

# Revisión metodológica de la delimitación metropolitana

Un análisis para el sistema metropolitano español

**Carlos MARMOLEJO<sup>1</sup>; Claudia PÉREZ<sup>2</sup>; Eduardo CHICA<sup>3</sup>; Jaume MASIP<sup>4</sup> y Carlos AGUIRRE<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Profesor lector, Centro de Política de Suelos y Valoraciones, Universidad Politécnica de Catalunya UPC. Av. Diagonal 649, 08028, España 00+34+914054385  
carlos.marmolejo@upc.edu

PhD© en Gestión y Valoración Urbana y Arquitectónica, UPC

<sup>2</sup>claudia.beatriz.perez@upc.edu, <sup>3</sup>juan.eduardo.chica@upc.edu, <sup>4</sup>jaume.masip@upc.edu, <sup>5</sup>carlos.aguirre@upc.edu

**Palabras claves:** áreas metropolitanas, metodologías de delimitación funcional, áreas metropolitanas españolas

## Introducción

Esta comunicación forma parte de un proyecto de investigación mayor, cuyo objetivo es verificar hasta qué punto en las 7 principales áreas metropolitanas españolas (Madrid, Barcelona, Valencia, Bilbao, Sevilla, Málaga y Zaragoza) se está generando un sistema policéntrico, así como estudiar la influencia de los mismos sobre algunos indicadores de la eficiencia de la urbanización, como la movilidad, el consumo del suelo y la renta del suelo. Para ello, es imprescindible realizar una delimitación y definir el ámbito de estudio. En esta comunicación se muestran los avances realizados en tal sentido, a través de los siguientes objetivos: 1) Se hace una revisión de las principales metodologías de delimitación funcional utilizadas por la literatura especializada y sus aplicaciones en las 7 áreas metropolitanas en estudio, 2) se detalla las características de la metodología finalmente adoptada para este estudio, que recoge fundamentalmente los aportes de la metodología desarrollada por Roca, Marmolejo & Moix [1] que se basa en el estudio de las relaciones funcionales encontradas en un territorio a partir de las matrices de movilidad por trabajo, 3) Con esta metodología final, se comparan las áreas metropolitanas delimitadas según los siguientes criterios: a) concentración de población y población ocupada residente (POR), b) concentración lugares de trabajo localizado (LTL) y c) consumo de suelo urbano.

El documento está organizado de la siguiente forma: 1) en primer lugar se aborda conceptualmente la definición de área metropolitana y las metodologías de delimitación, 2) en segundo lugar se exponen las metodologías de delimitación funcional revisadas, 3) en tercer lugar se explica brevemente la metodología que se utilizará para la delimitación de las áreas metropolitanas en estudio, 4) y finalmente se presentan los primeros resultados y conclusiones obtenidas, en materia de la caracterización de las áreas estudiadas.

## **El concepto de Área Metropolitana y las metodologías de delimitación**

Desde una perspectiva histórica, una de las principales referencias en la definición y delimitación de las áreas metropolitanas corresponden a los trabajos de la oficina Federal del Censo de Estados Unidos. Sus trabajos se centraron inicialmente en la definición de áreas metropolitanas desde criterios morfológicos y demográficos. En 1940, a partir de la redefinición de los Distritos Metropolitanos, se asumió como criterios la existencia de una ciudad central de más de 50.000 habitantes y un conjunto de poblaciones menores contiguas, localizadas en su área de influencia con una densidad poblacional superior a 150 habitantes por milla cuadrada. Más tarde, en 1950, esta definición incorporó criterios económicos, situando en la composición del empleo, que debería ser de 2/3 de la población ocupada en actividades no agrícolas, el criterio más determinante para considerar el carácter metropolitano de la población [2].

