

# Policentrismo en el sistema urbano español: un análisis para siete áreas metropolitanas

Carlos MARMOLEJO DUARTE (1) & Jaume MASIP TRESSERRA (2)  
& Carlos AGUIRRE NÚÑEZ (2)

(1) Profesor Titular e investigador. (2) Doctorandos en Gestión y Valoración Urbana e investigadores en formación. Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Universidad Politécnica de Cataluña.

**RESUMEN:** El crecimiento de los sistemas urbanos, su reestructuración económica y la reducción de los costes de transporte han generado un nuevo panorama metropolitano en donde la dispersión y el policentrismo han ganado fuelle. Este artículo estudia la estructura de las siete principales áreas metropolitanas en España con el objeto de saber hasta qué punto el policentrismo es el patrón dominante en la distribución de su actividad económica y población. Para ello se detectan potenciales subcentros mediante el análisis de la densidad laboral y de los flujos laborales. Los resultados sugieren una acusada divergencia en dónde Barcelona, Valencia y Bilbao destacan como los sistemas más policéntricos, al tiempo que Madrid, Sevilla y Zaragoza son los menos policéntricos; Málaga es un caso excepcional, porque pocos subcentros concentran una importante cuota de actividad económica. Asimismo, cuanto más polinucleadas son las áreas metropolitanas, mayor es su complejidad, entendida ésta como el nivel de dependencia indirecta de cada municipio con el centro, lo que sugiere modelos más sostenibles al reducir el tiempo y el gasto energético del transporte.

**DESCRIPTORES:** Policentrismo. Áreas metropolitanas. Economía urbana.

## 1. Introducción

La Perspectiva Europea de Ordenación Territorial (*European Spatial Development Perspective*) acordada en 1999 pro-

pone, al igual que muchos instrumentos de ordenación territorial, la promoción del policentrismo como una política central. A escala continental el policentrismo es entendido como la incentivación de nuevas centralidades fuera

Recibido: 27.05.2011; Revisado: 22.01.2013  
correo electrónico: carlos.marmolejo@upc.edu; jaume.masip@upc.edu; caguirrn@gmail.com  
Los autores agradecen el soporte financiero recibido del MICINN a través del proyecto CSO 2009 7218; así como

a Josep Roca y a Montserrat Moix por permitir el uso del software de delimitación de subsistemas urbanos, y por las críticas a este trabajo. Así como a los evaluadores anónimos.

del «pentágono»<sup>1</sup>, mientras que a escala regional, la noción del policentrismo está asociada a favorecer la descentralización concentrada desde las ciudades centrales a otras emergentes vinculadas funcionalmente a las primeras. Naturalmente la escala con la que se mira la forma de organización urbana tiene relevancia, sobre todo en un mundo en el cual el espacio de los flujos de CASTELLS (1996) ha ganado hegemonía sobre el mundo del espacio de los lugares. Bajo esta perspectiva, las grandes urbes globales tienen interacciones económicas (manifiestas fundamentalmente en flujos de información y materia) más potentes entre ellas que no con su *hinterland* como tradicionalmente había ocurrido bajo la perspectiva christaleriana. De esta manera el análisis global invita a pensar en el modelo que ha sido llamado de archipiélago. Sin embargo, a una escala metropolitana la interacción entre el mercado de trabajo y el residencial continúan teniendo suficiente consistencia espacial para establecer fronteras al área de influencia de los centros y subcentros metropolitanos, y en esa medida permite analizar su estructura. Así pues, el concepto de policentrismo según la literatura especializada demuestra tener una dependencia de escala geográfica significativa: policentrismo a una determinada escala geográfica puede considerarse monocentrismo en otra.

El objetivo del presente artículo no es el estudio del policentrismo a escala planetaria o europea, sino más bien a escala intrametropolitana dentro del contexto español. En este sentido a escala intrametropolitana tal y como se ha mencionado se relaciona con los cambios acaecidos en las áreas metropolitanas caracterizados por la dispersión y la descentralización concentrada del empleo y la población (DEMATTEIS, 1998) que han incentivado la creación de una línea de investigación multidisciplinar basada en el estudio del policentrismo. El tema reviste de un gran interés por cuanto un sistema perfectamente policéntrico podría ofrecer dos de las principales ventajas de los sistemas urbanos: la presencia de economías de aglomeración, que se capitalizan en rendimientos crecientes para las empresas, y la reducción de los costes de transporte (el tiempo incluido) que redundaría en una reducción de los salarios y la renta del suelo (MCMILLEN & SMITH, 2003; MCMILLEN, 2003a; MCDONALD, 2009). Además, dicho modelo urbano conllevaría beneficios sociales y ambientales derivados de una mejora en la planificación del transpor-

te (MCMILLEN, 2001b) y una optimización de la movilidad (Gordon & *al.*, 1986) en el caso de que la red estuviese diseñada para conectar los subcentros entre sí y con su *hinterland* (MCMILLEN, *op. cit.*). Así, desde una perspectiva teórica, los sistemas policéntricos ofrecen los beneficios de las ciudades medianas y grandes al combinar las ventajas de las ciudades tradicionales centralizadas con una configuración espacial descentralizada (MCMILLEN, 2003a).

En España existe un número creciente de estudios que han mensurado el policentrismo en diferentes áreas metropolitanas (AAMM), sin embargo, pocos han utilizado una misma metodología.

El objetivo de este artículo es, a partir de una misma aproximación metodológica y con una misma fuente de información, analizar:

1. Hasta qué punto la localización de la actividad económica y la población de las principales AAMM españolas responde a un patrón policéntrico.
2. Cuan compleja resulta su estructura en términos de dependencia de los municipios con la ciudad central.

El resto del artículo se estructura así:

1. Primero se presenta de manera muy breve la teoría subyacente en la formación de sistemas policéntricos a escala metropolitana.
2. A continuación se discuten los métodos utilizados en la literatura para detectar límites y subcentros metropolitanos.
3. Enseguida se presentan los ámbitos estudiados, los métodos utilizados y las fuentes de información.
4. Luego se presentan los resultados que permiten caracterizar la estructura de las AAMM y su nivel de complejidad territorial.
5. En las conclusiones los resultados son puestos en perspectiva.

## 2. Procesos que derivan en sistemas urbanos policéntricos

El modelo estándar de la economía urbana (MSEU) tal y como fue acuñado por ALONSO (1964) y MILLS (1967) con raíces en el trabajo pionero decimonónico de Thünen y Launhardt

<sup>1</sup> Definido en sus vértices por las metrópolis de Londres, París, Milán, Múnich y Hamburgo.

es el ápice teórico detrás de la formación de la densidad urbana. Dicho modelo, originalmente concebido para un sistema monocéntrico, explica que para alcanzar el equilibrio locacional los hogares puján por el suelo en función de los gastos ahorrados en el transporte. De tal suerte que cuanto más cercana al centro de empleo es la localización del lugar de residencia de la población empleada mayor es la renta transferida al suelo (que se capitaliza en precios altos), de esta manera emerge una pendiente de precio del suelo. Es precisamente la existencia de dicha gradiente de precios lo que subyace detrás de la formación de la función de densidad en el escenario de un mercado competitivo. Así, los promotores tenderán a construir en altura en el centro, ya que si bien el coste unitario de construcción incrementa, dicho sobrecoste se ve compensado con creces por la reducción del consumo del suelo más caro de la urbe.

Así en el sistema monocéntrico la mayor parte del empleo (y los servicios) se concentran en el centro que es denso, al tiempo que la periferia concentra vivienda de baja densidad en tanto que el precio del suelo decrece a medida que incrementa la distancia al distrito de negocios central (CBD).

Si el modelo de la ciudad monocéntrica se reformula por tal de introducir la existencia no sólo de economías de aglomeración (por ejemplo, de escala, localización y urbanización) que mantiene la actividad económica concentrada, sino también de economías de desaglomeración (por ejemplo, costes externos de congestión) que inducen procesos de descentralización (HENDERSON & *al.*, 2000), es posible obtener un sistema policéntrico (WHITE, 1976). Descentralización refrendada por el abatimiento de los costes de movilidad y la ubicuidad de los sistemas de transporte (GORDON & RICHARDSON, 1996). De esta manera el policentrismo puede emerger como resultado de un proceso de descentralización concentrada desde el CBD.

Otro proceso que deriva en policentrismo es la integración funcional de núcleos originalmente independientes. Esta segunda línea está afiliada con la Teoría del Lugar Central basada en la disposición a viajar por consumir bienes y servicios distribuidos de manera central (CHRISTALLER, 1933). Según esta teoría, si el coste de transporte (incluido el tiempo) se reduce la expansión de las áreas de mercado de trabajo permite integrar como subcentros a los centros originalmente independientes (CHAMPION, 2001). De esta forma

los centros primigenios pasan a formar parte del nuevo sistema metropolitano como nodos, al tiempo que ejercen influencias sobre el territorio que los rodea, consolidando un sistema metropolitano complejo, en definitiva una ciudad de ciudades (NEL-LO, 2001).

Con independencia de que las estructuras policéntricas sean el resultado de un proceso de descentralización o de integración la línea argumental de la economía urbana es que tanto la renta del suelo como las gradientes de densidad son conjuntamente influenciadas por la proximidad al CBD y a los subcentros. Los subcentros, por tanto, replican a escala local, la influencia que ejerce el CBD en la escala metropolitana. Es la confluencia entre economías de aglomeración, desaglomeración y coste de transporte lo que permite explicar la existencia de ciudades complejas (ROCA & MARMOLEJO, 2006).

### 3. Métodos para identificar límites y subcentros metropolitanos

La caracterización de las estructuras metropolitanas conlleva, al menos, dos pasos, en primera instancia la detección de los bordes y enseguida los elementos que ejercen un papel estructurador, es decir, el centro y los subcentros.

#### 3.1. Métodos para la delimitación de los sistemas metropolitanos

Si bien no es el objetivo de este artículo abordar en profundidad los métodos para detectar límites urbanos, la propia naturaleza comparativa del estudio obliga a utilizar un mismo criterio de delimitación, y en ese sentido, realizar un breve repaso de los métodos existentes. Además de las delimitaciones de carácter administrativo, que resultan de utilidad en la gestión urbana, existen dos familias claramente diferenciadas de delimitación urbana (ESPON, 2006). La primera que podemos llamar «física» (por ejemplo, morfológica) se basa en la continuidad de los tejidos urbanos (por ejemplo, el trabajo de NUREC, 1994, que retomó el criterio de los 200 m de las Naciones Unidas) o la existencia de unidades geográficas continuas que superan ciertos umbrales de densidad de actividades «urbanas» (por ejemplo, servicios centrales, industria, etc.) o que en conjunto alcanzan ciertas masas críticas (SERRA & *al.*, 2002); y una segunda familia basada en relaciones funcionales.

Por razones que resultan evidentes esta segunda familia es la dominante ya que permite detectar sistemas con independencia de la continuidad física de su urbanización, y por tanto resulta adecuada ante el paradigma emergente de la ciudad difusa y las ciudades-red (INDOVINA, 1990; CASTELLS, 1996; CASTAÑER, 1994; ROCA, 2004).

