

ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO Y ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN: EL CASO DE LA INDUSTRIA EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE BARCELONA¹

Miquel-Àngel García López

Doctor en Economía

Profesor del Departament d'Economia Aplicada

Universitat Autònoma de Barcelona

Edifici B, Facultat de Ciències Econòmiques,

08193 Bellaterra, Espanya

miguelangel.garcia@uab.cat

Remisión Artículo: 12-4-2007

Remisión definitiva: 17-5-2007

Palabras Clave: Economías de aglomeración, estructura espacial urbana, crecimiento empleo industrial, localización intrametropolitana.

Resumen: Tras un exhaustivo análisis y caracterización de la distribución espacial del empleo industrial en la Región Metropolitana de Barcelona (RMB), en este trabajo se analiza el papel que juegan las economías de aglomeración en el cambio de la estructura espacial del empleo que experimenta la ciudad en los últimos años. Utilizando como indicador de cambios en la estructura espacial del empleo la variación en la concentración municipal del empleo industrial entre 1991 y 2003, se explora el impacto espacial de las economías de aglomeración que operan a escala local –el municipio y tres áreas de 5, 8 y 12 kilómetros que rodean al propio municipio-, aquellas que emergen del CBD y de los principales subcentros especializados de la región, y las economías de red asociadas al total de puestos de trabajo de la región cuyo acceso depende de la distancia respecto a las principales infraestructuras de transporte.

INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes, las ciudades han jugado un papel más que relevante en el desarrollo económico. Un rol que ha aumentado en los últimos años y que ha ido acompañado de un proceso de transformación de la ciudad. Los límites de la ciudad metropolitana real ya no se circunscriben a sus fronteras administrativas. Tampoco coinciden con el continuo construido. Estos límites deben buscarse en la intensidad de los flujos de personas, de mercancías y de información que se producen entre las diferentes partes del territorio metropolitano, aún perteneciendo a diferentes unidades administrativas. En esta nueva realidad urbana, la *estructura espacial intrametropolitana*, entendida ésta como "(...) el grado de concentración de la población y de la actividad económica (...)" y su distribución espacial en el territorio metropolitano (Anas et al., p. 1431, 1998), pasa a ser un elemento clave.

¹ Este artículo es un resumen de la tesis doctoral del mismo título que, defendida el 27 de marzo de 2007 en el Departament d'Economia Aplicada de la Universitat Autònoma de Barcelona, ha sido dirigida por el Dr. Ivan Muñiz Olivera, al que quisiera hacer constar mi más ferviente agradecimiento.

Precisamente, la literatura de los últimos años ha reforzado esta idea: la forma en que la ciudad metropolitana se organiza en el territorio genera importantes efectos *económicos*, *medioambientales* y *sociales*. Desde la perspectiva medioambiental, los estudios de Khan (2000), Nijkamp y Finco (2001), Muñiz y Galindo (2001, 2005), Bertaud (2002) o Camagni et al. (2002), hacen hincapié en la estrecha relación que se establece entre estructura espacial y *sostenibilidad ambiental*, ya sea en términos de suelo consumido, como en eficiencia energética y emisiones de CO₂. Evans (1976), Rogers (2000), Bertaud (2002) o Camagni et al. (2002) señalan la importancia de la estructura espacial en cuestiones relativas a la *justicia social* y la *segregación territorial*.

Desde un punto de vista económico, trabajos como los de Ciccone y Hall (1996) y Harris y Ioannides (2000) resaltan el papel explicativo de la estructura espacial en términos de empleo, en el primer caso, y en términos de población, en el segundo, en las diferencias de *productividad* que existen entre estados y entre regiones y ciudades. Por otra parte, en Camagni y Salone (1993) y Trullén (1998) se resalta la importancia de la organización espacial de la ciudad en su *éxito* en términos de *competitividad económica*. Por último, trabajos desarrollados por entidades supranacionales, como la Unión Europea a través de su *European Spatial Planning* (Ministerial Meeting on Regional Policy and Spatial Planning, 1996) o su *European Spatial Development Perspective* (European Communities, 1999), o por instituciones internacionales, como el Banco Mundial (Bertaud, 2002), sostienen que la *eficiencia en el suministro de los servicios públicos* sólo se puede garantizar bajos ciertos niveles mínimos de concentración de los agentes económicos en el territorio.

¿Podemos caracterizar las diferentes estructuras espaciales en términos de eficiencia económica? ¿Podemos afirmar, por ejemplo, que la ciudad compacta es económicamente más eficiente que la ciudad dispersa; o bien que la ciudad policéntrica lo es menos que la monocéntrica? Responder a esta pregunta aún hoy resulta difícil. En primer lugar, porque son tantos los factores que entran en juego que normalmente sólo se estudian aspectos parciales; y en segundo lugar, porque la estructura espacial más eficiente hoy, puede ser la más ineficiente mañana, dependiendo de los cambios tecnológicos, cambios en el sistema de transporte, cambios también en el propio proceso de producción o en la orientación económica internacional de la ciudad. Por lo tanto, podemos intentar al menos responder a las preguntas planteadas, siempre y cuando seamos conscientes en todo momento de que nuestras conclusiones serán parciales, y muy probablemente caducarán en el tiempo. En definitiva, tal y como señalan Bertaud y Malpezzi (p. 8, 2003), "(...) la relación entre forma urbana y eficiencia está todavía sujeta a estudio y debate (...)".

Aunque sea difícil la identificación de la "mejor" configuración espacial, sí que es posible estudiar los *procesos socioeconómicos* y *tecnológicos* que determinan cualquier estructura espacial. En este sentido, tradicionalmente se ha hecho uso del concepto de *economía de aglomeración* para justificar la concentración espacial de agentes económicos que en el pasado dio lugar a la ciudad compacta. Las economías de aglomeración no inciden sólo sobre la localización de los agentes económicos, sino que también incentivan su crecimiento, propiciando el aumento del tamaño de la ciudad. El problema aparece cuando el crecimiento de la ciudad genera problemas de congestión (*deseconomías de aglomeración*). La caída en los costes de transporte y la presencia de *deseconomías de aglomeración* en los centros urbanos ha llevado a un proceso descentralizador del empleo.

En un mundo ideal, la tendencia descentralizadora actual de las ciudades puede llevarse a cabo a partir de dos modelos polares alternativos: el modelo disperso y el policéntrico. En el primero, el centro pierde población y empleo empujado por el elevado precio del suelo central, la caída en los costes de transporte y los problemas de congestión; dando como resultado un proceso de ocupación del suelo periférico mediante asentamientos

fragmentados y poco densos. En el segundo, la pérdida de economías de aglomeración en las áreas centrales se ve compensada por la aparición de concentraciones periféricas, ya sean formaciones espontáneas o reguladas. En este sentido, McMillen (p. 225, 2004) resume muy bien las ventajas asociadas a una estructura espacial policéntrica:

“(...) Una ciudad policéntrica (...) puede potencialmente combinar las ventajas de la ciudad monocéntrica tradicional y las de una forma espacial descentralizada. Los grandes subcentros ofrecen economías de aglomeración a las empresas, mientras que potencialmente reducen los largos y duraderos desplazamientos residencia-trabajo de una ciudad monocéntrica (...)”.

En resumen, las economías de aglomeración determinan la estructura espacial de las ciudades. Cuando éstas se ven superadas por las deseconomías de aglomeración, la estructura espacial, sea del tipo que sea, empieza a presentar síntomas de ineficiencia. Llegados a este punto, en lugar de definir *cuál* es la estructura espacial más eficiente, parece más conveniente definir *qué* se puede hacer ante estructuras espaciales crecientemente ineficientes. En este sentido, Richardson (p. 133, 1995) resume muy bien las motivaciones:

“(...) Si la estructura espacial es maleable, y el impacto de los beneficios de la aglomeración y las deseconomías varían de lugar a lugar, una reorganización del espacio geográfico dentro de la región metropolitana puede permitir continuar explotando las economías de aglomeración mientras que se van mitigando las consecuencias negativas de los costes de congestión (...)”.

La investigación propuesta en este trabajo se enmarca precisamente en esta cuestión al realizar un análisis empírico de los determinantes de la estructura espacial. El estudio, no obstante, no pretende ser completo, sino que se centra exclusivamente en una parte de la estructura espacial, la asociada al *empleo industrial*, así como en una parte de sus determinantes, los asociados a las *economías de aglomeración* que actúan a nivel intrametropolitano. Una de las razones que explica la parcialidad de este trabajo al considerar tan solo los subsectores industriales, una debilidad que aún resulta más patente ante el intenso proceso de terciarización en la base económica de las ciudades, es que aún no existe un cuerpo teórico solvente referente a la naturaleza de las economías de aglomeración en el sector servicios.

Utilizando como laboratorio de ensayo a la Región Metropolitana de Barcelona (RMB), este trabajo de investigación tiene como *objetivo principal* analizar el rol de las economías de aglomeración intrametropolitanas en el cambio en la estructura espacial del empleo industrial acontecido entre 1991 y 2003 en la RMB. Como *objetivo secundario*, aunque necesario para la consecución del principal, se establece la identificación de la tipología de estructura espacial existente en la RMB en términos de empleo industrial, así como su evolución en el periodo temporal considerado.

Este trabajo se organiza en seis secciones. Después de la actual sección introductoria, en la sección segunda se presentan las principales características de la RMB y de su empleo. La tercera sección está dedicada al análisis descriptivo y gráfico de la estructura espacial del empleo industrial en la RMB. En la cuarta sección se identifican sus subcentros de empleo mediante la adaptación de una metodología ampliamente utilizada en la literatura especializada. En la sección quinta se buscan los determinantes que, en clave de economías de aglomeración, explican los cambios experimentados entre 1991 y 2003 en la estructura espacial del empleo industrial de la región. Por último, se presentan las principales conclusiones.

