cotidianos. Se trata de lugares centrales con actividades cuya demanda es rígida y por tanto estructuran su *hinterland*. Llama poderosamente la atención que la nodalidad de dichas zonas centrales se refuerza el fin de semana, lo que abona la hipótesis de que no son, única ni fundamentalmente, las actividades laborales las que infunden dicho atractivo.

La correlación con las variables de uso e intensidad de uso derivadas del catastro demuestra, por su parte, la capacidad del indicador sintético de identificar zonas con matices cualitativos propios del paradigma de los centros mediterráneos. Así, las zonas cuyo indicador de centralidad está por encima de su densidad de empleo, son también complejas y densas, es decir, se aproximan los ideales del modelo de ciudad compacta. Dichas zonas están correlacionadas especialmente con los locales comerciales, que a su interior tienen actividades propiamente comerciales, pero también de restauración, bares, y ocio en general<sup>13</sup>, así como a los edificios culturales con un carácter generalmente artístico e histórico. Los edificios de oficinas y sanitarios guardan asimismo cierta correlación.

13. En la base de información catastral el uso de ocio y espectáculos se refiere fundamentalmente a edificios especializados como cines, teatros o discotecas, mientras que las actividades de ocio ubicadas en locales genéricos están catalogadas dentro del "UCM" comercial.

Cuadro 2 Correlación entre el indicador de centralidad (una vez controlada la densidad de empleo) y diferentes variables de nodalidad, uso e intensidad de uso del techo edificado

Variables de nodalidad										
Indicador	Día Laboral				Fin de semana					
	Número de actividades que realizan las personas que visitan una zona	Orden de la actividad que se desarrolla en la zona de las personas que la visitan en el día	Distancia recorrida	Primacía nodal	Distancia recorrida por actividad	Número de actividades que realizan las personas que visitan una zona	Orden de la actividad que se desarrolla en la zona de las personas que la visitan en el día	Distancia recorrida	Primacía nodal	Distancia recorrida por actividad
r	,228	-,019	-,324	,422	-,355	,224	-,110	-,358	,435	-,393
sig	,000	,739	,000	,000	,000	,000	,055	,000	,000	,000

Variables sobre la estructura e intensidad de uso del catastro										
Indicador	Diversidad de uso del techo edificado	Densidad neta edificada *	Diversidad de uso del techo de actividad edificado **	Porcentaje de uso residencial	Porcentaje de uso industrial	Porcentaje de uso oficinas	Porcentaje de uso comercial	Porcentaje de uso deportivo	Porcentaje de uso espectáculos	Porcentaje de uso ocio
	r	0,109	0,336	0,359	0,043	-0,089	0,128	0,468	-0,228	0,038
sig	0,057	0,000	0,000	0,458	0,12	0,025	0,000	0,000	0,504	0,991

Indicador	Porcentaje de uso sanitario	Porcentaje de uso cultural	Porcentaje de uso singular
	r	0,17	0,275
sig	0,003	0,000	0,000

\* Es la suma del techo edificado sobre y bajo rasante en una zona de transporte dividida por la suma de los solares de dicha zona

\*\* Es la diversidad del techo destinado a actividades económicas, incluidos los servicios públicos sanitarios, educativos y culturales.

El cálculo ha seguido el procedimiento de Shannon antes explicitado

\* Los porcentajes de cada uso se refieren a la proporción del uso indicado respecto al techo total edificado en cada zona de transporte

En gris aparecen las variables no significativas al 90% de confianza

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la EMQ 2001

## 4. Conclusiones

En pleno apogeo de la ciudad moderna se acuñaron métodos progresivamente complejos de identificación de subcentros basados, o bien en el análisis de la densidad de empleo, o bien en los trayectos que los trabajadores describen al trasladarse desde su sitio de residencia. Dichos métodos relegaron, de esta forma, el hecho de que ambas facetas pertenecen a una misma dimensión: el comportamiento espacio-temporal de la población. Al mismo tiempo, la tercerización de la economía, la flexibilización (precarización) del mercado laboral, la aparición de las TIC y la deslocalización de las actividades productivas han mermado el poder del lugar de trabajo como elemento rector de la cotidianidad de las personas. Todo lo anterior exige un cambio de paradigma desde la visión dicotómica densidad o flujos y monotemática apoyada en el empleo, hacia otro basado en un enfoque integrado actividades-flujos basado en el conjunto de las actividades cotidianas. Hace falta, por tanto, hacer trascender epistemológica y metodológicamente los métodos de identificación de centralidades.