«La movilidad, por tanto, es vista desde esta perspectiva como significativa de la esencia de lo urbano, de la interacción del mercado laboral y residencial.»

En Estados Unidos los flujos residencia-trabajo han sido utilizados profusamente desde 1959 para detectar AAMM (OMB, 2000) con fines estadísticos (SMSA); al igual que en otros países como Francia, Italia, Reino Unido o Canadá (JULIEN, 2000; MARTINOTTI, 1991; MURPHY, 2003) o de forma transversal en la UE (CHESIRE & GORNOSTAEVA, 2003; HALL & PAIN, 2006; ESPON, 2006; URBAN AUDIT, 2008).

En España, al margen de las aproximaciones morfológicas, CASTAÑER (1994) delimitó «áreas de cohesión» siguiendo criterios funcionales parecidos a los de las SMSA. Asimismo el trabajo pionero de CLUSA & RODRÍGUEZ-BACHILLER (1995) importó por vez primera los británicos mercados locales de trabajo, dicha empresa fue continuada por CASADO (2001) en la Comunidad Valenciana; si bien la filosofía de dicha delimitación difiere diametralmente de los objetivos perseguidos en la delimitación metropolitana, su común denominador es la consideración de las interacciones espaciales.

Como es del dominio común, el Censo español del 2001 permitió por vez primera conocer la movilidad obligada entre todos los municipios del estado. A partir de estos datos, y adaptando la metodología de la Oficina del Censo Norteamericano usada en Nueva Ingle-

terra en 1991, ROCA & *al.* (2005) delimitaron las 7 principales metrópolis españolas; FERIA (2008; 2010a) también ha delimitado con dicha información los sistemas metropolitanos españoles utilizando su propio algoritmo<sup>2</sup> basado en la movilidad residencia-trabajo, entendida según FERIA & ALBERTOS (2010) como causa y efecto de la expansión de la ciudad.

La metodología usada por ROCA & *al.* (2005), que ya había sido presentada en CLUSA & ROCA (1997), consiste en:

1. Detectar como centros urbanos aquellos municipios con una población superior a 50.000 personas.
2. Adscribir al núcleo central anterior aquellos municipios que envían ahí el 15% de su POR.
3. Repetir 3 veces más el proceso indicado en 2 y 4, tras la cuarta iteración eliminar aquellos municipios que no guardan continuidad con el AM.

Con dicho criterio es posible encontrar áreas metropolitanas primarias (con un núcleo central) y áreas metropolitanas consolidadas (en donde la coexistencia de más de un núcleo es posible). BOIX & VENERI (2009) han replicado esta misma metodología en todo el territorio español e italiano, con una pequeña modificación<sup>3</sup> por tal de adaptarla a realidades policéntricas, para encontrar lo que han llamado «áreas metropolitanas dinámicas». Hasta donde sabemos, estas han sido las aproximaciones transversales<sup>4</sup> a todo el territorio español basadas en métodos funcionales.

Empero, el principal problema de la metodología anterior reside en el propio umbral del 15% de la POR que, como se ha explicitado, es el que se había usado en Estados Unidos hasta el Censo de 2000 así como en otras aproximaciones como las *Standard Metropolitan Labour*

<sup>2</sup> Consiste en identificar un centro con una población de al menos 100.000 personas (aunque el autor, en una segunda instancia, considera como tales aquellos que articulan un entorno metropolitano de al menos 50.000 personas, siempre y cuando su población se situó entre 50.000 y 100.000 habitantes). Una vez identificados dichos centros el proceso adscribe a los municipios circunvecinos que envían al menos 100 trabajadores al centro y que establecen con éste segundo su máximo flujo residencia-trabajo. Si el flujo es inferior a 1.000 trabajadores los municipios para ser adscritos deben enviar al menos 20% de su población ocupada residente; si el flujo es superior a 1.000 personas entonces el umbral antes mencionado se establece en un 15%. Un municipio circunvecino también puede ser adscrito al centro cuando el centro le envía flujos en las condiciones de importancia absoluta y relativa antes descritas. Es decir, un municipio es adscrito al centro si una parte importante en términos de masa crítica e im-

portancia relativa de su población labora en él, o si por el contrario, el centro le remite trabajadores en los mismos términos. En total el proceso utiliza dos interacciones, a partir de la primera adscripción, para delimitar el sistema metropolitano. Al final aquellos municipios sin contacto territorial con el área metropolitana son eliminados.

<sup>3</sup> Dicha modificación ha consistido en adscribir como subcentros subordinados a los municipios centrales aquellos municipios que, cumpliendo la condición de los 50.000 habitantes, envían más del 15% de su POR al municipio central. Y en aquellos casos en los cuales existe una relación recíproca del 15% entre dos municipios de más de 50.000 habitantes fundirlos en uno sólo.

<sup>4</sup> A escala regional cabe citar los trabajos también basados en criterios funcionales de TRULLÉN & BOIX (2000) y BOIX & GALLETTO (2004) para Cataluña; y SALVADOR & *al.* (1997) para Barcelona; FERIA & SUSINO (2005) en Andalucía; y RUBERT (2005) en Castellón.

*Market Areas* británicas (CASTAÑER, 1994). En este sentido, puede ocurrir que aquellas zonas ubicadas en las periferias metropolitanas sean adscritas al sistema metropolitano con gran facilidad. Como ocurre en el trabajo de ROCA & al. (2005) con Madrid o Zaragoza. Por esta razón autores como FERIA (2010) han impuesto umbrales mínimos de flujos absolutos. Otros, como MARMOLEJO & al. (2010a), con el objeto de salvar este escollo sin necesidad de introducir umbrales absolutos, han modificado el método usado por ROCA & al. (2005) colocando umbrales de porcentaje de la POR *ad hoc* para cada una de las siete metrópolis analizadas. El procedimiento usado por dichos autores es bastante simple: mediante gráficos de sedimentación han detectado a partir de qué umbral de porcentaje de POR el incremento de suelo artificializado, población y actividad económica se vuelve marginal. Esta adaptación presenta, sin embargo, dos problemas fundamentales:

1. En un modelo policéntrico es posible que el *hinterland* de los subcentros periféricos (por ejemplo, *edge cities*) no sean incorporados al ámbito metropolitano, lo que representa un problema, ya que como se comentará más adelante, una de las formas de validar la existencia de subcentros es probar la influencia que éstos ejercen sobre sus periferias, de tal suerte que si dichas periferias no son incorporadas resulta imposible realizar tal comprobación.
2. Debido a que sólo los flujos en dirección periferia-centro son considerados existe la posibilidad de que aquellas zonas periféricas especializadas en actividad económica (por ejemplo, polígonos industriales) con poca población (sobre todo si está muy autocontenida<sup>5</sup>) no sean incorporadas en el AM.

A pesar de los problemas anteriores, en este artículo no se ha renunciado a utilizar un método de delimitación funcional, puesto que como indican BOIX & VENERI (2009: 6)

«Si el objetivo del análisis [de delimitación metropolitana] es el estudio del policentrismo urbano o, en general, de la estructura espacial, la aproximación funcional parece ser la más adecuada».

Sino por el contrario se ha buscado un método que:

1. No esté basado en umbrales de movilidad ni relativos ni absolutos.
2. Sea capaz de detectar la sutil conformación de áreas de influencia de los subcentros periféricos.
3. Y sobre todo, considere bidireccionalmente la movilidad tal como ocurre en la realidad de los sistemas metropolitanos complejos y maduros (CASTAÑER, 1994).

Dicho método es el presentado por ROCA & al. (2009) para el AM de Barcelona y reproducido por ROCA & al. (2011) en su estudio comparativo de las AM de Madrid y Barcelona. Este método está basado en el valor de interacción (VI) utilizado por ROCA & MOIX (2005), siguiendo el trabajo de COOMBES & OPENSHAW (1982). El VI entre dos municipios *i* y *j* es definido así:

$$VI_{ij} = \frac{F_{ij}^2}{POR_i LTL_j} + \frac{F_{ji}^2}{POR_j LTL_i} \quad (1)$$

En donde  $F_{ij}$  y  $F_{ji}$  son los flujos recíprocos entre los municipios *i* y *j*; POR es la población ocupada residente y LTL son los puestos o lugares de trabajo localizado. Al estar en el denominador las masas de lugares de trabajo y población ocupada residente el flujo que relaciona a dos municipios se relativiza, al tiempo que las relaciones bidireccionales se consideran dada la naturaleza transitiva del indicador. A partir del VI es posible encontrar no sólo las fronteras espaciales de las áreas metropolitanas (ROCA & MOIX, 2005), sino al mismo tiempo subcentros (ROCA & al., 2009) en un procedimiento «de abajo hacia arriba» que consiste en:

- Agregar los municipios en función a su máximo VI. Lo anterior determina, por regla general, la unión a los municipios con mayor número de LTL de los municipios más vinculados.
- Conformar esas agrupaciones en «protosistemas». El proceso de agregación anterior culmina cuando se logra un sistema cerrado. Así, por ejemplo, si A, B y C tienen una máxima relación con D, conformarán un protosistema, tan sólo, si D tiene su máxima relación con A o B o C. En cambio si D tiene su máxima relación con E, «gravitan» todos ellos hacia E, completando el protosistema si E tiene la máxima relación con alguno de los municipios a él agregados (sea D, o cualquier otro).
- Los protosistemas sólo se consolidan si son físicamente continuos. En caso contrario se

<sup>5</sup> La autocontención es la proporción de la POR que se queda a trabajar en el propio municipio de residencia y que se constituye en *resident workers*.

- corrigen las discontinuidades, forzando a los distintos municipios a integrarse en el protosistema con el que guardan un mayor VI.
- La consolidación requiere, para el caso que nos ocupa, un grado de autocontención mínimo del 50%. En caso de que un protosistema no alcance ese grado de autonomía es agregado con el protosistema con el que mantiene un máximo VI, y así de forma iterativa hasta que el protosistema resultante garantice dicha condición de autocontención. En este caso se consolida como un «subsistema metropolitano». En donde el municipio con mayor densidad y masa, es asimismo, el que estructura su sistema, y por tanto, el candidato a subcentro.

Si los subsistemas metropolitanos se unen iterativamente entre sí, en el cual cada iteración representa la unión de los dos sistemas con mayor VI, es posible encontrar áreas metropolitanas. En dicho proceso en primera instancia los subsistemas más centrales y más importantes y/o maduros caen en el campo de gravitación del centro, luego los más periféricos y/o más emergentes o de reciente incorporación. Cuando estos últimos subsistemas caen al campo gravitatorio del subsistema central suelen haber incorporado a otros aún más periféricos y menos vinculados con éste. En esta investigación el proceso de iteración a partir de los datos del Censo del 2001, que se ha hecho a escala de toda España a la vez, se ha detenido en un VI de 1/1.000, excepto en el caso de Madrid en el cual se ha detenido en un VI de 0,99/1.000 y Sevilla en dónde se ha parado en un VI de 0,8/1.000<sup>6</sup>.

### 3.2. Métodos para la detección de subcentros

Una vez delimitado el entorno metropolitano prosigue detectar su naturaleza a través de la identificación de los elementos que lo dotan de estructura (por ejemplo, centro y subcentros). En la literatura la mayor parte de las metodologías para la detección de subcentros se han basado en el estudio alternativo de:

- a) La densidad de empleo (controlando o no la distancia al CBD).