2. LA REGIÓN METROPOLITANA DE BARCELONA Y SU EMPLEO

2.1 Características principales

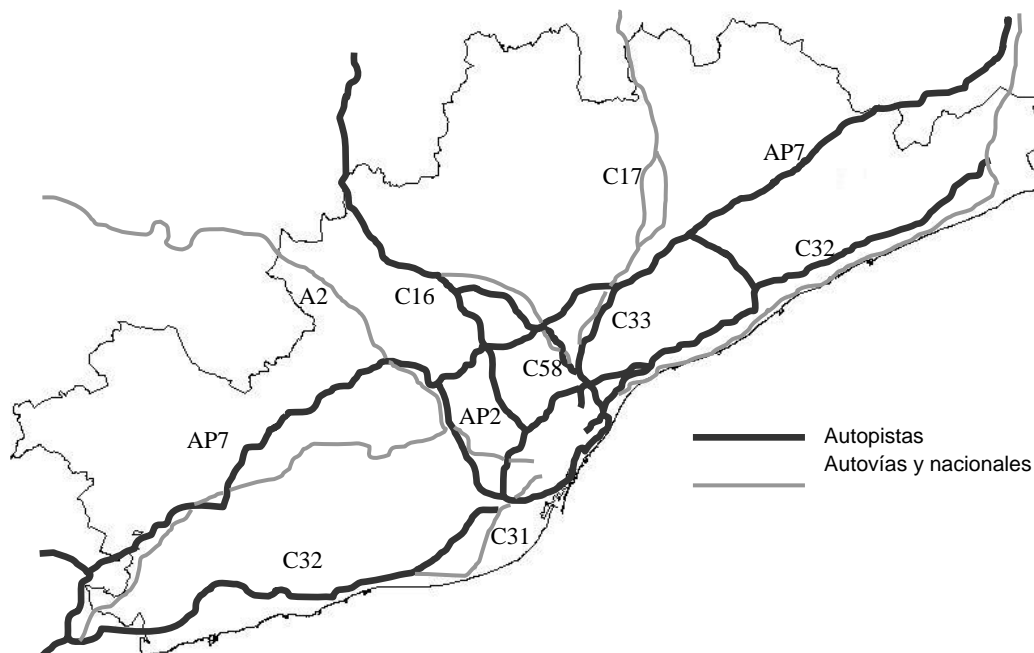
La Región Metropolitana de Barcelona² es en la actualidad una ciudad de ciudades constituida por 164³ municipios localizados en 7 comarcas, que ocupa cerca de 3200 km² en un radio aproximado de 50 kilómetros y que ha sido definida en multitud de ocasiones como policéntrica, discontinua, parcialmente dispersa, compleja y diversa.

Localizada en la costa mediterránea de Cataluña, la Región Metropolitana de Barcelona se extiende a lo largo de la línea que va del municipio de Malgrat de Mar, al norte, hasta el de Cubelles, al sur.

Con un clima de tipo mediterráneo, la RMB presenta una orografía bastante abrupta formada por dos sistemas montañosos, la Depresión Litoral, localizada paralelamente a la línea de la costa, y la Cordillera Central, cuyas principales montañas son el Montseny, Sant Llorenç de Munt, el Garraf, el Montsant, etc. Entre los valles de estos sistemas discurren los principales ríos, la Tordera, el Besòs, el Llobregat.

La RMB está comunicada mediante una red de transporte radial, Mapa 1, donde las principales aglomeraciones de población y los corredores están conectados con el centro de la metrópolis a través de diversas líneas ferroviarias y autopistas metropolitanas: A2, NII, AP7, C58, C32, RENFE. Tanto estas condiciones infraestructurales como las topográficas han tenido una importante influencia en el patrón de urbanización (Miralles, 1997).

Mapa 1 Infraestructura viaria en la Región Metropolitana de Barcelona



Fuente: Elaboración propia

² La delimitación de la Barcelona metropolitana que se utiliza en esta investigación procede del Plan Director del Área Metropolitana de 1966, *Estudio para la descongestión de Barcelona*, siendo éste una revisión del Plan Comarcal de 1953.

³ En 1991 el número de municipios que formaban la RMB era de 162. A partir del año siguiente, Badia del Vallès pasa a ser un municipio independiente de Cerdanyola del Vallès. Para mantener la homogeneidad con los datos, los dos municipios son considerados conjuntamente y, por tanto, son 162 las observaciones a tener en cuenta.

La RMB contiene una ciudad central de más de un millón y medio de habitantes, el municipio de Barcelona, que es un centro diverso y compacto, y siete aglomeraciones periféricas importantes de población, cinco de las cuales son ciudades de tamaño medio con más de mil años de historia (Sabadell, Terrassa, Mataró, Vilafranca del Penedès y Vilanova i la Geltrú), mientras que las otras dos se han desarrollado recientemente (Martorell y Granollers). Contigua al municipio de Barcelona, hay una primera corona metropolitana extremadamente densa y urbanizada con bloques de vivienda. A continuación, una segunda corona residencial menos densa que, en algunos casos, concentra elevadas rentas. Alrededor de las principales aglomeraciones de población hay extensas áreas que combinan usos residenciales de baja densidad y rurales (Muñiz et al., 2003).

2.2 Evolución del empleo

El inicio del periodo que abarca este estudio, 1991, coincide con el fin de una etapa de fuerte crecimiento económico estrenada con la adhesión de España a la por entonces Comunidad Económica Europea. Una etapa profundamente importante para la Región Metropolitana de Barcelona que se beneficia de la llegada de empresas industriales europeas y de un importante crecimiento del empleo.

La ralentización económica experimentada desde 1991, culmina entre 1992 y 1994 con una profunda crisis económica con efectos a escala mundial, y que para la economía española significó "(...) la crisis más intensa desde 1960, con una rápida destrucción de ocupación y una caída neta en el valor de la producción (...)" (Trullén, p. 41, 1998). Entre 1992 y 1994 el conjunto del empleo cayó un 9.36%, siendo especialmente importante en los sectores manufactureros y, sobretudo, la construcción, con unas pérdidas de empleo del 20.05% y del 34.37%, respectivamente. El único gran sector que aguanta la recesión es el de los servicios que, para el conjunto de sectores considerados, presenta 7,151 afiliados más, lo cual implica una tasa de crecimiento del 1.06% (Tabla 1).

A partir de 1995 se inicia un segundo periodo de crecimiento económico y del empleo que perdura hasta la actualidad, aunque con algunos años de desaceleración, como 1998 y 2002. El total de empleo aumentó alrededor del 18% entre 1994 y 1998 y un 19% entre 1998 y 2003. Por grandes sectores, se repite este patrón en el conjunto de servicios, con un crecimiento del 25.45% y del 23.59%, respectivamente, y en la construcción, con cifras entorno al 36%. La manufactura es el único gran sector que muestra un comportamiento diferenciado en estos dos subperiodos (Tabla 1): sólo se da un crecimiento neto del empleo en el cuatrienio 1994-1998.

Tabla 1 Dinámica del empleo en la RMB, 1991-2003: Total y grandes sectores

	Empleo (% de la RMB)				Crecimiento			
	1991	1994	1998	2003	91-94	94-98	98-03	91-03
<i>Total</i>	1,359,943 (100%)	1,232,694 (100%)	1,468,041 (100%)	1,732,876 (100%)	-9.36%	19.09%	18.04%	27.42%
<i>Manufactura</i>	468,746 (34.47%)	374,770 (30.40%)	398,338 (27.13%)	401,075 (23.15%)	-20.05%	6.29%	0.69%	-14.44%
<i>Servicios</i>	676,098 (49.72%)	683,249 (55.43%)	857,112 (58.38%)	1,059,285 (61.13%)	1.06%	25.45%	23.59%	56.68%
<i>Construcción</i>	110,338 (8.11%)	72,411 (5.87%)	98,543 (6.71%)	135,081 (7.80%)	-34.37%	36.09%	37.08%	22.42%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de afiliados a la Seguridad Social.

En cuanto a la evolución por subsectores⁴, todos los manufactureros, Tabla 2, muestran una fuerte destrucción de empleo entre 1991 y 1994; en especial el Textil, con una caída del 31%. Entre 1994 y 1998 la situación mejora para la mayoría de los subsectores industriales, aunque sin recuperar los niveles de empleo de años anteriores. Entre 1998 y 2003 se produce una desaceleración en el crecimiento del empleo para todos los subsectores. Entre 1991 y 2003, sólo dos sectores presentan tasas de crecimiento positivas en el empleo: Papel y Artes Gráficas, aunque con un crecimiento próximo a cero; y la fabricación de Vehículos de Motor y Material de Transporte, con una tasa próxima al 10%. En el otro extremo, la caída más importante en los niveles de empleo la experimenta el subsector del Textil (40.27%), lo cual supone una pérdida muy relevante de puestos de trabajo dado que en 1991 era el segundo subsector manufacturero que más empleo concentraba.

Tabla 2 Dinámica del empleo en la RMB, 1991-2003: Subsectores de manufactura

	Empleo (% de la RMB)				Crecimiento			
	1991	1994	1998	2003	91-94	94-98	98-03	91-03
02 Alimentación	36,266 (2.67%)	33,351 (2,71%)	31,693 (2.16%)	32,547 (1.88%)	-8.04%	-4.97%	2.69%	- 10.25%
03 Textil	82,124 (6.04%)	56,774 (4.61%)	53,422 (3.64%)	49,049 (2.83%)	- 30.87%	-5.90%	-8.19%	- 40.27%
04 Madera	22,668 (1.67%)	17,974 (1.46%)	23,007 (1.57%)	22,050 (1.27%)	- 20.71%	28.00%	-4.16%	- -2.73%
05 Papel	40,777 (3.00%)	35,473 (2.88%)	39,250 (2.67%)	41,032 (2.37%)	- 13.01%	10.65%	4.54%	0.63%
06 Química	98,563 (7.25%)	79,670 (6.46%)	81,874 (5.58%)	85,207 (4.92%)	- 19.17%	2.77%	4.07%	- 13.55%
07 Metalurgia	82,028 (6.03%)	63,884 (5.18%)	61,796 (4.21%)	61,036 (3.52%)	- 22.12%	-3.27%	-1.23%	- 25.59%
08 Maquinaria	64,166 (4.72%)	50,856 (4.13%)	63,014 (4.29%)	63,799 (3.68%)	- 20.74%	23.91%	1.25%	- -0.57%
09 Vehículos Motor	42,154 (3.10%)	36,788 (2.98%)	44,282 (3.02%)	46,355 (2.68%)	- 12.73%	20.37%	4.68%	9.97%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de afiliados a la Seguridad Social.