En este artículo hemos intentado avanzar hacia dicho paradigma mediante el análisis de los trayectos/actividades que realizan las personas sobre la dimensión espacio-temporal. Así, se ha re-

conocido el importante papel que juegan dichas improntas sobre la identificación de la estructura urbana, puesto que son las personas quienes diferencian, dan contenido y ponen en relación a las partes del sistema urbano. En definitiva, este paradigma queda plenamente afiliado a la geografía del tiempo y, muy particularmente, a la identificación de los *dioramas* que organizan la cotidianidad de las personas.

Los indicadores intermedios y sintético dan cuenta de las significativas diferencias en la utilización del territorio. Así, el centro y los subcentros (identificados por otros trabajos) son los espacios más intensamente utilizados, para actividades de diversa índole y por personas de diferente origen socioeconómico. Asimismo, el fin de semana las centralidades se utilizan con más intensidad y diversidad, mientras que en las antiguas ciudades dormitorio que rodean al centro y la suburbia la diversidad socioeconómica decae dichos días tornándose, si cabe en territorios más simples. El análisis a lo largo del día da cuenta, por su parte, del carácter “extremoso” de los monocultivos residenciales, cuya ausencia de actividades con horarios complementarios hace variar bruscamente la diversidad e intensidad de uso del territorio.

El análisis espacial del indicador sintético da cuenta de la existencia de centralidades hasta cierto punto sobrepuestas a las densas concentraciones de empleo que importan trabajadores de su entorno dándole estructura de esta forma. Aunque también revela la existencia de centralidades completamente desfasadas en el espacio, en las cuales, sin embargo, subyacen rasgos alineados al paradigma de los centros de las metrópolis mediterráneas. Los contrastes realizados sugieren que los lugares que computan más alto en el indicador sintético de centralidad en relación a su densidad de empleo, son también zonas intensamente utilizadas, para realizar actividades de diversa índole por parte de colectivos urbanos de diverso origen socioeducativo. En definitiva, son el escenario de la reproducción de la sociedad. Además, dichas zonas poseen marcados rasgos de nodalidad porque permiten realizar varias actividades en los itinerarios cotidianos de la población, recorriendo distancias relativamente cortas. Se trata, por tanto, de verdaderos lugares estructurales, en donde se reproduce el paradigma de la sostenibilidad, ya que diversas actividades resultan complementarias entre sí (potenciando las economías de aglomeración), al tiempo que co-localizan diferentes grupos socioeconómicos (favoreciendo la cohesión), cuyos desplazamientos son también menos agresivos en términos ambientales (al ser más cortos y multipropósito).

Queda pendiente, sin embargo, la utilización de dicho indicador sintético u otros que se puedan derivar del análisis de las cadenas-de-viaje/actividad en la construcción de un método formal de identificación de centralidades, a la usanza de aquellos diseñados por la economía urbana o la geografía.

Más allá del propósito de este trabajo, es conveniente explorar los cambios que desde el 2001 ha experimentado el ámbito metropolitano de Barcelona. Es posible que, además de la propia evolución sociodemográfica, la llegada de nueva población extranjera, con comportamientos espacio-temporales diferentes, la construcción de nuevas infraestructuras y zonas urbanísticas, así como el impacto de la crisis sobre la actividad económica, la movilidad y el uso del tiempo estén dibujando una estructura urbana diferente a la aquí mostrada.