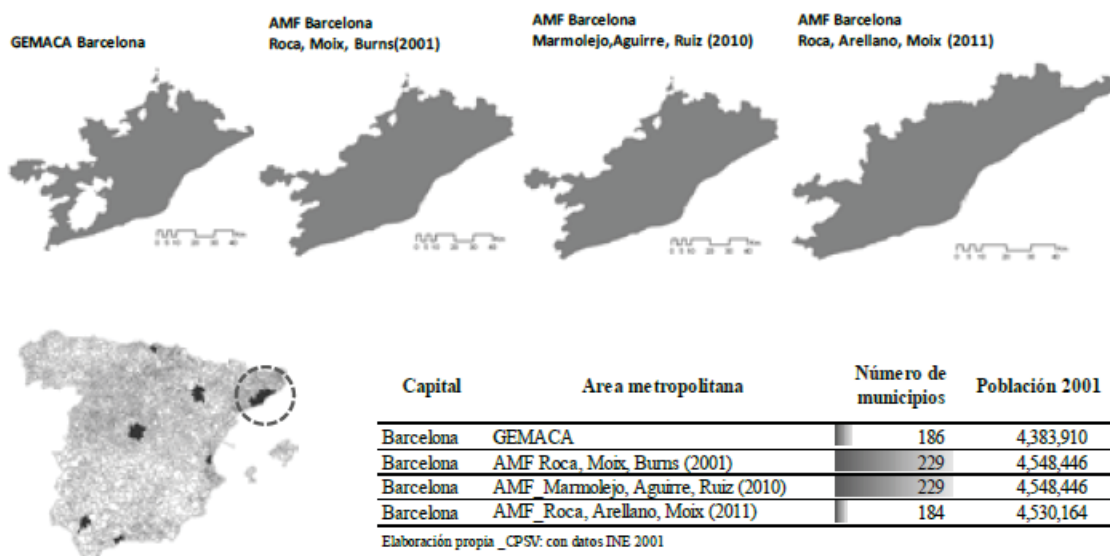
A partir de esta definición, puede diferenciarse los dos más importantes atributos que caracterizan las áreas metropolitanas: su contigüidad geográfica y su valor como área funcional. Este último atributo hace referencia especialmente a la integración económica, reflejada en los desplazamientos diarios que hacen los habitantes para entre lugar de residencia y lugar de trabajo, sí como en el acceso a servicios. La existencia de un área metropolitana implica por tanto la presencia de una ciudad central donde se encuentran las funciones más importantes y generalmente más especializadas; un conjunto de núcleos urbanos más pequeños, con un menor grado de especialización funcional que la ciudad central y unas relaciones de interdependencia económica y en el acceso a servicios entre estos dos ámbitos.

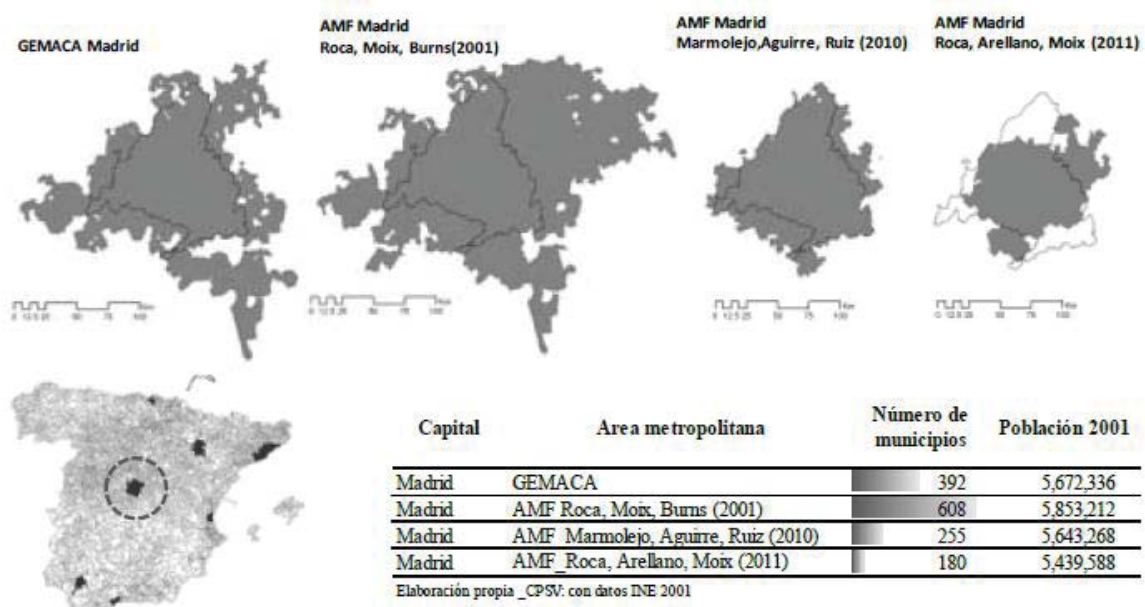
Las principales metodologías desarrolladas en las últimas décadas, en la literatura especializada, se pueden clasificar en cuatro tipos: 1) las metodologías centradas en la definición *morfológica* de la ciudad, que corresponde a uno de los primeros criterios utilizados, están relacionada con las diferencias existentes entre el espacio urbanizado y construido y el resto del territorio, 2) las *delimitaciones demográficas*, en complemento a los criterios netamente morfológicos, y como un instrumento de diferenciación entre las urbanizaciones y el entorno rural, 3) las delimitaciones basadas en criterios relacionados con la *estructura económica*, en cuanto a producción, intercambio y consumo de bienes y servicios, 4) finalmente, las metodologías de las *delimitaciones funcionales* que son aquellas que se refieren a las relaciones que ejercen las personas, los hogares y las empresas, en el uso del territorio [2].