⁴ La desagregación sectorial considerada está limitada por las propias series de afiliados a la Seguridad Social. En este sentido, éstas se inician en 1991 y, hasta 1995, su máxima desagregación sectorial es la de la CNAE 74 a 64 sectores. Entre 1996 y 1998 los datos se clasifican según la CNAE 93 a un nivel de desagregación de 60 sectores. Por último, a partir de 1998 y hasta la actualidad se presentan los datos con la máxima desagregación posible, 222 sectores sobre la base de la CNAE 93. De esta manera, se hace uso de una desagregación sectorial propia fruto del encaje entre la CNAE 74 a 64 sectores y la CNAE 93 a 60 sectores.

3. ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO INDUSTRIAL

3.1 *Análisis descriptivo*

Antes de empezar a aplicar una de las metodologías que sirven para mostrar gráficamente la distribución espacial del empleo, sería conveniente realizar una breve caracterización descriptiva de la localización del empleo⁵. En este sentido, respecto a la concentración municipal del empleo industrial, la tesis doctoral sobre la que se basa este trabajo muestra que existe una elevada concentración, aunque también puede apreciarse una tendencia temporal clara hacia la desconcentración, siendo el empleo total en la manufactura y en el subsector de la Metalurgia los que se han desconcentrado con mayor intensidad. Cuando se extrae la Aglomeración Central, es decir, Barcelona y los 12 municipios que forman su continuo urbano⁶, se continúa obteniendo una elevada concentración del empleo en un número reducido de municipios y, por tanto, sugiere la existencia de subcentros de empleo. De nuevo, temporalmente se reduce el grado de concentración de los puestos de trabajo.

Respecto al grado de proximidad espacial que presentan los puestos de trabajo localizados municipalmente, en la tesis doctoral se encuentra que el trabajo manufacturero está separado espacialmente⁷, con un valor mínimo de 5.37 kilómetros en el subsector de Vehículos de Motor de 1991 y un valor máximo de 23.71 kilómetros del textil de 2003. La tendencia temporal, análogamente al caso anterior, es hacia una mayor separación espacial del empleo.

Por último, si bien los dos resultados anteriores son indicativos de una elevada concentración espacial del trabajo, con tendencia hacia su dispersión espacial, en la tesis doctoral se ratifica esta intuición cuando se calcula un indicador con el que se tiene en cuenta la superficie de suelo ocupada por la actividad industrial. Es decir, el autor encuentra que existe una baja dispersión espacial del empleo, aunque existe una tendencia temporal hacia una mayor dispersión.

3.2 *Análisis gráfico*

La estructura espacial del empleo, entendida como el modelo de localización del empleo y las condiciones de densidad a las que está sujeto, ha sido captada mediante la estimación de diferentes formas funcionales que relacionan la densidad de empleo de cada una de las zonas de una metrópolis con una o varias medidas de localización. Las medidas de accesibilidad espacial más utilizadas son las *distancias* que separan cada lugar de los principales centros de empleo y ejes de transporte.

⁵ En Trullén (1991, 1998, 2003), PIM (2001), MMAMB (1995, 2003) y en la tesis doctoral se puede encontrar un análisis descriptivo de otras características relacionadas con el empleo de la RMB como el grado de especialización-diversificación que presenta la RMB, así como de los municipios que la forman.

⁶ L'Hospitalet de Llobregat, Esplugues de Llobregat, Sant Feliu de Llobregat, Cornellà de Llobregat, Sant Boi de Llobregat, el Prat del Llobregat, Sant Joan Despí, Sant Just Desvern, Sant Adrià del Besòs, Santa Coloma de Gramanet, Montgat y Badalona.

⁷ Mediante este indicador la distancia que separa dos pares de municipios es ponderada por la importancia relativa que cada uno ellos tiene en el empleo a nivel de RMB. Para el conjunto de la RMB se tienen en cuenta todos los pares de distancias. Véase en el apartado 4.5 el ejemplo de su aplicación para el conjunto de los subcentros de empleo.

Forma funcional y método de estimación

De entre las diferentes formas funcionales⁸ que han sido utilizadas para caracterizar la distribución espacial de las ciudades, tanto en términos de empleo como de población, destaca la *función exponencial negativa* que, en su versión lineal, adopta la siguiente forma:

$$\ln D(d_{CBD}) = \ln D_0 - \gamma d_{CBD} \quad (1)$$

donde $D(d_{CBD})$ es la densidad de empleo de la unidad espacial localizada a una distancia del CBD de d_{CBD} ; D_0 es la densidad teórica central; por último, γ es el gradiente de densidad, es decir, la tasa proporcional a la que se reduce la densidad de empleo por cada unidad de distancia que nos separamos del CBD. D_0 y γ son los parámetros a estimar.

Siguiendo la propuesta de McMillen (1996, 2001) podemos estimar esta función por medio del método no paramétrico denominado *Locally weighted regression* (LWR). Esta aproximación es considerada como no paramétrica porque no impone hipótesis mantenidas de ajuste a la función de regresión. En lugar de esto, son los propios datos los que determinan la función.

LWR es una técnica de estimación del tipo “vecino más próximo”, *nearest-neighbor estimation technique*⁹, que es una forma de estimar una regresión a través de un procedimiento de ajuste multivariante, encajando localmente una función de variables independientes y condicionada a la media. “(...) La idea es dar más peso a las observaciones cercanas estimando una regresión, entonces las estimaciones aproximan la curvatura con un conjunto de aproximaciones locales lineales (...)” (McMillen, p. 103, 1996).

Puesto que es una estimación no paramétrica no obtenemos directamente parámetros. Es decir, si la función de densidad sobre la que se aplica LWR es (1) no tendremos los valores estimados de D_0 y γ .

Resultados

Para su aplicación en la Región Metropolitana de Barcelona, la técnica LWR requiere de la definición de dos parámetros. El primero de ellos hace referencia al número de vecinos más próximos considerados en la regresión, el tamaño del vecindario. El segundo parámetro a determinar es el grado de la regresión polinómica. Siguiendo a McMillen (1996), el tamaño del vecindario se define como el 30% de las observaciones más próximas y la regresión polinómica es de grado 1, es decir, la *exponencial negativa linealizada*, ecuación (1), en la que la variable dependiente es el logaritmo neperiano de la densidad bruta de empleo, $\ln D(d_{CBD})$, en cada una de las desagregaciones sectoriales consideradas. La única variable explicativa es la distancia al municipio de Barcelona (el CBD), d_{CBD} . La densidad bruta de empleo¹⁰ de cada municipio se calcula como el ratio entre empleo y superficie municipal¹¹. En el cálculo de la distancia a Barcelona (el CBD) se ha utilizado un sistema de información geográfica (GIS) para obtener las coordenadas de los centroides de los municipios, a partir de las cuales se ha calculado su distancia en línea recta al CBD. La aplicación de esta metodología se realiza sobre cada una de las desagregaciones sectoriales en los años 1991 y 2003.

⁸ Véase la tesis doctoral para una revisión exhaustiva sobre las diferentes formas funcionales utilizadas en la literatura.

⁹ Para una explicación más detallada acudir a Cleveland (1979), Cleveland y Devlin (1988) y Cleveland et al. (1988).

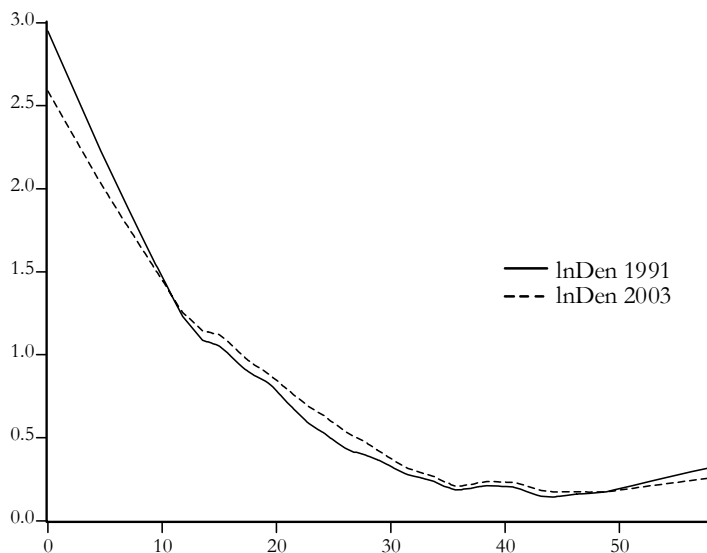
¹⁰ Cuando la densidad se calcula utilizando los datos de superficie de suelo que ocupa el agente económico considerado (población o empleo), se trata de una densidad “neta”.

¹¹ Actualmente el autor está trabajando con software GIS y con los “Mapes d’Ús del Sòl de Catalunya” para la obtención de superficies urbanizadas a nivel municipal, así como superficies asociadas exclusivamente a actividad económica. La disponibilidad de estos datos permitirá un análisis más exhaustivo de la estructura espacial de la RMB.

Con la aplicación de esta técnica para el total del empleo manufacturero y sus subsectores, Gráficos 1 y 2, se observa la existencia de un proceso de descentralización en el que la densidad central disminuye, mientras que aumenta en el resto de la RMB, especialmente entre los kilómetros 12 y 20. En este sentido, el crecimiento que se produce en esta área es importante en el subsector de Madera y Muebles y, sobretodo, en el de Vehículos de Motor. Sólo un sector se aparta de esta pauta general, el Textil, al estar sometido a un proceso de desindustrialización con una caída neta en el empleo y, por tanto, de sus densidades, para cualquier distancia.

Por otra parte, en el conjunto de la manufactura y en la mayoría de sus subsectores la aplicación de LWR permite capturar un máximo local en el intervalo de distancia anterior y entre los kilómetros 35 y 40. Aunque no son muy visibles, parece claro que estos máximos podrían ser resultado de la existencia de subcentros de empleo en estas localizaciones¹².