<sup>6</sup> Para determinar el umbral de corte se estudia el proceso de conformación de cada AM, así el valor utilizado en cada caso responde al límite en el cual el tiempo de espera, en número de iteraciones, para integrar marginalmente a un subsistema al AM se alarga considerablemente; es decir, es el límite por encima del cual los subsistemas metropolitanos más interrelacionados se unen entre sí y con el sistema

- b) Analizar la influencia de un sitio en la estructuración de los flujos residencia-trabajo.

Dichos métodos son analizados con detalle en MARMOLEJO & CERDA (2012), así como en el artículo introductorio de este número especial. De tal manera que aquí sólo nos detendremos a comentar algunos de los aspectos relevantes.

#### Sobre los métodos basados en el análisis de la densidad

McMILLEN (2003b) ha destacado la utilidad de los métodos basados en umbrales (más de cierta densidad de empleo y más de cierta masa crítica de empleo), ya que permiten realizar análisis diacrónicos de la evolución de las AAMM. Sin embargo, requieren una importante dosis de «conocimiento local» por tal de establecer con suficiente juicio los umbrales de densidad y masa, lo cual puede convertirse en un inconveniente en los análisis comparativos que involucran a diferentes «expertos locales». El trabajo de GARCÍA-LÓPEZ (2007) da un paso adelante al establecer umbrales relativos, fijando una densidad superior a la media y una masa igual o superior a 1/100 de la del AM. Sin embargo, este criterio, en la forma en cómo ha sido operacionalizado por él, presenta dos problemas:

1. Cuanto mayor es el número de unidades espaciales en el sistema metropolitano tanto mayor es la dificultad de alcanzar el criterio de masa.
2. Cuanto más homogénea es la distribución espacial de la densidad tanto mayor es la facilidad de alcanzar el criterio de densidad.

Aunque la verdadera deficiencia de éste y de todos los métodos basados en umbrales es la tendencia a priorizar como subcentros las áreas centrales o las muy próximas al centro, lo cual deriva de su negación de lo que es elemental en la economía urbana (por ejemplo, la densidad global está determinada por la proximidad al CBD).

Los métodos econométricos han dado representado un avance significativo, en términos

central. Por ejemplo, en el AM de Barcelona, de media cada subsistema tarda 50 iteraciones en gravitar (directa o indirectamente) hacia el subsistema central; sin embargo, tras el VI 1/1.000 sería necesario esperar 364 iteraciones para que el subsistema de Manresa formase parte del AM de Barcelona; subsistema que el «conocimiento local» ubica claramente fuera de su ámbito metropolitano.

conceptuales, al controlar la influencia que ejerce el CBD sobre la distribución metropolitana de la densidad, reconciliándose con la pieza central de la teoría que subyace en la formación de dichas densidades. En concreto la forma funcional que ha sido extensamente usada es la exponencial negativa, que al linealizarla, a efectos de calibrarla por MCO, tiene la siguiente expresión:

$$\ln D_i = k + B \times D_{CBD-i} \quad (2)$$

En dónde  $D$  es la densidad de empleo de la zona  $i$ ,  $k$  es una constante que se asume representa la densidad en el CBD,  $D$  es la distancia entre  $i$  y el CBD, y  $B$  es la gradiente con la que se reduce la densidad global a medida que incrementa la distancia al centro. Los residuos significativos indican la presencia de candidatos a subcentros. Así, los dichos candidatos serían aquellas piezas del territorio metropolitano cuya densidad está explicada no sólo de forma exógena (por ejemplo, en función de cuán alejados están del CBD), sino sobre todo, de forma endógena es decir a través de los procesos locales cuyas externalidades irradiadas «acaban»<sup>7</sup> capitalizándose en mayores densidades urbanas que inciden sobre sí mismos, y sobre el territorio que les rodea. Por esta segunda razón, autores como MCMILLEN (2001a) han propuesto una forma de validar a los candidatos a subcentro a través de la verificación de la influencia (en términos de densidad) que éstos ejercen sobre sus vecinos.

En la literatura se ha probado una ingente cantidad de expresiones funcionales<sup>8</sup> (cuya exposición no tiene cabida en este artículo), pero sólo ésta parece guardar correlato teórico con la teoría de la renta ofertada (MILLS & HAMILTON, 1984) y que se adapta razonablemente bien a las ciudades en donde la asignación densidades y usos del suelo responde a las lógicas de una economía de libre mercado (BERTAUD & MALPEZZI, 2003). Los modelos no paramétricos, como los GWR, constituyen las aproximaciones más acabadas de esta familia.

### Sobre los métodos basados en el análisis de las relaciones funcionales

La segunda familia de métodos entiende que los subcentros no sólo son zonas anormalmente densas, sino también son nodos a partir

de los cuales se estructuran las relaciones funcionales entre ellos, con el CBD y con el resto del sistema. Por tanto se fundamenta en una filosofía más cercana a la del funcionamiento de los sistemas urbanos en red. Si bien el análisis de las relaciones funcionales se ha usado intensamente en la delimitación de áreas de trabajo o áreas metropolitanas como se ha detallado en la sección 2.1, existen algunos trabajos que han aplicado estos criterios en la detección de subcentros, tales como BOURNE (1989), GORDON & *al.* (1989) y GORDON & RICHARDSON (1996). GORDON & *al.* (1989, 1996) detectan subcentros a partir de considerar la densidad de viajes (de todo tipo) atraídos. Cuanto mayor es dicha densidad, a igualdad de número de empleos, mayor es la capacidad de las concentraciones de empleo para estructurar el territorio desde una perspectiva multidimensional. De tal suerte que es posible diferenciar la importancia de los subcentros no sólo por su masa, sino sobre todo, por su capacidad de estructurar flujos multipropósito en función de la estructura sectorial de su actividad económica.

Otros autores como EMANUEL & DEMATTEIS (1990), CAMAGNI (1994), o TRULLÉN & BOIX (2000) han utilizado criterios funcionales para caracterizar a los subcentros (por ejemplo, detectar las relaciones de complementariedad, sinergia y jerárquicas) en el paradigma de las ciudades-red. CAMAGNI (1994) y TRULLÉN & BOIX (2000) entienden que las relaciones de sinergia se gestan entre subcentros equipotenciales en dónde los flujos de movilidad recíprocos son superiores a los que predice un modelo gravitatorio doblemente constreñido en dónde las masas son los LTL y la POR y las distancias se miden en tiempo de viaje. En este sentido los modelos gravitatorios constreñidos en origen permiten detectar los destinos (centralidades) que atraen más flujos que los predichos.

Sin embargo, la aplicación más explícita de los análisis de flujos para la identificación de subcentros es la realizada por ROCA & *al.* (2005, 2009 y 2011), mediante el procedimiento que se ha detallado en la sección 2.1 anterior.

Como se ve las aproximaciones metodológicas en la literatura se han polarizado entre aquellas basadas en el análisis de la densidad únicamente, y estas basadas exclusivamente en la movilidad,

<sup>7</sup> Evidentemente el salto entre el modelo y el mundo real es acrobático, puesto que la ciudad es fundamentalmente capital fijado, lo que representa, junto a las rigideces impuestas por el planeamiento urbanístico, una inercia enor-

me de los tejidos edificados para adaptarse a las densidades idóneas según el MSEU.

<sup>8</sup> Ver por ejemplo, McDONALD & PRATHER (1994) o RUIZ & MARMOLEJO (2008).

«negando el hecho que densidad y movilidad son dos caras de una misma moneda; y que su interacción aporta nuevos elementos en el análisis de las estructuras territoriales».

En este sentido en el trabajo de PILLET & *al.* (2010) se analiza el policentrismo en regiones escasamente urbanizadas y se desarrolla una metodología «integrada» (masa crítica y flujos) para identificar centros y subcentros en Castilla-La Mancha. También el trabajo de Marmolejo, AGUIRRE & ROCA (2010b) profundiza en una aproximación metodológica integrada donde los análisis de la densidad y de la movilidad son considerados. En dicho trabajo se intenta «deconstruir» el concepto de densidad laboral por tal de resaltar que dentro de él existen elementos básicos de la movilidad. Es decir, los LTL, que yacen en el numerador de la densidad, no son más que la suma de los trabajadores que residen y trabajan en una misma zona (*resident workers* o RW) y los flujos que se atraen de otras zonas (flujos de entrada o FE); de tal suerte es posible identificar concentraciones de empleo de diferente naturaleza:

1. Municipios cuya densidad laboral proviene fundamentalmente de los FE. Los cuales están especializados en actividad económica y tienen poca población (por ejemplo, grandes parques industriales), o aquellos en los que el perfil profesional de la POR no coincide con el de los LTL.
2. Municipios cuya densidad proviene fundamentalmente de los RW. Los cuales tienen pocas o nulas relaciones funcionales con su entorno, en tanto son autónomos en términos de su mercado de trabajo (por ejemplo, en cuyo extremo se sitúan los actuales cuarteles militares).
3. Municipios cuya densidad es producida por una combinación de FE y RW, al tiempo que los flujos de salida (FS) son bajos. Dichos municipios son: a) suficientemente atractivos en términos residenciales y por tanto tienen población; b) suficientemente atractivos para retener parte de su POR, y c) diversos en términos laborales para atraer flujos de otros municipios (emplear trabajadores con perfiles complementarios a los de su POR).
4. En aquellos municipios los rasgos del tercer tipo, según los autores, están más próximos de lo que se podría considerar un «subcentro metropolitano» en el paradigma de las metrópolis mediterráneas.

De esta manera a través de la integración de los tres elementos fundamentales de la densidad laboral: FE, RW y FS, y usando el indicador sintético DP2 (propuesto por PENA, 1977), crean lo que llaman «densidad compuesta», que es capaz, mediante el uso de modelos econométricos convencionales, de priorizar como candidatos a «subcentros metropolitanos» a aquellos municipios cercanos al paradigma discutido, al tiempo que se reduce el número de ciudades dormitorio y polígonos industriales priorizados por los mismos modelos calibrados con la densidad laboral clásica.