## 5. Agradecimientos.

Los autores agradecen públicamente las críticas recibidas a este trabajo por parte de las cuatro personas evaluadoras, las cuales ayudaron significativamente a su mejora. Este trabajo ha sido

realizado en el marco del proyecto: LugarES “El policentrismo revisitado desde la perspectiva del comportamiento espacio-temporal de la población en las principales metrópolis españolas” (MINECO ref. CSO-2012-33441).

## 6. Referencias bibliográficas

- Alberich, J. (2007). “La vinculació territorial de la població a Catalunya. Una aproximació a partir del cens de 2001”, *BAGE*, 44: 409-411.
- Bayona, J.; Pujadas, I. (2014). “Movilidad residencial y redistribución de la población metropolitana: los casos de Madrid y Barcelona”, *EURE-Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos y Regionales*, 119 (40): 261-287.
- Boix, R.; Trullén, J. (2012). “Policentrismo y estructuración del espacio: una revisión crítica desde la perspectiva de los programas de investigación”, *ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 6 (18): 27-54.
- Bohte, W. ; Maat, K. (2009). “Deriving and Validating Trip Destinations and Modes for Multi-day GPS-Based Travel Surveys: A large-Scale Application in The Netherlands”, *Transportation Research Part C*, 17 (2009): 285-297.
- Buliung, R.; Kanaroglou, P. (2006). “A GIS toolkit for exploring geographies of household activity/travel behavior”, *Journal of Transport Geography*, 14: 35-51.
- Casado, J.M. (2001). “Los mercados laborales locales de la Comunidad Valenciana. Trabajo y Territorio”, *Publicaciones Universidad de Alicante*.
- Casado, J.M.; Coombes, M. (2011). “La delimitación de mercados locales de trabajo en el siglo xxi. revisión crítica y programa de investigación”, *BAGE*, no 57-2011: 7391-394
- Cerda, J. (2013). “Efecto del comportamiento espacio-temporal de la población sobre la estructura de actividades en la ciudad: un acercamiento a los ritmos urbanos de Barcelona 2001-2006”, *tesis doctoral inédita, UPC*. TDR <http://www.tdx.cat/handle/10803/113478>
- Cerda, J.; Marmolejo, C. (2010). “De la accesibilidad a la funcionalidad del territorio: una nueva dimensión para entender la estructura urbano-residencial de las áreas metropolitanas de Santiago (Chile) y Barcelona (España)”, *Revista de Geografía Norte Grande*, 46: 5-27.
- Dóniz-Páez, J. ; Quintero Alonso, C. (2016). “Propuesta de rutas de geoturismo urbano en Icod de Los Vinos (Tenerife, Islas Canarias, España)”. *Cuadernos Geográficos*, 55(2), 320-343. Consultado de <http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/3014>.
- Ellegard, K.; Svedin, U. (2012). “Torsten Hägerstrand’s time-geography as the cradle of the activity approach in transport geography”, *Journal of Transport Geography*, 23: 17-25.
- Feria, J.M.; Casado, J.M. ; Martínez-Bernabéu, L. (2015). “Inside the metropolis: the articulation of spanish metropolitan areas into local labor markets”. *Urban Geography*, 36 (7): 1018-1041.
- Feria, J.M.; Susino, J. (Coords.) (2005). “Movilidad por razón de trabajo en Andalucía. 2001”, *Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla*.
- Feria Toribio, J. (2015). Los modelos de organización y dinámicas espaciales metropolitanas en Andalucía. *Cuadernos Geográficos*, 54(2), 196-219. Consultado de <http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/3186>
- Ferreira, N.; Poco, J.; Huy, T.; Freire, J. ; Silva, C. (2013). “Visual exploration of big spatio-temporal urban data: A study of new york city taxi trips”, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19 (12): 2149-2158.
- García-López, M.A. (2007). “Estructura Espacial del Empleo y Economías de Aglomeración: El Caso de la Industria de la Región Metropolitana de Barcelona”, *ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 2 (4): 519-553.
- García-Sierra, (2014). “Travel behaviour and environmental-transport policy. Theory and empirical studies”, *tesis doctoral inédita, UAB*.
- García-Pérez, D. (2002). “An analysis of urban growth controls through game theory and the contingent valuation method”, *tesis doctoral inédita, UAB*
- Hägerstrand, T. (1970). “What about people in regional science?” *Papers of Regional Science Association*, N° 24: 7-21.
- Harvey, D. (1989). “The condition of postmodernity. An inquiry into the origins of cultural change”, *Blackwell, Cambridge & Oxford*
- Kaufmann, V. (2004). “Motility: mobility as capital”, *International Journal of Urban and Regional Research*, 28 (4): 745-756.