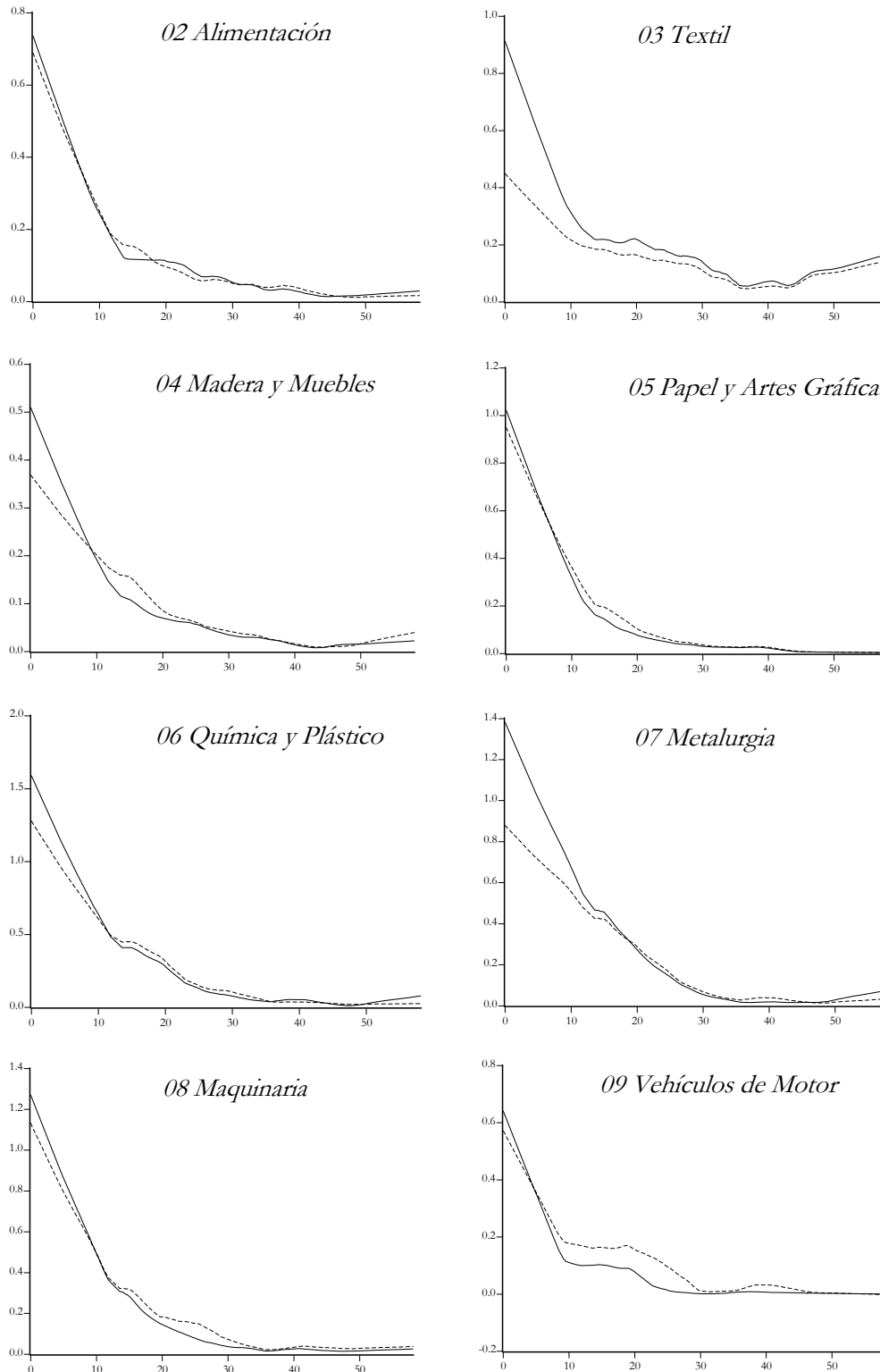
Gráfico 1 Densidad de empleo LWR en la RMB, 1991-2003: Manufactura



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de afiliados a la Seguridad Social.

¹² En la tesis doctoral también se realiza la estimación no paramétrica en seis muestras de municipios agrupados en ejes viarios, confirmando esta afirmación.

Gráfico 2 Densidad de empleo LWR en la RMB, 1991-2003: Subsectores de manufactura



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de afiliados a la Seguridad Social.

4. SUBCENTROS DE EMPLEO INDUSTRIAL Y POLICENTRISMO EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE BARCELONA

Mediante la inspección visual de la distribución espacial del empleo realizada en la sección anterior se constataba la existencia de aglomeraciones importantes de empleo situadas más allá del CBD que podrían calificarse como subcentros de empleo. Para verificar la existencia de tales subcentros, no obstante, es necesario el uso de metodologías sobre identificación de subcentros más rigurosas y objetivas que la inspección de un simple gráfico.

4.1 Estudios previos

La Región Metropolitana de Barcelona (RMB) ha sido caracterizada en repetidas ocasiones como policéntrica. La mayoría de los trabajos que llegan a esta conclusión se han basado en el estudio de los flujos de movilidad, aunque también existen trabajos que utilizan umbrales o buscan picos de densidad.

Comenzando por las metodologías que utilizan los datos sobre movilidad obligada, cabe destacar MMAMB (1995), ATM (1998), Burns et al. (2001) y CPSV (2001). En los tres casos se analiza el saldo de la movilidad obligada residencia-trabajo, definiendo como subcentro aquellos municipios que son destino principal de los flujos de movilidad obligada y no forman parte de la Aglomeración Central. En MMAMB (1995) se utilizan datos del censo de población de 1991 para definir 25 subcentros con sus correspondientes ámbitos de influencia. Con los datos de movilidad de 1996, en ATM (1998) se disecciona la RMB en una primera corona metropolitana (A1) con 10 municipios, la segunda corona metropolitana (A2) formada por 24 municipios, y, finalmente, 8 ejes corredores que, excepto uno, presentan un subcentro. Para cada uno de ellos se identifica su área de influencia, formada por aquellos municipios que envían más de un 25% de su población ocupada hacia el subcentro. En Burns et al. (2001) y CPSV (2001) se analiza la estructura espacial de las principales regiones metropolitanas españolas en el año 1996. En estos trabajos se delimita el alcance geográfico de las metrópolis, para a continuación definir con criterios de movilidad sus principales subcentros. Para el caso de la Barcelona metropolitana, con una delimitación geográfica más extensa¹³ a la considerada en este trabajo, se identifican 11 subcentros de empleo siguiendo como criterio un saldo neto positivo de entradas por motivo trabajo superior al 15% de la población ocupada residente y un umbral mínimo de población de 10000 habitantes.

Respecto a los trabajos que abordan la identificación de subcentros con otras metodologías, el primero en orden cronológico es el de Martori y Suriñach (2002). En este trabajo los autores identifican en 1998 11 subcentros estableciendo un umbral mínimo de población de 50000 habitantes, para, posteriormente, estimar las diferentes funciones de densidad de población utilizando las secciones censales que forman parte de los municipios-subcentros y su distancia respecto a la sección censal central. En Muñoz et al. (2003) se identifican subcentros mediante la búsqueda de picos de densidad. En este caso, los autores destacan el carácter policéntrico y radial de la región mediante la estimación de seis funciones *cubic spline* de densidad de población a nivel de sección censal para los diferentes ejes de la RMB donde se encuentran los subcentros de empleo identificados en ATM (1998). La obtención de máximos locales en la distribución espacial estimada de la población les lleva a confirmar aquellos candidatos a subcentro propuestos en ATM (1998).

¹³ 217 municipios.

4.2 Una metodología adaptada

En un trabajo reciente, McMillen y Lester (2003) discuten sobre la idoneidad de las diferentes metodologías para la identificación de subcentros según los objetivos perseguidos en cada investigación. Los autores señalan que las metodologías más objetivas y sofisticadas basadas en regresiones econométricas, como las de McDonald y Prather (1994) o McMillen (2001, 2003), son más adecuadas cuando se pretende realizar comparaciones entre diferentes regiones metropolitanas gracias a la adaptabilidad de sus “umbrales” estadísticos a las condiciones locales (McMillen y Lester, 2003). Por el contrario, cuando el objetivo de la investigación se centra en comparar los subcentros identificados en una ciudad en diferentes momentos del tiempo, metodologías basadas en umbrales, en especial, las del tipo Giuliano y Small (1991), son mejores porque permiten mantener los umbrales del año de referencia, “(...) proporcionando una fotografía más precisa de la evolución espacial de los subcentros (...)” (McMillen y Lester, p. 63, 2003).

Puesto que, además de la identificación de subcentros, en este trabajo de investigación también se pretende valorar la evolución del grado de policentrismo, se ha adoptado una metodología basada en umbrales donde, en lugar de especificar unos valores fijos numéricos iguales para cada tipo de identificación –la técnica más usual cuando los subcentros se identifican utilizando los datos totales de empleo–, se han definido unos valores fijos estadísticos que se adaptan numéricamente a las condiciones de cada agregación sectorial.

En este sentido, en este trabajo se define como subcentro de empleo a aquel municipio con una densidad de empleo¹⁴ ($D_{i,s,t}$) superior o igual a la media de la Región Metropolitana de Barcelona en el primer año del análisis, 1991, ($\bar{D}_{RMB,s,1991}$) y con un nivel de empleo ($E_{i,s,t}$) igual o superior al 1% del total de la RMB en 1991 ($E_{RMB,s,1991}$)¹⁵:

$$D_{i,s,t} \geq \bar{D}_{RMB,s,1991}$$

$$E_{i,s,t} \geq 1\% E_{RMB,s,1991}$$

donde i y s hacen referencia al municipio¹⁶ y a la agregación sectorial, respectivamente, y $t = 1991, \dots, 2003$. Estos valores generan un número razonable de subcentros en cada agregación sectorial y para cada año considerado.

Por último, habitualmente la metodología de identificación de subcentros se ha aplicado para el total del empleo. Pocos trabajos han utilizado un nivel de desagregación mayor. Un ejemplo es el de McDonald (1987) donde también se lleva a cabo una identificación de subcentros para el empleo estrictamente manufacturero. En esta investigación, se realiza una identificación de subcentros de empleo para el total de la industria y ocho subsectores. El principal argumento es que, al igual que los subcentros identificados mediante el total de empleo ejercen su influencia sobre la distribución espacial del empleo total, la distribución del

¹⁴ Siguiendo la aportación de McDonald (1987), la densidad de empleo utilizada es una densidad bruta que recoge el número de puestos de trabajo por hectárea de superficie del municipio.