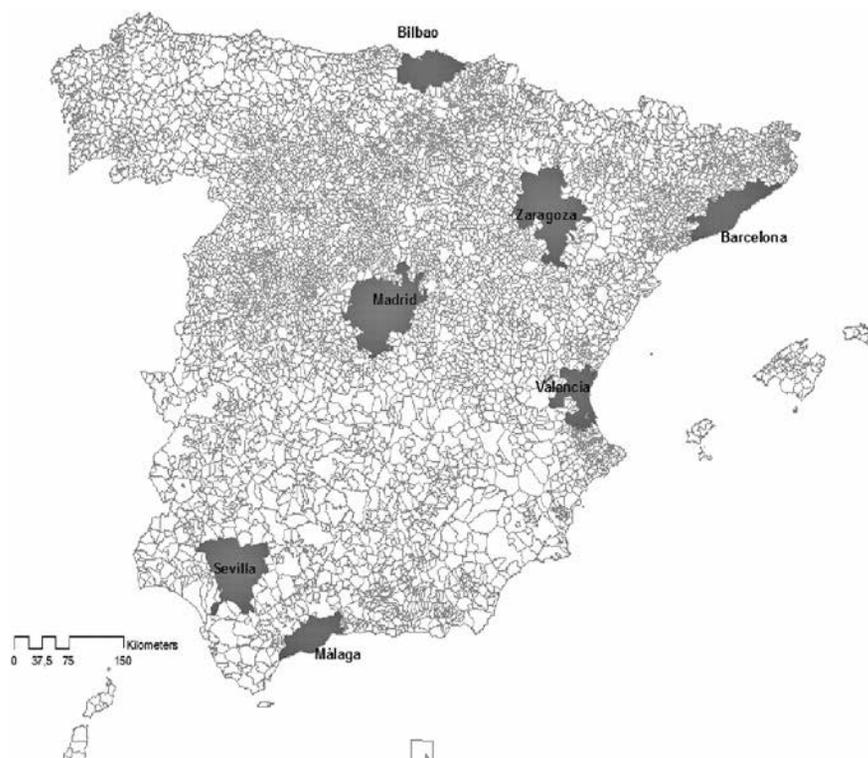
#### 4. Áreas estudiadas, métodos y fuentes de información

Las siete AAMM estudiadas son: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Bilbao, Málaga y Zaragoza. Se trata, por tanto, de los sistemas urbanos españoles con más entidad por lo que a población y empleo se refiere<sup>9</sup>. Siguiendo el criterio de delimitación explicitado en 2.1 Madrid y Barcelona resultan muy similares en cuanto al número de municipios, si bien la primera supera a la segunda en superficie artificializada, empleo y población; muy por detrás se sitúa Valencia que con 104 municipios aúna una población de 1,8 M de personas; le siguen Sevilla y Bilbao con 1,4 M y 1,2 M de personas respectivamente y finalmente Málaga y Zaragoza con casi 1 M y 0,7 M de personas cada una, como se detalla en la Fig. 1.

La información utilizada proviene fundamentalmente de tres fuentes, la primera relacionada con el Censo de Población del año 2001, la segunda las distancias por carretera calculadas a través de Transcad utilizando el grafo de Teleatlas 2001; y del Corine Land Cover del año 2000. En relación a esta última fuente se deben hacer las siguientes precisiones:

- a) El área artificializada se refiere al tejido urbano continuo (11100), al abierto (11210), al extenso (11220), a las áreas industriales (12110), a las comerciales y de servicio (12120), las portuarias (12300 y 12400), las áreas verdes (14100), campos de golf (14210) y otras instalaciones deportivas (14220).

<sup>9</sup> FERIA (2010a) sugiere que Oviedo-Gijón-Avilés se sitúa por encima de Málaga y Las Palmas de Gran Canarias de Zaragoza.



Municipios	Suelo artificializado (km <sup>2</sup> )		LTL	Población	Densidad global (LTL + POB/km <sup>2</sup> )
	a	b	c	= (b + c)/a	
Madrid	183	860	2.446.400	5.542.843	9.291
Barcelona	184	745	1.903.867	4.530.164	8.636
Valencia	104	308	686.247	1.792.375	8.046
Sevilla	52	237	447.849	1.381.531	7.719
Bilbao	123	112	445.666	1.231.367	15.024
Málaga	32	194	366.525	994.984	7.032
Zaragoza	88	127	301.860	724.335	8.066

FIG. 1/ Ámbitos metropolitanos estudiados y sus principales magnitudes

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Corine Land Cover 2000 y del Censo de Población 2001.

- b) En el caso de los aeropuertos se han eliminado las superficies relacionadas con las pistas de aterrizaje y zonas de protección por entender que el empleo localizado emana fundamentalmente de los edificios de terminal y de servicios.
- c) En el caso de las zonas en construcción se han revisado individualmente con la ayuda de imágenes aéreas por tal de descartar aquellas relacionadas con las infraestructuras viarias y ferroviarias por las razones argüidas anteriormente.

En cuanto a los métodos de detección de subcentros ensayados se han utilizados métodos afiliados a las dos familias existentes en la literatura revisada en el punto 2.2. Así, en la rama del análisis de la densidad se ha utilizado una aproximación paramétrica utilizando el modelo explicitado en (2) para detectar los municipios cuyos residuos positivos son superiores a 1 desviación estándar de la media, para ello se ha utilizado la densidad de empleo «clásica» (LTL/sup) y la «compuesta» sugerida por MARMOLEJO & al. (op. cit.). En la vertiente de méto-

dos de umbrales se ha utilizado la variante ofrecida por GARCÍA-LÓPEZ (op. cit.), modificada de la siguiente manera: en vez de utilizar un umbral de masa del 1% de los LTL usado por dicho autor para Región Metropolitana de Barcelona (que tiene 164 municipios), se ha utilizado un porcentaje proporcional en función del número de municipios. Así, para la propia Área Metropolitana de Barcelona estudiada aquí, con 184 municipios le corresponde un umbral de masa del 0,9%. De esta manera se intenta solucionar el problema que plantea el método original: *ceteris paribus* en sistemas con pocos municipios alcanzar el umbral del 1% es muy fácil, al tiempo que es todo lo contrario en sistemas con muchos municipios. En la rama del análisis de la movilidad se ha utilizado el procedimiento acuñado por ROCA & al. (2009 y 2011) para la detección de subcentros-delimitación metropolitana detallado en la sección 2.1.

Por otra parte el «continuo económico central» (CEC) se ha definido como el conjunto de municipios integrados funcionalmente (por vía del VI explicitado en 2.2) al municipio central, y además con una densidad de LTL superior a 700 LTL/km<sup>2</sup>, criterio este último retomado de la metodología de GEMACA<sup>10</sup> y del proyecto Polynet. Es importante señalar que en los siete sistemas urbanos todos los CEC están formados por municipios conurbados, entendiendo como tales aquellos municipios cuyos tejidos urbanizados se encuentran a menos de 200 m de separación<sup>11</sup>.

## 5. La estructura metropolitana de los siete principales sistemas urbanos españoles

Los resultados de aplicar los modelos paramétricos están contenidos en la FIG 2. En dicha figura se detallan los principales indicadores de los modelos basados en la densidad «clásica» y la «compuesta», para cada modelo y área metropolitana se reporta su ajuste (mediante el coeficiente de determinación), el valor del coeficiente B que afecta a la distancia al CBD<sup>12</sup>, así como si los modelos en general son significativos al 95% de confianza. Como se ve la aproximación paramétrica, con ambas densidades, fracasa en 4 de las 7 áreas metropolitanas, así la información de Sevilla, Bilbao, Zaragoza y Málaga no confirma, *bajo la expresión funcional usada*, que la densidad de empleos se reduzca<sup>13</sup>, de una manera estadísticamente significativa, monotonamente a medida que incrementa la distancia a sus CBD, asumiendo como tales, los municipios centrales. Si la atención se centra únicamente en los casos en los cuales los modelos han resultado significativos, y en concreto en Madrid y Barcelona (que son similares por lo que a su población y cantidad de empleo se refiere), es posible ver que, a pesar de las grandes diferencias en la matriz territorial de ambas metrópolis, la simple distancia al CBD es capaz de explicar el 29% y el 36% respectivamente de la distribución espacial de la densi-

<sup>10</sup> En GEMACA la aglomeración económica central es el conjunto de municipios contiguos que, además de tener la densidad de actividad económica mencionada, tienen en conjunto una masa de 20.000 LTL.

<sup>11</sup> De las AM analizadas, las de Madrid, Barcelona, Bilbao y Valencia son las que su CEC está conformado por más de un municipio. En el AM de Madrid su CEC está conformado por 7 municipios (Alcobendas, Alcorcón, Coslada, Leganés, Madrid y Móstoles). Para el AM de Barcelona son 12 municipios (Badalona, Barcelona, Cornellà de Llobregat, Esplugues de Llobregat, L'Hospitalet de Llobregat, Montgat, el Prat de Llobregat, Sant Adrià de Besòs, Sant Feliu de Llobregat, Sant Joan Despí, Sant Just Desvern y Santa Coloma de Gramenet). En el AM de Bilbao los municipios que pertenecen en el CEC son 9 (Barakaldo, Basauri, Bilbao, Etxebarri Anteglesia de San Esteban, Getxo, Leioa, Portugalete, Santurtzi, Sestao). Finalmente en el AM de Valencia su CEC está definido por 4 municipios (Alboraya, Burjassot, Mislata y Valencia).

<sup>12</sup> En las regresiones como CBD se ha tomado el municipio central. Además, se ha considerado una distancia media del propio municipio central al CBD en función de su superficie urbanizada. También se ensayó introducir como una sola unidad todos los municipios que conforman el continuo económico central, según se ha explicado en la sección 3, sin embargo, la eficiencia del modelo y a los subcentros detectados no difieren significativamente de los mostrados aquí.

<sup>13</sup> En Bilbao el coeficiente de la distancia al CBD tiene el signo contrario al esperado, es decir, que de ser estadísticamente significativo, indicaría un comportamiento contrario a la teoría subyacente en la formación de la renta y densidad de uso del suelo. Probablemente el Corine Land Cover infravalora el suelo ocupado en los pequeños poblados vascos dado su peculiar modelo de urbanización; y a pesar de haber eliminado los municipios en donde la infravaloración es más relevante el problema persista en los remanentes. Otra posible explicación sería una estructura perfectamente policéntrica en donde la influencia del municipio de Bilbao sobre su AM quedase eclipsada por la presencia de otros subcentros. Sin embargo, después de eliminar los posibles subcentros periféricos (como Durango) el problema persiste, por lo que la atención debe centrarse en mejorar los datos del suelo consumido. En Sevilla un modelo Log-Log con la densidad clásica resulta significativo al 95% de confianza, aunque con una R<sup>2</sup> aj muy baja 0,076, lo que sugiere que incluso cambiando la expresión funcional del modelo el método paramétrico resulta de poca utilidad. En cambio, en Málaga incluso cambiando a un modelo Log-Log, es imposible conseguir un modelo significativo al 95% de confianza. En cualquier caso no debe olvidarse que detrás de la formación de la renta del suelo, y por tanto de la densidad, no sólo subyace la proximidad al CBD o a los subcentros, sino también otro conjunto de factores tales como las externalidades ambientales. Esto es palpable en las zonas costeras en donde la densidad está explicada, además de la proximidad al centro, por la proximidad al mar.

Fig. 2/ Resultados de los modelos paramétricos para las siete áreas metropolitanas estudiadas

	Métodos paramétricos de detección de subcentros por vía de la densidad					
	CL		DCa		DCb	
	R <sup>2</sup> aj	B dist CBD	R <sup>2</sup> aj	B dist CBD	R <sup>2</sup> aj	B dist CBD
Madrid	0,365	-0,041	0,234	-0,037	0,276	-0,044
Barcelona	0,298	-0,034	0,164	-0,029	0,187	-0,033
Valencia	0,231	-0,030	0,139	-0,029	0,151	-0,030
Sevilla	0,046	-0,012	0,010	-0,012	0,021	-0,016
Bilbao	-0,009	0,002	-0,008	0,005	0,001	0,001
Zaragoza	0,149	-0,015	0,119	-0,020	0,119	-0,020
Málaga	0,028	-0,007	-0,042	-0,003	-0,022	-0,009

CL: Densidad clásica.