- Liu, Y.; Wang, F.; Xiao, Y. *et al.* (2012). "Urban land uses and traffic 'source-sink areas': Evidence from GPS-enabled taxi data in Shanghai", *Landscape and Urban Planning*, 2012, 106(1): 73-87.
- Long, Y.; Thill, J. C. (2015). "Combining smart card data and household travel survey to analyze jobs-housing relationships in Beijing". *Computers, Environment and Urban Systems*, 53: 19-35.
- López-Gay, A. (2014). "175 años de series demográficas en la ciudad de Barcelona. La migración como componente explicativo de la evolución de la población". *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de noviembre de 2014, Vol. XIX, nº 1098 <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-1098.htm>>[ISSN 1138-9796].
- Marmolejo, C.; Chica, E.; Masip, J. (2012) "¿Hacia un sistema de metrópolis españolas policéntricas? Evolución de la influencia de los subcentros en la distribución de la población", *ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 6 (18): 163-190.
- Marmolejo, C.; Cerda J. (2012). "La densidad-tiempo: otra perspectiva de análisis de la estructura metropolitana", *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 20 de mayo de 2012, vol. XVI, nº 402. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-402.htm>>. [ISSN: 1138-9788].
- Marmolejo, C.; Masip, J.; Aguirre, C. (2013). "Policentrismo en el sistema urbano español: un análisis para 7 áreas metropolitanas", *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales*, núm. 176: 281-301.
- Marmolejo, C.; Tornés, M. (2015). "¿Reduce el policentrismo la movilidad laboral? Un análisis para las siete grandes áreas metropolitanas en España", *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de enero de 2015, vol. XIX, nº 500. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-500.pdf>>. ISSN: 1138-9788.
- McQuoid, J.; Dijst, M. (2012). "Bringing Emotions to Time Geography: The Case of the Mobilities of Poverty", *Journal of Transport Geography*, 23: 26-34.
- Meijers, E. (2008). "Measuring Polycentricity and its Promises", *European Planning Studies*, 16 (9): 1313-1323.
- Mendizábal, E. (1996). "L'ús temporal del territori: l'Exemple dels habitants de la regió metropolitana de Barcelona", *tesis doctoral inédita, UAB*.
- Miralles, C. (2002). *Ciudad y transporte. El binomio imperfecto*. Barcelona. Ariel.
- Miralles, C.; Cebollada, A. (2009). "Movilidad cotidiana y sostenible, una interpretación desde la geografía humana", *BAGE*, 50: 193-216.
- Miralles, C.; Tulla, A. (2012). "la Región Metropolitana de Barcelona. Dinámicas territoriales recientes", *BAGE*, 58: 299-318.
- Módenes, J.A (2006). "Movilidad espacial: uso temporal del territorio y poblaciones vinculadas", ponencia presentada al X Congreso de la Población Española: Migraciones, movilidad u Territorio, Pamplona 29 de junio-1 de julio.
- Módenes, J.A (2008). "Movilidad espacial, habitantes y lugares: retos conceptuales y metodológicos para la geodemografía", *Estudios Geográficos*, 69 (264): 157-178.
- Neutens, T.; Schwanen, T.; Witlox, F. (2011). "The Prism of Everyday Life: Towards a New Research Agenda for Time Geography", *Transport Reviews*, 31 (1): 25-47.
- Nitsche P.; Widhalm, P.; Breuss, S.; Maurer, P. (2012). "A Strategy on how to utilize smartphones for automatically reconstructing trips in travel surveys?", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48 (2012):1033-1046
- Pena, J. B. (1977). *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines. Una aplicación al caso español*. Madrid, Instituto Nacional de Estadística.
- Qi, G.; Li X.; Li S.; Pan, G.; Wang, Z. (2011). "Measuring Social Functions of City Regions from Large-scale", *Taxi Behaviors*. In PerCom Workshop
- Randle, P.H. (1965). "Cambio y movimiento en el espacio geográfico". *Estudios Geográficos*, 26 (98): 21-40.
- Oliver, V.; García, E.; Solana, A.; González, R. *et al.* (2014). "Big Data and Tourism: New indicators for tourism management", *RocaSavatella & Telefónica Report*, 49 p.
- Roca, J.; Moix, M. (2005). "The Interaction Value: Its Scope and Limits as an Instrument for Delimiting Urban Systems", *Regional Studies*, 39: 359-375
- Roca, J.; Marmolejo, C.; Moix, M. (2009). "Urban Structure and Polycentrism: Towards a Redefinition of the Subcentre Concept", *Urban Studies*, 46 (13): 2841-2868.
- Roca, J.; Moix, M.; Arellano, B. (2012). "El sistema urbano en España". *Scripta Nova*, 16 (396): 1-35.