¹⁵ Nótese que, a diferencia de los trabajos de Giuliano y Small (1991) o McMillen y Lester (2003), no disponemos de unidades espaciales más desagregadas, sino que trabajamos con municipios: unidades espaciales muy agregadas que son entidades administrativas. Por este motivo, no consideramos la continuidad o proximidad entre ellas para establecer el umbral del empleo.

¹⁶ De los 162 municipios de la RMB en 1991 se excluyen 12 municipios que forman el continuo espacial de Barcelona. Según Hall et al. (1973) estos municipios no pueden ser considerados subcentros sino la periferia de un centro que va más allá de las fronteras administrativas del municipio de Barcelona. Para el caso de la RMB, MMAMB (1995) considera que el continuo espacial del municipio de Barcelona lo constituyen los municipios de Badalona, Cornellà de Llobregat, Esplugues de Llobregat, L'Hospitalet de Llobregat, Montgat, El Prat de Llobregat, Sant Adrià del Besòs, Sant Boi del Llobregat, Sant Feliu de Llobregat, Sant Joan Despí, Sant Just Desvern y Santa de Coloma de Gramenet.

empleo de un subsector está condicionada a su vez por la presencia de subcentros especializados en ese mismo sector.

4.3 Subcentros identificados

Uno de los primeros pasos necesarios para abordar el tema del policentrismo consiste en la identificación de subcentros de empleo. Si existe al menos una concentración importante de empleo alternativa al CBD, entonces puede ser catalogada provisionalmente como policéntrica.

De la aplicación de la metodología de identificación de subcentros de empleo propuesta en la sección anterior, la Tabla 3 muestra el número de subcentros que se obtienen en la manufactura y sus subsectores en 1991, 1994, 1998 y 2003. Para el caso de la manufactura en su conjunto, el número de subcentros identificados es razonable, detectándose un ligero aumento a medida que pasan los años. Este resultado es normal al establecer los umbrales de identificación basándonos en los valores del año de partida, 1991. Para el caso de los diferentes subsectores productivos, parece reproducirse este mismo esquema. Es decir, el número de subcentros identificados crece en el tiempo, si bien algunos subsectores puntualmente presentan una disminución en su número debido a la grave recesión económica de 1993-94.

Por otra parte, atendiendo al nombre de los municipios identificados como subcentros (Tabla 4), cualquier persona familiarizada con la RMB conoce la presencia de aglomeraciones urbanas importantes de la región. Algunas de éstas, como Terrassa, Sabadell y Mataró, tienen más de mil años de historia y siempre han acumulado una proporción grande de la población y del empleo de la región. El resto de municipios se han desarrollado más recientemente.

En general, por lo tanto, además de obtener un número razonable de subcentros de empleo, obtenemos municipios que pueden ser catalogados razonablemente como tales. En este sentido, aunque la lista de subcentros de empleo que se presenta en esta investigación es algo más amplia, una buena parte de ellos coinciden con los identificados en otros trabajos anteriores.

Tabla 3 Subcentros de empleo en la RMB, 1991-2003: Número – Manufactura y subsectores

	1991	1994	1998	2003
<i>Manufactura</i>	8	8	11	12
<i>02 Alimentación</i>	10	11	11	12
<i>03 Textil</i>	8	5	5	6
<i>04 Madera</i>	10	10	16	19
<i>05 Papel</i>	8	8	10	14
<i>06 Química</i>	13	13	12	15
<i>07 Metalurgia</i>	13	11	11	12
<i>08 Maquinaria</i>	10	6	11	16
<i>09 Vehículo Motor</i>	3	8	13	13

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de afiliados a la Seguridad Social.

Tabla 4 Subcentros de empleo en la RMB, 1991-2003: Nombres – Manufactura

	1991	2003
<i>Manufactura</i>	Gavà, Granollers, Mataró, Montcada i Reixac, Rubí, Sabadell, Barberà del Vallès, Terrassa	Castellbisbal, Granollers, Mataró, Montcada i Reixac, Palau de Plegamans, Polinyà, Rubí, Sabadell, Sant Andreu de la Barca, Barberà del Vallès., Santa Perpètua de Mogoda, Terrassa

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de afiliados a la Seguridad Social.

4.4 Importancia relativa de los subcentros identificados

Si bien el creciente número de subcentros nos permite evaluar provisionalmente la tendencia hacia el policentrismo de la región, un análisis más riguroso debe tener también en cuenta el porcentaje de empleo total que concentran, ya que una situación donde aumentase el número de subcentros pero se redujese el porcentaje de empleo que representan, difícilmente es compatible con la idea de que aumente el policentrismo de la región.

Dividiendo la Región Metropolitana de Barcelona en tres grandes zonas, *Barcelona más Conurbación (Agglomeración Central)*, *Subcentros* y el *Resto de la RMB*, es posible calcular el peso relativo de cada una de estas zonas en el empleo de la región y cuál es su evolución entre 1991 y 2003.

Para el caso del conjunto del empleo manufacturero, Tabla 5, la zona de *Barcelona más Conurbación* presenta unos porcentajes elevados de empleo en ambos años. Esta evidencia ya ha sido destacada por otros autores, e incluso ha sido utilizada para poner en entredicho el supuesto policentrismo de la Región Metropolitana de Barcelona, como en Asensio (2000). En el periodo temporal considerado, no obstante, el peso de Barcelona y su primera corona se reduce. Respecto al empleo que contienen los *Subcentros* identificados, pasan de representar una proporción del 17% en 1991 a casi el 25% en 2003. De esta manera, el crecimiento en el número de subcentros viene acompañado por un aumento en su peso sobre el empleo de la región. En el caso del *Resto de la RMB*, el conjunto de la manufactura experimenta un aumento en su peso relativo, siendo el valor final de 2003 del 31%, ligeramente superior al que presenta el conjunto de *Subcentros*.

Tabla 5 Empleo intrametropolitano en la RMB, 1991-2003: Manufactura y subsectores

	<i>Barcelona+Conurbación</i>		<i>Subcentros de Empleo</i>		<i>Resto de la RMB</i>	
	1991	2003	1991	2003	1991	2003
<i>Manufactura</i>	272,608 (58.16%)	176,989 (44.13%)	81,469 (17.38%)	98,766 (24.63%)	114,669 (24.46%)	125,320 (31.25%)
<i>02 Alimentación</i>	20,295 (55.96%)	14,977 (46.02%)	9,114 (25.13%)	10,064 (30.92%)	6,857 (18.91%)	7,506 (23.06%)
<i>03 Textil</i>	34,268 (41.73%)	14,287 (29.13%)	28,950 (35.25%)	17,871 (36.43%)	18,906 (23.02%)	16,891 (34.44%)
<i>04 Madera</i>	11,602 (51.18%)	7,601 (34.47%)	4,719 (20.82%)	8,633 (39.15%)	6,347 (28.00%)	5,816 (26.38%)
<i>05 Papel</i>	28,111	24,419	6,055	9,867	6,611	6,746

	(68.94%)	(59.51%)	(14.85%)	(24.05%)	(16.21%)	(16.44%)
06 Química	60,826 (61.71%)	38,881 (45.63%)	18,816 (19.09%)	24,988 (29.33%)	18,921 (19.20%)	21,338 (25.04%)
07 Metalurgia	42,139 (51.37%)	21,605 (35.40%)	24,322 (29.65%)	17,963 (29.43%)	15,567 (18.98%)	21,468 (35.17%)
08 Maquinaria	38,289 (59.67%)	27,761 (43.51%)	14,111 (21.99%)	22,458 (35.20%)	11,766 (18.34%)	13,580 (21.29%)
09 Vehículos de Motor	37,078 (87.96%)	27,458 (59.23%)	2,748 (6.52%)	13,945 (30.08%)	2,328 (5.52%)	4,952 (10.68%)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de afiliados a la Seguridad Social.

Para el caso de los subsectores industriales, en términos generales se obtienen conclusiones parecidas. En primer lugar, el centro de la región, *Barcelona más Conurbación*, pierde peso relativo en favor de los *Subcentros* y/o del *Resto de la RMB*. En segundo lugar, los *Subcentros* acumulan un porcentaje elevado de empleos que, con la excepción de la Metalurgia, aumenta entre los dos años considerados. En tercer lugar, el peso del *Resto de la RMB* sobre el empleo de la región también es importante y crece entre los dos años considerados. No obstante, a diferencia de lo que sucede con el total de empleo manufacturero y con la Metalurgia, los subsectores manufactureros concentran más puestos de trabajo en los *Subcentros* que en el *Resto de la RMB* en 2003.

En definitiva, estos datos confirman la existencia de un proceso de redistribución del empleo manufacturero desde el centro hacia la periferia. Este proceso de descentralización, que ya fue detectado mediante las estimaciones y gráficos LWR, beneficia en términos de concentración de empleo a los *Subcentros* y al *Resto de la RMB*. Si, además, se tiene en cuenta que, en el caso de los *Subcentros*, este empleo se reparte entre un número reducido de municipios, se puede concluir que los subcentros de empleo tienen un protagonismo importante y que, a pesar de su macrocefalia (muy elevada proporción de empleo en el centro de la región), se confirma provisionalmente la hipótesis del policentrismo de la RMB¹⁷.

4.5 Localización de los subcentros identificados en la RMB

Inspección visual mediante mapas

Un primer instrumento que permite abordar el patrón de localización de los subcentros es la inspección visual de *Mapas* donde los municipios-subcentro de empleo aparecen señalados. Para el caso de los grandes sectores, los Mapas 2 muestran la localización de los subcentros identificados en 1991 y 2003 para la manufactura en su conjunto. En este caso, los subcentros se localizan principalmente en las inmediaciones de la confluencia entre la autopista C58 y el "by-pass" de la AP7/B30, siendo a lo largo de estos dos ejes viarios donde aparecen los nuevos subcentros en 2003. Además, dos de los principales subcentros, Granollers y Mataró, se localizan al norte de la AP7 y de la C32.