DCa: Densidad compuesta a (RW, FE, FS).

DCb: Densidad compuesta (FE, RW, FS).

Variable dependiente: Ln de la densidad clásica y compuesta señalada.

Los valores marcados con fondo gris indican que los modelos no son significativos al 95% de confianza.

dad laboral. Por otra parte, resulta significativa la diferencia en los coeficientes de la distancia (-0,041 para Madrid y -0,034 para Barcelona con la densidad «clásica»), que sugieren que en Madrid la influencia del CBD sobre la densidad metropolitana es más determinante que en Barcelona, lo que puede ser interpretado como un indicador de una estructura más monocéntrica en el caso de la capital española frente a otra más policéntrica en el caso de la capital catalana, en donde la influencia de los subcentros sobre la densidad de sus vecinos podría contrarrestar/complementar la del CBD. En este sentido, la gradiente en Valencia también sugiere un importante nivel de policentrismo incluso mayor, si cabe, que el barcelonés.

Como se ha visto los modelos paramétricos basados tanto en la densidad clásica y compuesta han fracasado como vía para comparar la estructura de las siete metrópolis estudiadas. De manera que la atención se ha de centrar necesariamente en los métodos restantes, es decir, el basado en el análisis de la densidad de umbrales y de los flujos de movilidad. La Fig. 3 detalla los resultados, para cada área metropolitana se especifica qué municipios fueron hallados como subcentros potenciales para ambas metodologías, cuáles de ellos están en el continuo económico central (CEC), así como sus datos de empleo y población. En primera instancia cabe señalar que el 24% de

los subcentros potenciales sugeridos por el método de umbrales se inscriben en el CEC de sus respectivas áreas metropolitanas. Este hecho pone de relieve la relativa ineficacia del método al primar áreas centrales por las razones que se han discutido antes.

Entrando en detalle, en Madrid el método de umbrales sugiere la existencia de 8 subcentros potenciales<sup>14</sup> (Alcobendas, Getafe, Fuenlabrada, Móstoles, Torrejón de Ardoz, Alcorcón, Coslada y Tres Cantos), en este sentido llama la atención la inclusión de municipios como Móstoles, Getafe y Fuenlabrada, cuya oferta económica sólo es capaz de retener menos del 33% de su POR cuando en la Madrid metropolitana la autocontención media es del 58%. Asimismo, el método de umbrales excluye Guadalajara que, desde la perspectiva cualitativa, se esperaría emergiese como un subcentro consolidado, este hecho se debe a la relativa baja densidad económica de dicho municipio, bastante comprensible, por otra parte dada su alejada situación con respecto a su CBD. El método de movilidad también sugiere la existencia de 8 subcentros potenciales, sin embargo no presenta coincidencia en ninguno de ellos con el anterior.

Según los análisis de movilidad, con excepción de Torrejón que se vincula a Alcalá, todos los «subcentros» hallados con los umbrales de

<sup>14</sup> En GALLO & *al.* (2010) también utilizan el método de umbrales tal y como propone García-López (2007), e identifican 12 subcentros para el año 2004: Las Rozas de Madrid, Pozuelo de Alarcón, Alcorcón, Móstoles, Leganés, Fuenlabrada, Getafe, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas, Alcalá de Henares, Torrejón de Ardoz y Cos-

lada. Las diferencias encontradas en comparación a la presente investigación (Las Rozas de Madrid, Pozuelo de Alarcón, San Sebastián de los Reyes y Alcalá de Henares no son identificados como subcentros) es debido a las distintas fuentes de información.

Fig. 3/ Subcentros potenciales según los métodos de umbrales de densidad y de movilidad

Municipio	CEC	LTI*	POP*	Umbrales	
				D. mod	IR
<b>Madrid</b>					
CEC Madrid	1	1.786	3.632	1	1
Arcabá de Henares	-	59	176	-	1
Alcobendas	1	55	92	1	-
Getafe	-	53	151	1	-
Fuenlabrada	-	49	103	1	-
Móstoles	1	41	197	1	-
Torrejón de Ardoz	-	38	98	1	-
Alcorcón	1	38	153	1	-
Gustafajans	-	27	68	-	1
Coñada	1	27	78	1	-
Tres Cantos	-	25	37	1	-
Acanda del Rey	-	21	33	-	1
Aranjuez	-	13	41	-	1
Illescas	-	5	12	-	1
San Lorenzo de El Escorial	-	5	13	-	1
Afuer de Tajo	-	1	5	-	1
Lomichar	-	1	1	-	1
Subcentros potenciales				8	8
Subcentros potenciales fuera CEC				8	4
LTI en el CEC y en los subcentros				1.932	3.766
<b>Barcelona</b>					
CEC Barcelona	1	1.043	2.372	1	1
Sabadell	-	70	184	1	1
Terrasa	-	68	174	1	1
Hospitalet de Llobregat (L <sup>1</sup> )	1	67	239	1	1
Badalona	1	55	206	1	1
Mataró	-	42	106	1	1
Prat de Llobregat (E)	1	32	62	1	1
Granollers	-	32	53	1	1
Cornellá de Llobregat	1	28	80	1	1
Rubí	-	28	61	-	1
Martorell	-	25	23	1	1
Sant Boi de Llobregat	-	24	79	1	1
Vilanova i la Geltrú	-	19	54	-	1
Santa Coloma de Gramenet	1	19	113	1	1
Barberá del Vallés	-	17	26	1	1
Mollet del Vallés	-	15	47	-	1
Vilafranca del Penedès	-	14	31	-	1
Sant Andreu de la Barca	-	12	22	-	1
Bianes	-	10	31	-	1
Palau-solità i Plegamans	-	9	11	-	1
Vendrell (E)	-	9	24	-	1
Pineda de Mar	-	7	21	-	1
Sant Celoni	-	6	13	-	1
Malgrat de Mar	-	6	14	-	1
Gerico (L <sup>1</sup> )	-	5	12	-	1
Sant Sadurn d'Anoia	-	5	10	-	1
Cardener	-	4	13	-	1
Amnyda de Mar	-	4	13	-	1
Hortalsic	-	2	3	-	1
Arbor (L <sup>1</sup> )	-	1	4	-	1
Subcentros potenciales				12	23
Subcentros potenciales fuera CEC				7	23
LTI en el CEC y en los subcentros				1.321	2.789
<b>Sevilla</b>					
CEC Sevilla	1	281	685	1	1
Literna	-	11	45	-	1
Camriona	-	7	26	-	1
Maltrana del Alcor	-	4	17	-	1
Benas	-	4	11	-	1
Santidracar Mayor	-	3	11	-	1
Aznalcózar	-	1	6	-	1
Gerena	-	1	6	-	1
Subcentros potenciales				-	7
Subcentros potenciales fuera CEC				-	7
LTI en el CEC y en los subcentros				282	715
<b>Valencia</b>					
CEC Valencia	1	324	833	1	1
Sagunto-Rasunt	-	20	56	-	1
Torrent	-	18	65	-	1
Aïn	-	16	40	1	1
Quart de Poblet	-	14	25	1	1
Almussafes	-	13	7	1	1
Alfala	-	12	25	1	-
Manises	-	11	26	1	-
Silla	-	9	16	-	1
Sueca	-	8	25	-	1
Picassent	-	7	16	-	1
Liria	-	7	17	-	1
Carlet	-	6	14	-	1
Oliva	-	4	11	-	1
Buñol	-	4	9	-	1
Masnagrell	-	3	13	-	1
Alberic	-	3	9	-	1
Villanueva de Castellón	-	3	7	-	1
Pobla Lluçanes	-	1	4	-	1
Corbera	-	1	3	-	1
Subcentros potenciales				5	17
Subcentros potenciales fuera CEC				5	17
LTI en el CEC y en los subcentros				391	959
<b>Bilbao</b>					
CEC Bilbao	1	247	737	1	1
Bermejo	1	25	94	1	1
Leioa	1	11	28	1	1
Zarautz	-	10	3	1	1
Eibar	-	10	28	1	1
Durango	-	8	25	1	1
Portugalete	1	8	51	1	1
Murguía	-	8	14	-	1
Gastorniz	-	7	21	-	1
Llodio	-	7	19	-	1
Getxo-Luzo	-	6	15	-	1
Bermeo	-	5	17	-	1
Eorrio	-	4	7	-	1
Urdulaz	-	3	4	-	1
Ondarroa	-	3	10	-	1
Deba	-	3	5	-	1
Zalla	-	2	8	-	1
Lekeitio	-	2	7	-	1
Markina-Xemein	-	1	5	-	1
Subcentros potenciales				6	24
Subcentros potenciales fuera CEC				3	14
LTI en el CEC y en los subcentros				276	805
<b>Zaragoza</b>					
CEC Zaragoza	1	246	615	1	1
Higuera	-	9	1	1	-
Tauella	-	3	7	-	1
Munilla de Duña Godina	-	3	6	-	1
Zuera	-	3	6	-	1
Falga	-	2	4	-	1
Fuente de Ebro	-	1	4	-	1
Belchite	-	1	2	-	1
Luceni	-	0	1	-	1
Subcentros potenciales				1	7
Subcentros potenciales fuera CEC				1	1
LTI en el CEC y en los subcentros				244	628
<b>Málaga</b>					
CEC Málaga	1	191	524	1	1
Mulilla	-	61	100	-	1
Fuengirola	-	21	50	1	1
Árcos	-	2	12	-	1
Subcentros potenciales				1	3
Subcentros potenciales fuera CEC				1	3
LTI en el CEC y en los subcentros				211	609

CEC: el municipio está en el continuo económico central  
 \* miles de personas  
 Eng están señalados los subcentros pequeños en términos de LTI de acuerdo con el criterio de masa mínima utilizado en el método de umbrales

Fuente: Elaboración propia.

densidad, en realidad forman parte del subsistema funcional central, lo que incrementa, si cabe, el peso del centro metropolitano, y en esa medida, su naturaleza monocéntrica.

Por el contrario, el análisis de la movilidad sugiere que Alcalá de Henares, Guadalajara y otros 6 municipios de menor entidad funcionan como nodos en la estructuración de los flujos pendulares.

En Barcelona, la segunda metrópoli en cuanto a tamaño, ambas metodologías coinciden en señalarla como un sistema significativamente policéntrico. Los umbrales de densidad sugieren la existencia de 12 subcentros potenciales, de los cuales 5 no pueden considerarse tales en tanto forman parte del CEC. La movilidad, en cambio señala 23 nodos de los cuales 15 podrían considerarse como pequeños<sup>15</sup>, si bien ninguno de ellos se halla en el CEC. A diferencia de Madrid, en Barcelona existen sendas coincidencias entre ambos métodos, de tal suerte que municipios como Sabadell, Terrassa, Mataró, Granollers, Martorell y Sant Boi, son señalados simultáneamente por ambas aproximaciones como posibles subcentros. En el caso de los 4 primeros municipios se trata de ciudades cuyo crecimiento endógeno se remonta a la industrialización del siglo XIX, y que se habrían integrado al sistema de Barcelona por un proceso de extensión de sus respectivas áreas de mercado laboral y residencial; mientras que en el caso de los dos últimos se trata sin lugar a duda de subcentros emergentes ligados a la descentralización de la industria manufacturera del último cuarto del siglo XX.