## **Revisión de metodologías funcionales de delimitación**

En cuanto a la delimitación de la ciudad funcional (área metropolitana funcional, AMF, para efectos del presente estudio), en la literatura podemos encontrar diferentes aproximaciones metodológicas que tienen como objetivo común: identificar los municipios que presentan una relación intrínseca de tradición, comunicación, viajes de trabajo o de compras con miras a delimitar un sistema interrelacionado de municipios. En esta ponencia, se comparan cuatro formas diferentes de identificar la ciudad funcional. Dichas metodologías se aplican a las 7

áreas metropolitanas estudiadas. Como se muestra en el Mapa N°1, la primera de las metodologías, GEMACA [4] nos entrega una ciudad funcional en base a la identificación de núcleos centrales por densidad y continuidad, adscribiendo los municipios que envían a estos núcleos el 10% de la población ocupada residente (POR). La segunda, corresponde a la metodología de Roca, Moix, Burns [5], que en base a un sistema de cuatro iteraciones en el cual un municipio ha de enviar el 15% de su POR al área definida en la iteración anterior, partiendo de un municipio de más de 50.000 habitantes. Como se observa el resultado aumenta la cantidad de municipios adscritos, respecto a GEMACA, pero no aumenta significativamente la cantidad de población ni de trabajadores. La tercera, la metodología de Marmolejo, Aguirre, Ruiz [6], que discute el porcentaje de envío de la POR, mediante un criterio de marginalidad en el aporte de trabajadores y población al total del AMF, determinando el porcentaje de envío de POR que no aporta marginalmente mas trabajadores o población. En los resultados se observa que para la RMB, mantiene el valor del 15% determinado por Roca, et al. Mientras que en Madrid al ser más restrictivo el porcentaje, 26%, baja significativamente la cantidad de municipios, pero no así la población ni los trabajadores localizados. La cuarta, corresponde la propuesta por Roca, Marmolejo & Moix [1], y usada por Roca, Arellano & Moix [3], que permite establecer los sistemas urbanos en base al Valor de Interacción, tomando como límite de interacción entre los sistemas uno por mil para adscribir al último municipio al área metropolitana.





Mapa 1: Áreas metropolitanas de Barcelona y Madrid según diferentes metodologías

Como se observa, las diferentes AMF resultan dispares en términos de la cantidad de municipios adscritos. Siguiendo la lógica de la tercera metodología, es posible inferir que la metodología Roca et al, puede ser mejorada mediante el análisis de los aportes marginales de población y trabajadores, haciendo flotante el límite de interacción del uno por mil para cada área metropolitana.

### Metodología de delimitación propuesta

En la presente investigación, la metodología usada finalmente para delimitar las áreas metropolitanas ha sido la propuesta por Roca, Marmolejo & Moix, y usada por Roca, Arellano & Moix [6] en la delimitación de Madrid y Barcelona. Esta metodología consiste en la delimitación de protosistemas y sistemas urbanos consolidados. Se basa en la aplicación de la técnica del valor de interacción a partir de la matriz de flujos residencia-trabajo entre dos municipios  $i$  y  $j$ . Se expresa a partir de la siguiente ecuación

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

Donde  $VI_{ij}$  es el valor de interacción entre los municipios  $i$  y  $j$ ;  $f_{ij}$  y  $f_{ji}$  son los flujos de  $i$  a  $j$  y de  $j$  a  $i$ , respectivamente;  $POR_i$  y  $POR_j$  es la población ocupada residente de  $i$  y  $j$ , y  $LTL_i$  y  $LTL_j$  son lugares de trabajo localizados en ambos municipios.