- Shaw, S. (2012). "Time geography – its past, present and future", *Journal of Transport Geography*, 23: 1-4.
- Spangenberg, T. (2014). "Development of a mobile toolkit to support research on human mobility behavior using GPS trajectories", *Inf Technol Tourism*, 14: 317-346.
- Shen, Y.; Chai, Y. (2013): "Investigating commuting flexibility with GPS data and 3D geovisualization: a case study of Beijing, China", *Journal of Transport Geography*, 32: 1-11.
- Spek, S.; Van Schaick, J.; de Bois, P.; de Haan, R. (2009). "Sensing Human Activity: GPS Tracking" *Sensors*, 9: 3033-3055.
- Sui, D. (2012). "Looking through Hägerstrand's dual vistas: towards a unifying framework for time geography", *Journal of Transport Geography*, 23: 5-16.
- Ureña, J.M; Pillet, F.; Marmolejo, Carlos (2013). "Aglomeraciones/regiones urbanas basadas en varios centros: el policentrismo", *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales*, núm. 176: 249-266.
- Yang, L. (2016). "Analysis of the temporal-spatial structure of Beijing from the point of view of social media", *tesis de máster inédita, UPC*.
- Zarzosa, P. (2009). "Estimación de la pobreza en las comunidades autónomas españolas, mediante la distancia DP2 de Pena", *Estudios de Economía Aplicada*, 27 (2): 397-416.
- Zarzosa, P. (Dir.) (2005). La calidad de vida en los municipios de la provincia de Valladolid. *Valladolid: Diputación Provincial de Valladolid*.

## Sobre los autores

### CARLOS MARMOLEJO

Arquitecto por la UNAM, máster por la UB y doctorado por la UPC. Es profesor titular del Departamento de Tecnología de la Arquitectura de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona e investigador del Centro de Política de Suelo y Valoraciones. Sus líneas de investigación se centran en el estudio de la estructura urbana y su impacto sobre la eficiencia de la urbanización; la teoría de la localización de las actividades terciarias; la valoración urbana y ambiental; el estudio del mercado inmobiliario y su impacto sobre los procesos sociales.

### JORGE CERDA

Ingeniero Civil en Geografía por la Universidad de Santiago de Chile, Magister en Desarrollo Urbano por la Pontificia Universidad Católica de Chile, y Doctor en Gestión y Valoración Urbana por la Universidad Politécnica de Cataluña. La línea de investigación y docencia se enmarca en la gestión de sistemas territoriales, aplicando técnicas cuantitativas como los modelos de localización y ordenamiento de actividades, modelos de transporte, econometría espacial, optimización y simulación de sistemas territoriales-ambientales. Los últimos desarrollos han sido en las líneas de gestión ambiental territorial (modelación integrada de actividades, transporte, y emisiones ambientales), y estudios de comportamiento espacio-temporal de los habitantes en áreas metropolitanas.