De las metrópolis entre 1,2 y 1,8 millones de habitantes Valencia despunta, según ambos análisis, como la más policéntrica. Los umbrales de densidad identifican 5 potenciales subcentros, al tiempo que la movilidad 17 de ellos, si bien 12 de una entidad menor. Al igual que en Barcelona, existe consenso en señalar a algunos municipios como subcentros potenciales, tales como Alzira, Quart de Poblet o Almussafes. Sagunto y Torrent si bien cumplen el criterio de masa crítica, no superan la densidad de empleo media metropolitana y son descartados por el método de umbrales, a diferencia del de movilidad que los señala claramente como subcentros potenciales. A continuación, en tamaño, sigue Sevilla que presenta el nivel de policentrismo más exiguo de este grupo de metrópolis. Así, en la capital

andaluza los umbrales de densidad no identifican ningún subcentro, mientras que la movilidad sugiere 7, aunque todos ellos de menor entidad. Los más importantes son Utrera y Carmona. Bilbao, a pesar de su menor dimensión, destaca por su nivel de policentrismo. Los umbrales de densidad sugieren 6 subcentros, aunque tres de ellos (Leioa, Barakaldo y Portugalete) claramente forman parte del CEC liderado por el municipio central. Eibar y Durango son señalados como subcentros tanto por el análisis de la densidad como de los flujos laborales. En total 14 municipios son identificados como nodos en la estructura de la movilidad bilbaína.

La dos metrópolis restantes tienen una estructura bastante disímil a pesar de resultar comparables en cuanto al número de empleos. No resulta sorprendente que Zaragoza sea señalada como monocéntrica por ambos métodos, en tanto que desde la perspectiva de los umbrales sólo Figueruelas destaca como centro, aunque a pesar de su potente industria automotriz, resulta incapaz de estructurar un sistema independiente al de la capital aragonesa de acuerdo con la movilidad. Málaga, a juzgar por su número de subcentros potenciales, aparece como un sistema monocéntrico, puesto que los umbrales solo señalan a Fuengirola (debido a que Marbella a pesar de ser mayor en términos de LTL, no supera la densidad media metropolitana dado su modelo urbanístico extensivo), sin embargo, cuando se toma en consideración el peso que representan los subcentros, como se hace a continuación, el panorama cambia radicalmente.

Como se ve el simple número de subcentros potenciales no es suficiente para analizar cuán policéntrica es un AM, puesto que, como se ha observado, existen áreas en las cuales todos los subcentros se hayan por debajo del umbral de masa crítica particular para ser considerados relevantes. Por esta razón, en la figura inferior se analiza cuan concentrado está el empleo y la población en el continuo económico central y en los subcentros potenciales (que se hayan fuera de dicho continuo central) para cada área metropolitana. Sin lugar a dudas ambos métodos señalan a Barcelona como el sistema más policéntrico de los estudiados tanto por lo que se refiere al número de subcentros como a la masa global de actividad que estos concentran, a continuación sigue Valencia, y si se toman en consideración simultáneamente el número de subcentros y su

<sup>15</sup> Se han considerado los sistemas cuyos municipios cabecera no superan el umbral de masa crítica propio de cada

área metropolitana y calculado cómo se ha explicitado en la sección 3.

FIG. 4/ Estructura metropolitana según ambas metodologías

Metrópoli	LTL	LTL en CEC (%)	Umbral (GL mod)			Movilidad (JR)		
			Subcentros pot. Fuera del CEC	LTL en subcentros pot. Fuera del CEC (%)	Pob en subcentros pot. Fuera del CEC (%)	Subcentros pot. Fuera del CEC	LTL en subcentros pot. Fuera del CEC (%)	Pob en subcentros pot. Fuera del CEC (%)
Madrid	2.446	72%	4	7%	8%	8,0	5%	6%
Barcelona	1.904	55%	7	15%	14%	23,0	22%	22%
Valencia	689	47%	5	10%	7%	17,0	20%	19%
Sevilla	448	63%	0	0%	0%	7,0	7%	9%
Bilbao	438	56%	3	7%	5%	14,0	15%	15%
Zaragoza	302	81%	1	3%	0%	7,0	4%	4%
Málaga	367	52%	1	6%	5%	3,0	23%	16%

LTI en miles de personas.

«share» de empleo, continua Bilbao en dicho ranking. Madrid, Sevilla y Zaragoza destacan como los sistemas menos policéntricos. Málaga es un caso singular, puesto que a pesar de tener pocos subcentros, como se ha comentado antes, éstos concentran una cantidad significativa, en términos relativos, de empleo y población.

Sin embargo, la poca concentración del empleo en los subcentros, y por tanto el menor nivel de policentrismo no es directamente sinónimo de monocentrismo, ya que el empleo podría estar disperso en los municipios restantes. Es necesario, por tanto, analizar de forma integrada el peso que representa el centro y aquel imputable a los subcentros. El gráfico inferior intenta brindar una imagen multidimensional de la estructura de las metrópolis al considerar no sólo el número y el peso que representan los subcentros en términos de concentración de empleo, sino también, el peso atribuible en esa misma magnitud al centro (CEC). Dicho gráfico se ha construido sólo con los resultados del método de movilidad. Así el eje de las abscisas contiene el peso relativo de los subcentros y el de las ordenadas el del centro, el diámetro de la esfera varía en función del número de subcentros potenciales. Puede decirse que cuanto mayor es el peso del centro mayor es el nivel de monocentrismo, y cuanto mayor el peso de los subcentros mayor es el policentrismo. Así, en los extremos de esta encrucijada tenemos que:

1. Un sistema, distópicamente disperso, sin un centro ni subcentros computaría con valores bajos en ambos vectores.
2. Un sistema, utópicamente policéntrico, en el cual todos los núcleos (centro y subcen-

tros) tendiesen a tener el mismo peso, y por tanto avanzasen hacia la equipotencialidad, computaría alto en el vector del policentrismo y *relativamente* bajo en el del monocentrismo.

Como se ve con gran claridad se forman dos grupos de metrópolis: uno en donde el monocentrismo domina sobre el policentrismo; y otro donde el policentrismo domina sobre el monocentrismo. Zaragoza es, en efecto, la metrópoli más monocéntrica y menos policéntrica, una estructura, por otra parte, bastante comprensible dada su escala y el desarrollo histórico del poblamiento de su entorno. Madrid, a pesar de ser la metrópoli más grande, destaca como la segunda más monocéntrica y menos policéntrica, seguida de Sevilla. En el segundo grupo el orden no es tan claro, pues si bien Barcelona es la que tiene el mayor nú-

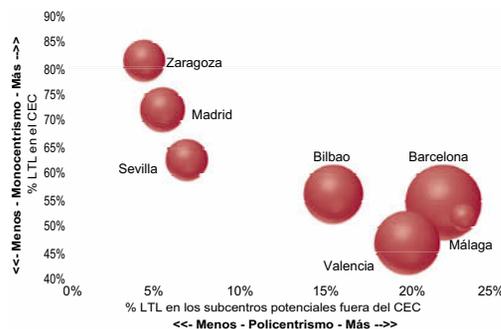


FIG. 5/ Estructura de las metrópolis españolas según el análisis de la movilidad

El tamaño de la esfera es significativo del número de subcentros potenciales.

Fuente: Elaboración propia.

mero de subcentros (la esfera es la más grande), y estos concentran comparativamente la mayor cantidad de empleo, su centro aún le induce un cierto nivel de macrocefalia, en cambio Valencia a pesar de que sus subcentros concentran ligeramente menos peso que en Barcelona, su centro tiene un peso ligeramente menor en relación a los subcentros. Málaga destaca como un caso excepcional, porque a pesar de su pequeña entidad, sus pocos subcentros tienen un papel importante en la concentración del empleo, al tiempo que su centro no destaca especialmente en este sentido. Y Bilbao se aproxima sensiblemente al grupo.

En un intento por sintetizar en un solo indicador la estructura de las metrópolis españolas se ha calculado el nivel de entropía de la distribución del empleo en sus núcleos (CEC y subcentros) a través del índice de Shannon<sup>16</sup> siguiente:

$$H_m = -1 \times \sum_i^n PLTL_i \times \ln(PLTL_i) \quad (3)$$

En dónde  $H$  es la entropía de la distribución del empleo entre los núcleos de la metrópolis  $m$ ,  $PLTL_i$  es la probabilidad de encontrar empleo en un núcleo  $i$ , y  $n$  es el número de núcleos. En este caso la entropía incrementa con el número de núcleos y con la equidad en el reparto del empleo entre ellos. De tal suerte que, si fuese imposible calcular  $H_m$  estaríamos frente a un sistema absolutamente disperso y por tanto sin núcleos; si  $H_m=0$  estaríamos frente a un sistema con un solo núcleo (perfectamente monocéntrico); y si  $H_m = \max$  estaríamos delante de un sistema perfectamente policéntrico, no solo por su elevado número de núcleos, sino sobre todo, por su equipotencialidad. La FIG. 6 compara los resultados para las siete áreas metropolitanas estudiadas. A diferencia del análisis anterior, en éste no hay lugar a dudas sobre el nivel de policentrismo de las metrópolis: Barcelona supera ligeramente a Valencia, y a su favor juega la existencia de sendos subcentros como Sabadell o Terrassa; Bilbao y Málaga se sitúan en un nivel de policentrismo similar; y muy por detrás siguen Sevilla, Madrid y, finalmente, Zaragoza.

Hasta ahora los análisis han permitido comparar las estructuras de las principales metrópolis españolas, desde una perspectiva bastante

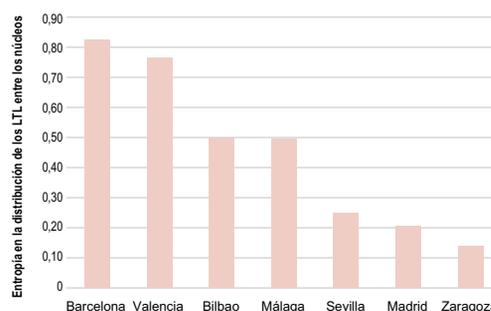


FIG. 6/ Nivel de policentrismo desde la perspectiva de la entropía

Fuente: Elaboración propia.

simple basada en el número de subcentros y el peso que estos, junto con el centro, representan en la concentración del empleo. Hace falta, sin embargo, analizar la forma en cómo se organizan dichas áreas metropolitanas.

## 6. Organización de la estructura metropolitana

Dado el carácter intrínsecamente constructivista del método utilizado para detectar los subcentros a través de la movilidad, es posible utilizar, los pasos intermedios, como elementos de análisis de la estructura de las metrópolis españolas. Un sistema policéntrico podría organizarse de diferentes maneras: una simple consistiría en que todos los subcentros entrasen en interacción *directamente* con el centro; una forma sería aquella en la cual se crease un árbol, de tal suerte que el centro fungiese como tronco, de una estructura ramificada en la cual algunos subcentros entrasen en interacción con otros antes de gravitar hacia el centro. En este segundo modelo cuanto más ramificada es la estructura tanto mayor es su complejidad. De igual manera cuanto más tardía es la incorporación de los subsistemas o sus ramificaciones al subsistema central, en términos de las iteraciones que han sido explicitadas en la sección 2.1, tanto más es su relativa «independencia funcional» del centro metropolitano; acentuando esto el nivel de complejidad.