Para el caso de los subsectores de manufactura, Mapas 2, a grandes rasgos se reproduce el esquema de localización que obteníamos en el conjunto, esto es, los subcentros principalmente se localizan en el cuadrante que forman la B30 (AP7), la C58, la A2 y el límite del CBD y su conurbación, sobretodo en la confluencia de las dos primeras. Aunque la tendencia temporal, en términos generales, es llenar este espacio, en algunos subsectores

¹⁷ En la tesis doctoral se verifica este resultado con la estimación de una función de densidad exponencial linealizada en la que se añade la inversa de la distancia al subcentro más próximo. Los resultados confirman el carácter policéntrico de la región en los sectores industriales.

manufactureros los subcentros proliferan a lo largo de alguna de estas vías, más allá del cuadrante, como, por ejemplo, la Química y los Vehículos de Motor, cuyos subsectores, entre 1991 y 2003, se extienden a lo largo de la AP7 en dirección norte y sur.

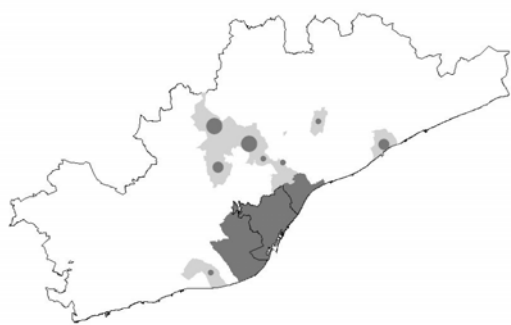
En conjunto, por tanto, la localización de los subcentros de empleo en las diferentes desagregaciones sectoriales tiene un denominador común: la proximidad a las principales infraestructuras viarias de transporte. Este tipo de localización permite una gran accesibilidad a todo el territorio metropolitano, así como al resto de Cataluña, a España y a Europa, lo cual explica el crecimiento del empleo manufacturero en la confluencia de los principales ejes viarios.

Mapas 2 Localización de los subcentros de empleo, 1991-2003: Manufactura y subsectores

1991

Manufactura

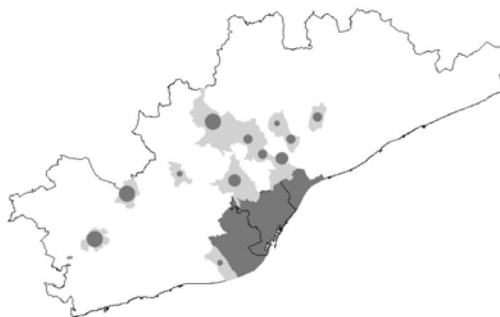
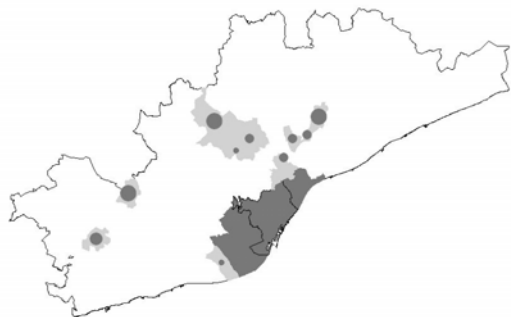
2003



1991

02 Alimentación

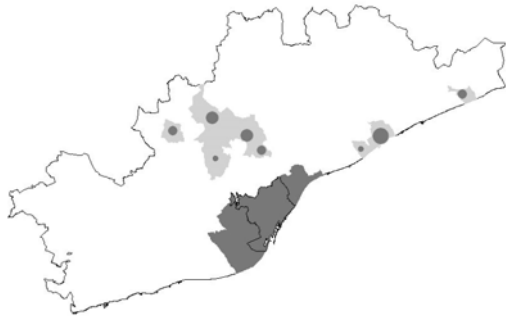
2003



1991

03 Textil

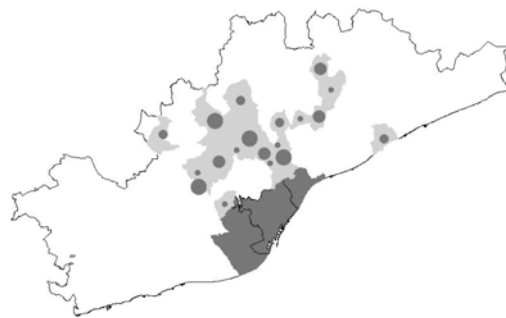
2003



1991

04 Madera

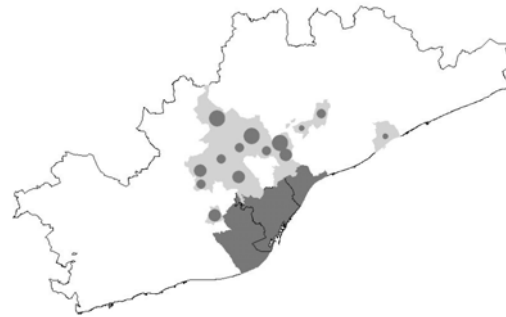
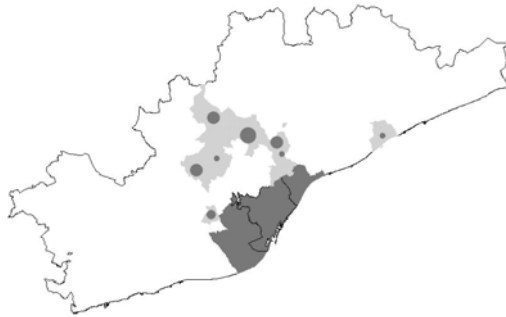
2003



1991

05 Papel

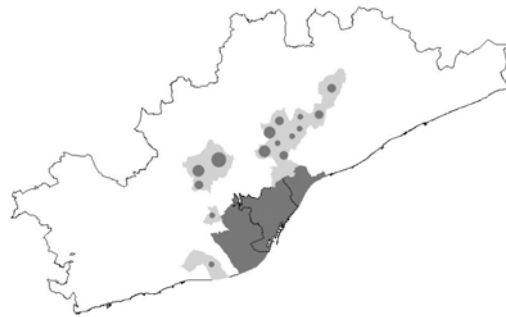
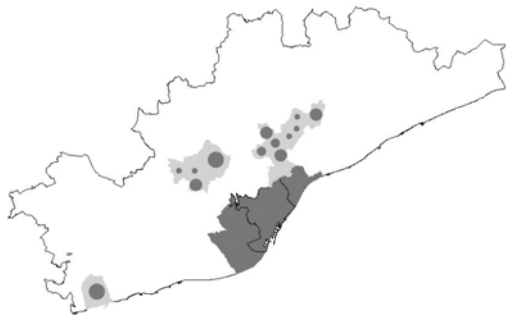
2003



1991

06 Química

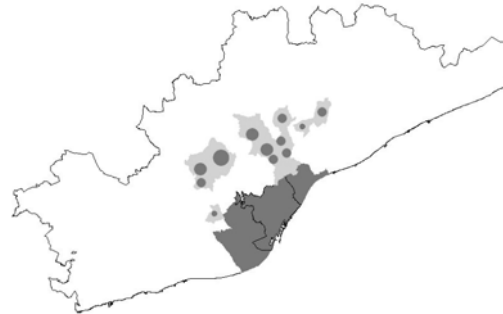
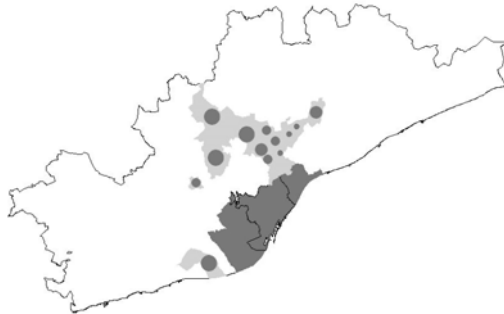
2003



1991

07 Metalurgia

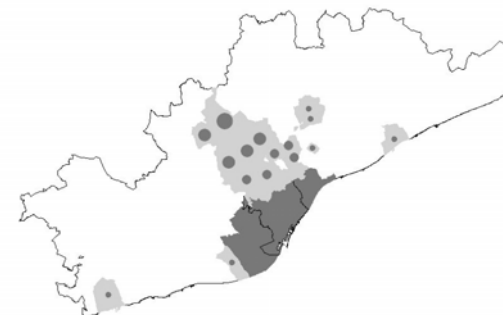
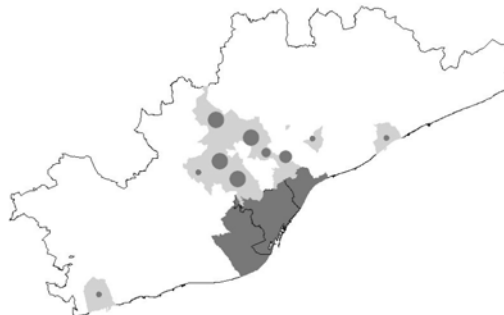
2003



1991

08 Maquinaria

2003



1991

09 Vehículos de Motor

2003



Fuente: Elaboración propia.

Proximidad entre subcentros y su distancia al centro

Para evaluar el grado de proximidad o separación espacial se utiliza el *índice de Separación espacial*, donde el conjunto de subcentros es la máxima referencia espacial. Para el sector k :

$$SE^k(t) = \sum_i \sum_j (s_i^k(t) s_j^k(t) d_{ij})$$

donde ahora d_{ij} son las distancias bilaterales entre los subcentros de empleo considerados y $s_i^k(t) = Emp_i^k(t) / \sum_i Emp_i^k(t)$ es la proporción de empleo que concentra el subcentro i respecto el conjunto de subcentros.

En segundo lugar, para evaluar el grado en que los subcentros y su empleo se separan o se aproximan al CBD se utiliza la *Distancia media ponderada al CBD* en la que, de manera similar al indicador anterior, se tiene en cuenta la proporción de empleo que acumula cada subcentro. Es decir, para el sector k ésta se calcula como:

$$DCBD^k(t) = \sum_i (d_{i,CBD} s_i^k(t))$$

donde $d_{i,CBD}$ es la distancia entre el subcentro i y el CBD.