La detección de los protosistemas se da a partir de la agregación de los municipios que tienen los valores de interacción más altos. El proceso se realiza a través de los siguientes pasos: 1) Unión de los municipios metropolitanos, en una agrupación de municipios, teniendo en cuenta sus máximos valores de interacción, 2) consolidación de las agrupaciones resultantes en protosistemas, a partir de sus

máximos valores de interacción, 3) Consolidación del protosistema con los municipios físicamente continuos, y 4) los protosistemas finalmente consolidados deberán cumplir con un mínimo del 50% de autocontención del empleo.

Una vez detectados los protosistemas consolidados, el siguiente paso en la delimitación del sistema metropolitano consiste en agregar protosistemas, a partir del máximo valor de interacción entre ellos. En las áreas metropolitanas policéntricas la agregación se da como un proceso gradual, desde los protosistemas periféricos hacia el protosistema central, donde se localiza el municipio que corresponde al centro del sistema. El proceso de interacción se detiene en el punto donde el aporte del valor de interacción es marginal y donde la cantidad de interacciones, para que entre un nuevo protosistema, es excesiva. Roca, Arellano & Moix, detienen el proceso de iteración en el umbral de valor de interacción equivalente a 1/1.000.

El aporte que se realiza a esta metodología es un análisis, caso a caso, observando el umbral de valor de interacción (1/1.000), de modo que se incluya un nuevo protosistema cuando no haya que esperar muchas iteraciones y que el valor de interacción no sea marginal, es decir lo más próximo a 1/1000. De esta forma en el conjunto de los siete sistemas metropolitanos, solo en el caso de Madrid y Sevilla el valor de interacción se ha detenido en un valor de 0,99/1.000 y de 0,8/1.000, respectivamente, permitiendo incluir en ambos casos un nuevo protosistema (Aranjuez en el caso de Madrid y Gerena en el caso de Sevilla).

### **Datos referidos al ámbito de estudio**

Para el análisis de las áreas metropolitanas se utiliza la densidad de población + lugares de trabajo localizados /suelo artificializado propuesta por Marmolejo & Stallbohm [7].

Los resultados sugieren que, según datos derivados del INE 2001, el área metropolitana de Bilbao (147.441 (POB+LTL)/KM<sup>2</sup>) es la más densa de todas las áreas estudiadas. Muy por debajo, está el área metropolitana de Madrid (92.910 (POB+LTL)/KM<sup>2</sup>) y le siguen Barcelona, Valencia y Zaragoza. En el otro extremo, está el área metropolitana de Málaga con la densidad más baja (70.318 (POB+LTL)/KM<sup>2</sup>).

En el total de las áreas metropolitanas los datos proporcionados por la base de datos Corine Land Cover sobre el suelo artificializado no considera los núcleos urbanos excesivamente pequeños, o cuyo trazado no tiene tales características, afectando de tal forma el cómputo de la densidad. Este aspecto afecta especialmente los datos sobre la densidad del área metropolitana de Bilbao, donde municipios con una base de población de residentes y LTL, no son consideradas como áreas urbanizadas.



AMF_CM11	Número de municipios	Suelo Artificializado* (Km2)	Población	Lugares de trabajo localizado (LTL)	Población ocupada residente (POR)	Trabajadores Residentes (RW)	Hijos de Entrada (FLE)	Hijos de Salida (FLS)	Densidad
		a	b	c					d=(b+c)/a
Barcelona	184	74,50	4.530.164	1.903.867	2.013.298	1.061.518	842.349	951.780	86.364
Bilbao	89	11,15	1.205.276	438.382	481.768	200.243	238.139	281.525	147.441
Madrid	183	85,99	5.542.843	2.446.400	2.499.645	1.457.232	989.168	1.042.413	92.910
Málaga	32	19,36	994.984	366.525	369.633	272.838	93.687	96.795	70.318
Sevilla	52	23,70	1.381.531	447.849	477.668	307.261	140.588	170.407	77.193
Valencia	104	30,81	1.792.375	686.247	744.089	395.680	290.567	348.409	80.458
Zaragoza	88	12,72	724.335	301.860	308.212	244.315	57.545	63.897	80.662

\* El suelo artificializado es compuesto por los siguientes usos: Urbano continuo, urbano laxo, urbanización exenta o ajardinada, zona industrial o comercial, zona portuaria, aeropuerto (9 % de la superficie, la cual corresponde al edificio de la terminal), zonas verdes urbanas, instalaciones deportivas y recreativas, zonas en construcción (solo las superficies que no corresponden a infraestructuras)

Tabla 1: Densidad neta de la población día – noche.