Las FIGS. 7 y 8 detallan, bajo este enfoque, la estructura de las AAMM estudiadas. Una forma de diferenciar dichas áreas, por lo que a su

<sup>16</sup> Una aproximación parecida es llevada a cabo en los trabajos del proyecto Modelcosta, dirigido por el profesor Josep Roca Cladera.

complejidad se refiere, es calcular el promedio del número de pasos necesarios para que los municipios de un sistema metropolitano interactúen directa o indirectamente con el centro. De esta forma, si el sistema tuviese un solo subsistema, entonces dicho promedio sería equivalente a la unidad, puesto que en un paso los municipios entrarían en interacción con el centro. Cuanto mayor es dicho promedio, tanto más complejo o arborizado es el sistema metropolitano. Bajo este enfoque podemos decir que existe una correlación importante entre la complejidad y el policentrismo. Es decir, a mayor número de subcentros, mayor es la probabilidad de encontrar una estructura con una topología ramificada en la cual algunos de estos fungen como centralidades que intermedian entre el centro y los subsistemas más periféricos. Así, Barcelona se erige como el sistema más complejo, de manera que si bien los subcentros más maduros entran en interacción directa con el centro (por ejemplo, Sabadell, Terrassa o Mataró) otros, cuya integración en el tiempo es más reciente, fungen como nodos intermedios tales como Vilafranca o Granollers, u otros de menor entidad como Sant Celoni, El Vendrell o Pineda. El hecho que la incorporación de estos subsistemas sea posterior, en términos de iteraciones, a la de los subsistemas maduros es significativo de su «menor grado de dependencia funcional con el centro», lo cual resulta perfectamente coherente con el hecho de que su integración al sistema metropolitano sea más reciente, y su localización más excéntrica. Así, en Barcelona, de media el número de pasos que un municipio tarda en interactuar con el sistema central es de 2,24.

Valencia destaca como la segunda área por lo que a su complejidad se refiere. Nuevamente se dibuja una estructura arbórea, si bien menos ramificada en comparación con Barcelona. En Valencia todos los subsistemas entran en interacción directa con el subsistema central, a



Fig. 7/ Complejidad de la estructura de las AAMM

Fuente: Elaboración propia.

excepción de aquellos que se adscriben primero a Villanueva, Alzira, Chiva o Sueca. Bilbao, sigue en términos de complejidad, la cual resulta menor fundamentalmente por el menor número de subsistemas que no por su nivel de arborización. Así, Ondarra, Eibar, Durango y Gernika son subsistemas que ejercen de nodos intermedios en el recorrido gravitatorio hacia el subsistema central metropolitano. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con Valencia, y sobre todo Barcelona, en Bilbao todos los subsistemas entran en interacción con el centro muy rápidamente. Lo cual es significativo de la menor independencia funcional de los subsistemas, incluso aquellos ramificados.

De las cuatro metrópolis restantes menos policéntricas, el caso de Zaragoza resulta interesante, porque teniendo el nivel de policentrismo más bajo como se ha visto antes, tiene una estructura ligeramente arborizada, de tal suerte que Tauste y La Almunia de Doña Godina emergen como subsistemas intermedios en el camino de aquellos más periféricos hacia el centro metropolitano. A continuación podríamos situar, por este orden, a Madrid, Málaga y Sevilla. A pesar de que Sevilla tiene una estructura ligeramente más arbórea que Málaga, su sistema central, al ser un sistema marcadamente monocéntrico, es más grande lo que la sitúa con una complejidad inferior. En Madrid pasa algo parecido, pero este hecho se compensa por la existencia de un sistema ligeramente más arbóreo que el malagueño, al tener a Illescas como nodo intermedio.

Por tanto, como se ve, policentrismo y complejidad, a pesar de estar íntimamente relacionados, guardan ciertas diferencias. Es probable que las mismas se deriven de la forma en cómo se han creado los subcentros, es decir, por los procesos de integración o descentralización discutidos en la sección 1, sobre los cuales no se profundiza en este artículo al no contar con datos dinámicos sobre la evolución de los lugares de trabajo localizado, y por ende, de la movilidad residencia-trabajo.

## 7. Conclusiones

La promoción del policentrismo se ha convertido en una de las estrategias más populares dentro de las políticas públicas tanto a nivel regional como metropolitano. Tanto desde la perspectiva económica, social y ambiental una estructura policéntrica posee ventajas potenciales ligadas a: la existencia de economías de aglomeración, la reducción del tiempo de los desplazamientos y el menor consumo de re-

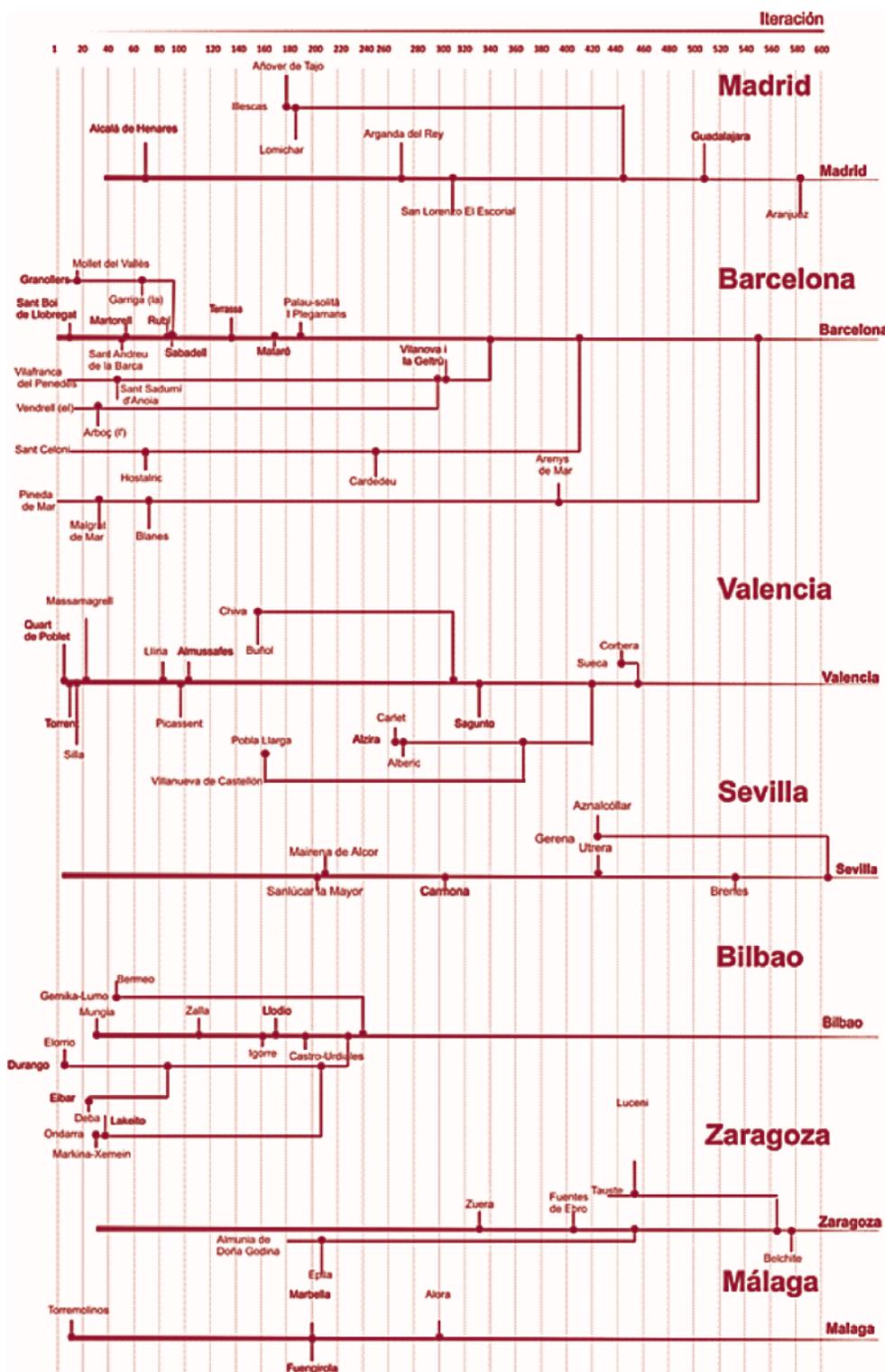


Fig. 8/ Estructura de las AAMM según el análisis de la movilidad

Fuente:

cursos. En este artículo se ha realizado un análisis transversal a escala de siete de las principales AAMM en España por tal de ver cuán policéntrica es su estructura. Para ello se han empleado métodos afiliados a las dos grandes familias de técnicas de identificación de subcentros, es decir, las basadas en el análisis de la densidad y las basadas en el estudio de los flujos residencia-trabajo. De todos los métodos, el acuñado por ROCA & *al.* (2005, 2009 y 2011) resuelve, mediante el «valor de interacción» calculado con los flujos residencia trabajo, de manera simultánea tres tópicos presentes en el análisis de las estructuras metropolitanas:

1. Su delimitación.
2. La identificación de los subsistemas que las integran así como de los potenciales subcentros que encabezan cada subsistema.
3. La topología con la que los subsistemas se organizan para acabar gravitando hacia el centro.

Los resultados revelan estructuras claramente diferenciadas. Así, dentro del grupo en el cual el policentrismo domina sobre el monocentrismo destacan Barcelona, Valencia y Bilbao; mientras que en el grupo en el cual el monocentrismo domina sobre el policentrismo destacan, por este orden, Zaragoza, Madrid y Sevilla. Málaga es un caso especial puesto que en pocos subcentros se concentra una parte considerable de su empleo metropolitano al tiempo que su continuo económico central no

domina especialmente, lo que sitúa al sistema *más cerca* de una suerte de policentrismo equipotencial. Si bien el policentrismo, entendido como la entropía en la distribución del empleo en los núcleos metropolitanos (centro y subcentros) está íntimamente relacionado con la complejidad, entendida como el nivel de «arborización» o «ramificación» con el que los subsistemas se enlazan entre sí en su camino gravitatorio al subsistema central, ambas facetas de la estructura urbana no acaban siendo exactamente la misma cosa. En términos de complejidad Barcelona destaca especialmente, seguida por Valencia y Bilbao lo que coincide con el orden de policentrismo; sin embargo dicho orden se trastoca en los sistemas menos policéntricos. Así Zaragoza si bien tiene pocos subcentros que tímidamente concentran parte del empleo metropolitano, tiene una estructura ligeramente arbórea, algunas de sus ramas, se resisten a gravitar al centro «hasta el último momento» lo cual es significativo de su relativa independencia, lo cual puede interpretarse como una acentuación de la complejidad de su estructura. Madrid y Sevilla poseen también alguna ramificación en su estructura metropolitana, la cual sin embargo, queda un tanto eclipsada por el gran tamaño de su subsistema central. Málaga es la única estructura metropolitana que no posee ramificaciones puesto que todos sus subsistemas gravitan directa y rápidamente con el central, de tal manera que se erige como un sistema que *tiende* hacia una equipotencialidad bajo la estructura más simple de los grandes sistemas urbanos españoles.