Tabla 6 Separación espacial y localización de los subcentros, 1991-2003: Manufactura y subsectores

	$SE^k(t)$		$DCBD^k(t)$	
	1991	2003	1991	2003
<i>Manufactura</i>	16.94	13.97	20.74	19.46
<i>02 Alimentación</i>	23.22	21.51	24.14	22.53
<i>03 Textil</i>	19.59	19.16	25.12	25.44
<i>04 Madera</i>	14.29	15.73	22.25	20.44
<i>05 Papel</i>	14.79	13.57	18.38	17.31
<i>06 Química</i>	19.09	14.58	20.38	18.18
<i>07 Metalurgia</i>	14.97	11.27	17.84	16.55
<i>08 Maquinaria</i>	15.32	15.12	18.62	18.84
<i>09 Vehículos de Motor</i>	4.02	21.96	17.40	22.91

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de afiliados a la Seguridad Social.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de ambos indicadores para las diferentes desagregaciones sectoriales consideradas en los años 1991 y 2003. Así, en el caso de la separación espacial de los subcentros, en el conjunto de la manufactura el empleo que éstos concentran tiende a aproximarse espacialmente. Este comportamiento, además, se reproduce en la mayoría de los subsectores productivos, excepto en Madera y, sobretudo, Vehículos de Motor.

En relación a la localización de los subcentros de empleo respecto al CBD, en general, tal y como se dedujo de los mapas de localización, entre los dos años considerados hay una aproximación al centro de la metrópolis. Las únicas excepciones a este proceso son los subsectores de Maquinaria, Textil y Vehículos de Motor.

5. ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN Y ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO INDUSTRIAL EN LA RMB

Este trabajo de investigación se fundamenta en la relación entre economías de aglomeración y estructura espacial del empleo. Las economías de aglomeración¹⁸ estimulan la concentración del empleo industrial, manteniendo un elevado porcentaje de empleo en el centro y subcentros periféricos. Estas concentraciones de empleo afectan a su vez a la distribución espacial del resto de empleo de la región.

5.1 Variables

Tal y como se señaló anteriormente, los datos utilizados proceden de los registros sobre *Afiliados a la Seguridad Social* entre 1991 y 2003, ambos años inclusive, y con una desagregación sectorial de 8 subsectores industriales más el conjunto de la manufactura. Estos datos se utilizan para el cálculo de las variables que a continuación se detallan y sobre las que no se aplican logaritmos neperianos. Esto se debe a que algunas de ellas contienen datos con valores próximos a cero o ceros (no todos los municipios tienen empleo en todos los sectores, durante todos los años).

La variable dependiente de esta investigación es la variación en la concentración municipal de empleo sectorial y se calcula como la variación entre dos años del peso que a nivel municipal tiene el empleo en un determinado sector con respecto al volumen total de empleo de ese sector en la Región Metropolitana de Barcelona¹⁹. Esto es,

$$Pes_{i,s,t_1} - Pes_{i,s,t_0} = \frac{Emp_{i,s,t_1}}{\sum_i Emp_{i,s,t_1}} - \frac{Emp_{i,s,t_0}}{\sum_i Emp_{i,s,t_0}}$$

donde i hace referencia a la unidad espacial de referencia, el municipio; s al subsector analizado; y t al año considerado.

Las variables explicativas utilizadas son consideradas en el momento t_0 , es decir, en el momento inicial, que varía según se busquen efectos a largo plazo o a corto plazo. "(...) Esto es consistente con el retardo observado entre la emergencia de las fuerzas de aglomeración y su impacto real en la relocalización de las empresas y en el crecimiento regional (...)" (Combes, p. 336, 2000).

Estas variables pueden agruparse en dos grandes categorías. En primer lugar, las que pretenden captar economías de aglomeración con una incidencia espacial metropolitana y que, por lo tanto, benefician con mayor o menor intensidad a cualquier municipio de la región. En segundo lugar, las variables representativas de economías de aglomeración cuyos efectos se reducen a ámbitos espaciales puramente locales y, por lo tanto, no tienen ninguna incidencia sobre el resto de la región. En ambos casos, además, se pueden establecer otras tipologías atendiendo al origen sectorial de las economías de aglomeración, al grado de competencia del mercado, etc.

¹⁸ En la tesis doctoral se realiza un análisis exhaustivo de las economías de aglomeración, teniendo en cuenta sus ámbitos de acción: sectorial, temporal y espacial.

¹⁹ Nótese que, al igual que en Combes (2000), la variable dependiente ya está recogiendo la dinámica del sector en el conjunto de la región, motivo por el que no se incluye como variable explicativa. Además, la mayoría de variables explicativas también incorporan esta normalización.

El primer tipo de variables pretende capturar el acceso a las *economías de aglomeración* que operan en el *ámbito metropolitano* y que emergen de la proximidad al empleo total de la región, pero también respecto al empleo estrictamente del sector objeto de análisis, o, simplemente, a las ventajas locacionales de la región asociadas a su accesibilidad viaria.

Puesto que un porcentaje importante del empleo total se concentra en el municipio de Barcelona, el CBD, y puesto que éste, además, exhibe una estructura sectorial marcadamente diversificada y con una presencia masiva de servicios especializados, se supone que de este centro emergen *economías de urbanización* que, en mayor o menor medida, benefician a cada una de las localizaciones de la RMB. De esta manera, por lo tanto, una primera variable para captar la influencia de estas economías de aglomeración es la distancia física que separa cada municipio del centro de la región²⁰:

$$d_{CBD_i}$$

Trabajar con una distancia directa para el caso del CBD implica suponer un efecto lineal de las *economías de urbanización*. La interpretación del coeficiente estimado de la distancia al CBD se puede realizar directamente, es decir, un coeficiente negativo indica que el crecimiento de la concentración municipal de empleo es menor a medida que nos alejamos del CBD y, por tanto, menor la influencia de las *economías de urbanización* subyacentes. Por último, al tratarse de una distancia física referente a un municipio que siempre es catalogado como CBD, los datos asociados a esta variable evidentemente no cambian con el tiempo.

Además del CBD, a lo largo del trabajo también se han identificado una serie de municipios que, bajo la etiqueta de *subcentros especializados de empleo*, concentran una proporción relevante del empleo industrial de la RMB. Una primera variable que pretende capturar la presencia de las *economías de localización* que emergen desde estos subcentros especializados hacia el resto de la ciudad es, análogamente al caso del CBD, la distancia física que separa estos municipios de los del resto de la región. No obstante, a diferencia del caso anterior, ahora existe más de un municipio-subcentro de referencia, por lo que es posible que aparezcan problemas, sobretodo de tipo econométrico. En este sentido, siguiendo los trabajos de McMillen y McDonald (1998), McDonald y McMillen (2000), McMillen y Lester (2003) y McMillen (2004), entre otros, se utiliza una única variable que recoge la *inversa de la distancia de cada municipio respecto al subcentro especializado más próximo*²¹. Con el uso de esta variable de síntesis se consiguen reducir algunos problemas de multicolinealidad entre esta variable y otras variables explicativas como, por ejemplo, la distancia al CBD.

$$d_{SUB_{i,s},0}^{-1}$$

Hay que señalar que, a diferencia de la distancia al CBD, trabajar con una distancia invertida para el caso de los subcentros implica reconocer un efecto no lineal de ésta y, además, que la influencia espacial del CBD es mayor que la de los subcentros. Por otro lado, la lectura del coeficiente estimado para la inversa de la distancia al subcentro más próximo es la contraria a la que expresa el signo estimado, es decir, un coeficiente positivo indica que el crecimiento de la concentración de empleo es menor a medida que nos alejamos del subcentro de empleo considerado y, por tanto, menor la influencia de las *economías de localización* subyacentes. Como estos subcentros especializados no siempre son los mismos, sino que su número y composición pueden cambiar cada año y, por lo tanto, esta distancia, a diferencia de la distancia a Barcelona, también puede variar en el tiempo.

²⁰ Para su cálculo se ha hecho uso de un programa GIS con el que se han calculado las distancias "a vuelo de pájaro" desde el centroide de cada municipio al centroide del municipio de Barcelona.

²¹ Al igual que en el caso de la distancia al CBD, esta distancia al subcentro más próximo se calcula también con un GIS y hace referencia a la distancia de centroide a centroide.

Otro determinante metropolitano de la localización es la accesibilidad a las infraestructuras de transporte, especialmente a la red viaria. En Sullivan (1986) se justifica la emergencia del subcentro-anillo por la presencia de una autopista con forma de circunferencia situada alrededor del CBD. De esta manera, por lo tanto, una mayor proximidad a la red viaria de la ciudad puede proporcionar *ventajas de localización* (McMillen y McDonald, 1998) como, por ejemplo, un buen acceso del producto a los mercados, tanto intrametropolitanos como internacionales, dando lugar a ventajas derivadas de la accesibilidad respecto a la demanda. Sin embargo, la localización próxima a estas infraestructuras también captura el acceso a las economías de aglomeración que no dependen de un municipio determinado, sino del conjunto de la región, conocidas como *economías de red* y que, a diferencia de las anteriores, se basan en la accesibilidad respecto a la oferta (Trullén et al., 2002; Boix, 2004).

Siguiendo a McMillen y McDonald (1998) para captar este tipo de ventajas, en el modelo empírico se incluye una variable que recoge el *tiempo (minutos) de acceso a la vía preferente más próxima*.

$$t_{INFR_{t_0}}$$

De manera análoga a la distancia al CBD, un coeficiente negativo (positivo) indica que el aumento en la concentración municipal del empleo es menor (mayor) a medida que aumenta la distancia temporal a la vía preferente.

Un segundo grupo de variables pretende capturar los efectos de las *economías de aglomeración de ámbito local*, municipal o supramunicipal, que dependen de su *composición sectorial*, del grado de *competencia empresarial* local, así como de los problemas de *congestión*.

Tal y como se argumenta en la tesis doctoral, para la definición de las variables supramunicipales se utiliza un criterio de proximidad espacial. Mediante este criterio, y utilizando las distancias entre centroides, los ámbitos supramunicipales se definen como el conjunto de municipios que se sitúan a una determinada distancia del de referencia. Entre las posibles alternativas se calculan variables supramunicipales tipo *Resto del potencial de área*²², es decir, calculadas sin incluir el municipio de referencia y, por el contrario, considerando la distancia que separa estos municipios del de referencia. Para el caso que nos ocupa se definen cuatro ámbitos supramunicipales formados por aquellos municipios situados a un radio de 5, 8, 12 y 16 kilómetros del de referencia, respectivamente.