En el contexto de los trabajadores residentes, los resultados dejan ver la alta autocontención de las áreas metropolitanas de Zaragoza y Málaga, ya que más de un 70 % de su población ocupada residente (POR) trabaja en el mismo municipio que reside. Situación inversa para el área metropolitana de Bilbao ya que tan solo un 41 % de su POR trabaja en el mismo municipio que reside.

Según datos del Corine Land Cover para los años 1990 y 2000, el consumo de suelo ha aumentado en forma importante, en casi todas las áreas metropolitanas analizadas. Para poder comparar el consumo de suelo de las áreas metropolitanas<sup>1</sup> se analiza la densidad (población + LTL/suelo artificializado) y como detalla la tabla 2, los resultados sugieren que las áreas metropolitanas estudiadas han visto de forma significativa reducida su densidad de ocupación, respecto a 1990, a pesar de que la ocupación del suelo se ha visto incrementada.

AMF_CM11	Suelo artificializado 1990* (Km2)	Suelo artificializado 2000* (Km2)	Población 1991	Población 2001	Lugares de trabajo localizado 1991	Lugares de trabajo localizado 2001	Densidad 1991	Densidad 2001	Cambio de densidad
	a	b	c	d	e	f	g=(c+e)/a	h=(d+f)/b	i=h-g
Barcelona	58,54	74,34	4.359.973	4.530.164	1.621.451	1.903.867	102.183	86.543	15.640
Bilbao	7,51	11,10	1.238.084	1.205.276	388.815	438.382	216.727	148.113	68.615
Madrid	48,36	82,80	5.025.575	5.542.843	n/d	2.446.400	n/d	96.488	n/d
Málaga	14,35	17,39	880.654	994.984	228.702	366.525	77.282	78.290	1.008
Sevilla	16,12	22,27	1.287.242	1.381.531	326.717	447.849	100.149	82.141	18.008
Valencia	18,69	29,56	1.714.809	1.792.375	543.899	686.247	120.861	83.848	37.013
Zaragoza	8,64	13,16	693.031	724.335	n/d	301.860	n/d	77.971	n/d

\* Para efectos de comparación temporal, los usos de suelo artificializado son: Urbano continuo, urbano laxo, urbanización exenta o ajardinada, zona industrial o comercial, zona portuaria, aeropuerto, zonas verdes urbanas, instalaciones deportivas y recreativas.  
Elaboración propia\_CPSV

Tabla 2: Densidad 1991 v/s densidad 2001

Las primeras conclusiones dejan ver que el proceso de delimitación utilizado por Roca, Arellano & Moix [1] (umbral del valor de interacción equivalente a 1/1.000) es coincidente en la mayoría de las áreas metropolitanas estudiadas, excepto en Madrid y Sevilla, donde el proceso se detiene en umbrales de 0.99/1.000 y 0.8/1.000, respectivamente.

<sup>1</sup>Las áreas metropolitana de Madrid y Zaragoza quedan excluidas de los análisis de consumo de suelo debido a que no se dispone de información referente a Lugares de trabajo localizado para el año 1991.

## Referencias

- [1] **Roca, J.; Marmolejo, C.; Moix, M.** (2009). Urban Structure and Polycentrism: Towards a redefinition of the sub-centre concept, *Urban Studies*, volume 46 (Forthcoming)
- [2] **Roca, J.** (2003): La delimitación de la ciudad: ¿una cuestión imposible? *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, nº 135; pp. 17-36.
- [3] **Roca, J.; Arellano, B.; Moix, M.** (2011-forthcoming): Estructura urbana, Policentrismo y Sprawl, los ejemplos de Madrid y Barcelona. *Ciudad y Territorio*.
- [4] **GEMACA.** (1996): Les régions Métropoles de l'Europe du Nord-ouest ; Limites géographiques et structures économiques, Paris.
- [5] **Roca, J. et al.** (2001): "INTERREG-IIC, Estudio prospectivo del sistema urbano del sudeste europeo. Caracterización territorial y funcional de las áreas metropolitanas españolas" Informe final, Noviembre.
- [6] **Marmolejo, C.; Aguirre, C.; Ruiz, M.** (2010a): ¿Hacia un sistema de metrópolis españolas policéntricas?: caracterización de su estructura metropolitana? 6CTV Mexicali 2010.
- [7] **Marmolejo, C.; Stallbohm, M.** (2008): "En contra de la ciudad fragmentada: ¿hacia un cambio de paradigma urbanístico en la Región Metropolitana de Barcelona?" Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008.