## 8. Bibliografía

- ALONSO, W. (1964). *Location and Land Use*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- BERTAUD, A. & S. MALPEZZI (2003). *The Spatial Distribution of Population in 48 World Cities: Implications for Economics in Transition*. Wisconsin Real Estate Department Working Paper, <http://www.bus.wisc.edu/realestate/documents/CompleteSpatialDistributionofPopulationin50WorldCi.pdf>, December.
- BOIX, R. & V. GALLETTO (2004). *Identificación de Sistemas locales de trabajo y Distritos industriales en España*, Dirección General de Política de la Pequeña y Mediana Empresa, MITYC (mimeo, revisión junio de 2005).
- BOIX, R. & P. VENERI (2009). «Metropolitan Areas in Spain», *IERMB Working Paper in Economics*, 09 (01), marzo.
- BOURNE, L. S. (1989). «Are new urban forms emerging? Empirical tests for Canadian urban areas», *The Canadian Geographer*, 4: 312-328.
- CAMAGNI, R. (1994). «From city hierarchy to city network: reflections about an emerging paradigm», en J. R. CUADRADO-ROURA & P. NIJKAMP & P. SALVA (eds.), *Moving frontiers economic restructuring, regional development and emerging networks*, Avebury.
- CASADO, J. M. (2001). *Los mercados laborales locales de la Comunidad Valenciana*, Trabajo y Territorio, Publicaciones Universidad de Alicante.
- CASTAÑER, M. (1994). «La ciudad real en Cataluña. Las áreas de cohesión», *CyT*, 99: 101-115.
- CASTELLS, M. (1996). «The information Age: Economy, society and culture», vol. 1, *The Rise of the network society*, Oxford: Blackwell.
- CLUSA, J. & A. R. BACHILLER & *al.* (1995). «Els mercats de treball de Catalunya al final de la crisi econòmica del període 1975-1984», en G. A. PALACIO (coord.), *Els mercats de treball de Catalunya 1981-1986-1991*, pp. 5-130, Direcció General de Planificació i Acció Territorial (Generalitat de Catalunya), Barcelona.
- & J. ROCA (1997). «El canvi d'escala de la ciutat metropolitana de Barcelona», *Revista Econòmica de Catalunya*, 33: 44-53.

- CHAMPION, A. K. (2001). «Changing demographic regime and evolving polycentric urban regions: consequences for the size, composition and distribution of city populations», *Urban Studies*, 38 (4): 657-677.
- CHESIRE, P. & G. GORNOSTAEVA (2002). «Cities and regions: comparable measures requires comparable territories», *Cahiers de L'Aurif*, 135: 13-21.
- CHRISTALLER, W. (1933). «Die Zentralen Orte in Sueddeutschland», trad. it., *le località centrali della Germania meridionale*, Milán (1981). Gustav Fischer Verlag, Jena.
- COOMBES, M. & S. OPENSHAW (1982). «The use and definition of travel-to-work areas in Great Britain: some comments», *Regional Studies*, 16: 141-149.
- DEMATTEIS, G. (1998). «Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas», en F. J. MONCLÚS (ed.), *La ciudad dispersa*, Centro de Cultura Contemporánea Barcelona, Barcelona.
- EMMANUEL, C. & G. DEMATTEIS (1990). «Reti urbane minori e desconcentrazione metropolitana nella Podania centro-occidentale», en D. MARTELLATO & F. SFORZI (eds.), *Studi sui sistemi urbani*, pp. 233-261, Franco Angeli, Milán.
- ESPON (2006). *Espon Atlas: Mapping the structure of the European territory*, Federal Office for Building and Regional Planning, Bonn, Germany.
- FERIA, J. M. (2008). «Un ensayo metodológico de definición de las áreas metropolitanas de España a partir de la variable residencia-trabajo», *Investigaciones Geográficas*, 46: 49-68.
- (2010). «La delimitación y organización espacial de las áreas metropolitanas españolas: una perspectiva desde la movilidad residencia-trabajo», *CyTET*, 164: 189-210.
- & J. M. ALBERTOS (coords.) (2010). *La ciudad metropolitana en España: procesos urbanos en los inicios del siglo XXI*, Civitas Thomson Reuters, Cizur Menor, 442 pp.
- & J. SUSINO (coords.) (2005). *Movilidad por razón de trabajo en Andalucía. Dimensiones básicas y organización espacial*, Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla.
- GALLO, M. & R. GARRIDO & M. VIVAR (2010). «Cambios territoriales en la Comunidad de Madrid: policentrismo y dispersión», *EURE*, 36 (107): 5-26.
- GARCÍA-LÓPEZ, M. A. (2007). «Estructura Espacial del Empleo y Economías de Aglomeración: El Caso de la Industria de la Región Metropolitana de Barcelona», *Architecture, City & Environment*, 4: 519-553.
- GORDON, P. & H. W. RICHARDSON (1996). «Beyond Polycentricity: the Dispersed Metropolis, Los Angeles 1970-1990», *Journal of American Planning Association*, 62: 289-295.
- & H. L. WONG (1986). «The distribution of population and employment in a polycentric city: the Case of Los Angeles», *Environment and Planning A*, 18: 161-173.
- GORDON, P. & H. W. RICHARDSON & G. GIULIANO (1989). «Travel Trends in Non-CBD Activity Centers. Washington, D.C: Urban Mass Transit Administration», US Department of Transportation, Report CA-11-0032.
- HALL, P. & K. PAIN (2006). *The Polycentric Metropolis. Learning from mega-city regions in Europe*, Earthscan.
- HENDERSON, V. & Z. SHALIZ & A. VENABLES (2000). *Geography and Development*, WP World Bank, WP2456.
- INDOVINA, F. (1990). «La città possibile», en *La città di finne milenio*, Franco Angeli, Milán.
- JULIEN, P. (2000). «Mesurer un universo urbain en expansion», *Rev. Economie & Statistique*, 336: 3-33.
- MARMOLEJO, C. & C. AGUIRRE & J. ROCA (2010b). «Revisiting employment density as a way to detect metropolitan subcentres: an analysis for Barcelona & Madrid», *Congreso de la European Regional Science Association (ERSA)*, 1-24.
- & J. CERDA (2012). «La densidad-tiempo: otra perspectiva de análisis de las estructuras metropolitanas», *Scripta Nova*, 16.
- MARTINOTTI, G. (1991). «La población de la nueva morfología social metropolitana», en J. BORJA & al., *Las grandes ciudades en la década de los noventa*, pp. 65-141, Ed. Sistema, Madrid.
- MCDONALD, J. F. (2009). «Calibration of a monocentric city model with mixed land use and congestion», *Regional Science and Urban Economics*, 39 (1), enero.
- & P. PRATHER (1994). «Suburban employment centres: The case of Chicago», *Urban Studies*, 31: 201-218.
- McMILLEN, D. (2001a). «Non-Parametric Employment Subcenter Identification», *Journal of Urban Economics*, 50: 448-473.
- (2001b). «The centre restored: Chicago's Residential price gradients reemerges», *Economic Perspectives*, 2Q/2002.
- (2003a). «Employment subcentros in Chicago: Past, Present and future», *Economic Perspectives*, 2Q/2003.
- (2003b). «The return of centralization to Chicago: Using repeat sales to identify changes in house price distance gradients», *Regional Science and Urban Economics*, 33: 287-304.
- & S. SMITH (2003). «The number of subcenters in large urban areas», *Journal of Urban Economics*, 53: 321-338.
- MILLS, E. (1967). *Studies in the Structure of the Urban Econom*, John Hopkins Press, Londres.
- & B. W. HAMILTON (1984). «Urban Economics», cap. *Studies in the Structure of the Urban Economy*, Scott Foresman, Glenview IL.
- MURPHY, P. (2003). «Preliminary 2006 Census Metropolitan Area and Census Agglomeration Definition», *Statistic Canada, Geography Working Paper Series*, 2003-2002.
- NELLO, O. (2001). *Ciutat de ciutats*, Ed. Empúries, Barcelona.
- NUREC (1994). *Atlas of Agglomerations in the European Union. Part of an Integrated Observation System*, volume I, volume II, volume III, Network on Urban Research in the European Union, Duisburg.
- OMB (2000). *Office of Management and Budget, Part IX, Standards for Defining Metropolitan and Micropolitan Statistical Areas*; Notice, Federal Register.

- PAIN, K & P. HALL (2006). *The Polycentric Metropolis. Learning from mega-city regions in Europe*, Earthscan.
- PENA TRAPERO, J. B. (1977). *Problemas de medición del bienestar y conceptos afines. Una aplicación al Caso Español*, INE, Madrid.
- PILLET, F. & al. (2010). «El policentrismo en Castilla-La Mancha y su análisis a partir de la población vinculada y el crecimiento demográfico», *Scripta Nova*, XIV (321).
- ROCA, J. (2004). «La explosión urbana: presente y futuro de las metrópolis», *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 141-2: 501-503.
- & M. BURNS & M. MOIX (2005). *Las Áreas Metropolitanas Españolas. Evolución 1991-2001*, CPSV, UPC Barcelona.
- ROCA, J. & M. MOIX (2005). «The Interaction Value: Its Scope and Limits as an Instrument for Delimiting Urban Systems», *Regional Studies*, 39: 359-375.
- & C. MARMOLEJO (2006). «Hacia un modelo teórico del comportamiento espacial de las actividades de oficina», *Scripta Nova*, 15 de julio de 2006, X, 217.
- & M. MOIX (2009). «Urban Structure and Polycentrism: Towards a redefinition of the sub-centre concept», *Urban Studies*, 46.
- & B. ARELLANO & M. MOIX (2011). «Estructura urbana, Policentrismo y Sprawl, los ejemplos de Madrid y Barcelona», *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 168: 299-321.
- RUBERT, J. J. (2005). «El distrito industrial de la cerámica y la estructura urbana de Castelló», en A. M. FUERTES (dir.), *El distrito industrial de la cerámica*, Fundación Davalos-Fletcher.
- RUIZ, M. & C. MARMOLEJO (2008). «Hacia una metodología para la detección de subcentros comerciales: un análisis para Barcelona y su área metropolitana», *ACE*, III (8).
- SALVADOR, N. & C. MORA & E. SALVAT (1997). «La región urbana funcional de Barcelona en el context europeu», *Revista Econòmica de Catalunya*, 33.
- SERRA, J. & M. OTERO & R. RUIZ (2002). «Grans aglomeracions metropolitanes Europees», *Papers*, 37, junio: 13-162.
- TRULLÉN, J. & R. BOIX (2000). *La ampliación del área metropolitana de Barcelona y su creciente interacción con las áreas metropolitanas de Tarragona, Lleida y Girona. Avance de resultados*, Ajutament de Barcelona (mimeo).
- URBAN AUDIT (2008). [www.urbandaudit.org](http://www.urbandaudit.org).
- WHITE, M. J. (1976). «Firm Suburbanization and Urban Subcenters», *Journal of Urban Economics*, 3: 323.