La presencia de economías de aglomeración asociadas a una *estructura productiva especializada* se controla utilizando el ratio entre la cuota de empleo del sector *s* en el municipio *i* dividido por la cuota del sector a nivel metropolitano. Cuanto mayor sea el valor del ratio, mayor es el grado de especialización relativa presente en el municipio considerado. En este caso, la obtención de un coeficiente estimado positivo señala la presencia en este ámbito local de *economías de especialización*.

$$Spe - m_{i,s,t_0} = \frac{Emp_{i,s,t_0} / Emp_{i,t_0}}{\sum_i Emp_{i,s,t_0} / \sum_i Emp_{i,t_0}}$$

$$Spe - rp_{i,s,t_0} = \frac{\sum_{j \neq i} (Emp_{j,s,t_0} / d_{ij}) / \sum_{j \neq i} (Emp_{j,t_0} / d_{ij})}{\sum_i Emp_{i,s,t_0} / \sum_i Emp_{i,t_0}}$$

²² Como ejemplo de cálculo se presenta el caso del índice de especialización relativa. El resto de variables se calculan análogamente.

Respecto las economías de aglomeración relacionadas con una *estructura productiva diversificada* utilizamos el índice de diversidad que, siguiendo el procedimiento de cálculo propuesto por Combes (2000), capta directamente el grado de diversificación del municipio. Este índice se calcula para cada municipio-sector mediante el cociente entre la inversa de las cuotas al cuadrado del empleo que representan el resto de sectores en el municipio respecto a la inversa de estas proporciones calculadas a escala metropolitana. Cuanto mayor sea el valor del ratio, mayor será la diversidad productiva relativa.

$$Div_{-m_{i,s,t_0}} = \frac{1 / \sum_{\substack{s'=1 \\ s' \neq s}}^S \left(\frac{Emp_{i,s',t_0}}{Emp_{i,t_0} - Emp_{i,s,t_0}} \right)^2}{1 / \sum_{\substack{s'=1 \\ s' \neq s}}^S \left(\frac{\sum_i Emp_{i,s',t_0}}{\sum_i Emp_{i,t_0} - \sum_i Emp_{i,s,t_0}} \right)^2}$$

donde S es el número total de sectores; s es el sector sobre el que se calcula el indicador y s' el resto de sectores. La presencia de *economías de diversidad de ámbito local* vendrá reflejada por la obtención de un signo estimado positivo para esta variable.

En tercer lugar, relacionado con las economías de aglomeración locales, se introduce una variable que mide la *dimensión relativa de las empresas* en el municipio en términos del número de trabajadores por empresa.

$$Dim_{-m_{i,s,t_0}} = \frac{\frac{Emp_{i,s,t_0}}{Empr_{i,s,t_0}}}{\frac{\sum_i Emp_{i,s,t_0}}{\sum_i Empr_{i,s,t_0}}}$$

donde $Empr_{i,s,t_0}$ es el número de empresas del sector s localizada en el municipio i en el momento inicial t_0 .

La literatura empírica presenta dos interpretaciones para este indicador. Mientras que Combes (2000) y O'hUallacháin y Satterthwaite (1992) utilizan esta variable para contrastar la existencia de *economías internas a escala*, Glaeser et al. (1992) utilizan la inversa de este indicador para medir el *grado de competencia en el municipio*. Adoptando esta última interpretación por ser la más habitual, la obtención de un signo negativo señalará la existencia de *economías de competencia* que, en un contexto dinámico y junto con una evidencia empírica favorable a la existencia de *economías de especialización* o a la de *economías de diversidad*, se asocian a las *externalidades dinámicas tipo Porter* y a las *externalidades dinámicas tipo Jacobs*, respectivamente. Por el contrario, la obtención de un coeficiente estimado positivo en esta variable señalará la existencia de *deseconomías de competencia* que, en un contexto dinámico y junto con la presencia de *economías de especialización*, se asocian a *externalidades dinámicas tipo MAR*.

La última variable considerada, la densidad total de empleo presente en cada municipio en el inicio del periodo, pretende capturar los *efectos de la congestión*.

$$D_{-m_{i,t_0}} = \frac{Emp_{i,t_0}}{Sup_i}$$

La obtención de un coeficiente negativo y significativo mostraría la existencia de *deseconomías de aglomeración asociadas a la congestión* (Combes, 2000). Por el contrario, un signo positivo y significativo del coeficiente indicaría la presencia de *economías de urbanización* a escala municipal (Combes, 2000).

Tabla 7 Tipo y ámbito espacial de las economías de aglomeración

<i>Variables</i>	<i>Economías de aglomeración</i>	<i>Ámbito espacial</i>
Distancia a Barcelona	Economías de urbanización	Metropolitano
Distancia subcentro más próximo	Economías de localización	Metropolitano
Tiempo de acceso de infraestructuras	Ventajas de localización (economías de red + acceso demanda)	Metropolitano
Estructura especializada productiva	Economías de especialización	Local (municipal o supramunicipal)
Estructura diversificada productiva	Economías de diversidad	Local (municipal o supramunicipal)
Dimensión media empresas	Economías de competencia	Local (municipal o supramunicipal)
Densidad total de empleos	Economías de urbanización o congestión	Local (municipal o supramunicipal)

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Modelo empírico y estrategia de estimación

Teniendo en cuenta las variables definidas anteriormente (Tabla 7), el análisis de los determinantes de los cambios en la estructura espacial del empleo en términos de economías de aglomeración se lleva a cabo a partir de un modelo empírico con cuatro especificaciones. Cada una de estas alternativas se deriva de considerar cuatro radios posibles para la construcción de las variables supramunicipales. De esta manera, las diferentes especificaciones de la ecuación (2) sólo se diferencian en la dimensión del ámbito supramunicipal considerado, con radios de 5, 8, 12 y 16 kilómetros, respectivamente.

$$\begin{aligned}
 Pes_{i,s,t_1} - Pes_{i,s,t_0} = & \gamma_0 + \gamma_1 d_{CBD_i} + \gamma_2 d_{SUB_{i,s,t_0}}^{-1} + \gamma_3 t_{INFR_{i,t_0}} \\
 & + \gamma_4 Spe_{i,s,t_0} + \gamma_5 Spe_{rp_{i,s,t_0}} + \gamma_6 Div_{i,s,t_0} + \gamma_7 Div_{rp_{i,s,t_0}} \\
 & + \gamma_8 Dim_{i,s,t_0} + \gamma_9 Dim_{rp_{i,s,t_0}} + \gamma_{10} D_{i,t_0} + \gamma_{11} D_{rp_{i,t_0}}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

donde los subíndices *i* y *s* hacen referencia al municipio y al subsector, respectivamente.

Con el objetivo de obtener *efectos a largo plazo*²³, las diferentes especificaciones de esta ecuación se estiman utilizando los datos de los dos años extremos, esto es, construyendo la variable dependiente con el año inicial, 1991, y el final de la muestra, 2003, y las variables explicativas con el inicial. En este caso, si se dispone de una muestra de años suficientemente grande, los resultados pueden interpretarse en clave de *externalidades dinámicas*, tal y como

²³ En la tesis doctoral también analizan los efectos a corto plazo.

proponen Glaeser et al. (1992) y Henderson et al. (1995), a partir de los modelos de crecimiento endógeno de Romer (1986) y Lucas (1988).

En este caso, se realiza una estimación global en forma de *pool* para el conjunto de la manufactura, así como para cada uno de los subsectores industriales considerados. Cada estimación se realiza por Mínimos cuadrados ordinarios donde, para corregir la presencia de heterocedasticidad en la muestra *cross-section*, los errores estándar y la matriz de covarianzas son calculados por el método de White (1980).

5.3 Resultados

Tal y como se comentaba anteriormente, estos efectos se obtienen al estimar la variación del peso relativo del empleo municipal entre 1991 y 2003 respecto las variables explicativas en sus valores de 1991. La Tabla 8 muestra los resultados para el total de la industria en cada una de las cuatro especificaciones alternativas de la ecuación (2).

Tabla 8 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003: Efectos municipales y de resto de potencial de área a largo plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.005*** (4.54)	0.003*** (2.38)	-0.001 (-0.67)	-0.003** (-1.82)
d_{CBD}	-0.0001*** (-5.25)	-0.0001*** (-2.88)	0.0001** (1.87)	0.0001*** (3.33)
$d_{SUB_{s,1991}}^{-1}$	0.008*** (4.21)	0.009*** (4.66)	0.010*** (4.78)	0.008*** (4.35)
$t_{INFR_{1991}}$	-0.0001*** (-3.32)	-0.0001*** (-3.31)	-0.0001*** (-3.87)	-0.0001*** (-3.91)
$Spe_{-m_{s,1991}}$	-0.0001** (-1.73)	-0.0001* (-1.37)	-0.0001 (-1.25)	-0.0001 (-1.04)
$Spe_{-rp_{s,1991}}$	1E-06 (0.02)	-3E-06 (-0.03)	4E-05 (0.38)	0.0002* (1.39)
$Div_{-m_{s,1991}}$	0.005*** (3.48)	0.006*** (3.83)	0.003** (1.89)	0.003*** (2.42)
$Div_{-rp_{s,1991}}$	0.001 (0.78)	-0.001 (-1.01)	0.0004 (0.26)	-0.001 (-0.59)
$Dim_{-m_{s,1991}}$	-0.001*** (-2.54)	-0.001*** (-2.89)	-0.001*** (-2.71)	-0.001*** (-2.58)
$Dim_{-rp_{s,1991}}$	-0.0003 (-0.81)	0.0002 (0.52)	0.0004 (0.57)	0.001 (0.58)
$D_{-m_{1991}}$	-0.002*** (-6.07)	-0.002*** (-6.21)	-0.002*** (-6.35)	-0.002*** (-6.30)
$D_{-rp_{1991}}$	0.001*** (5.09)	0.001*** (5.03)	0.001*** (5.37)	0.001*** (5.03)
\bar{R}^2	0.5766	0.5814	0.5910	0.5854
<i>Akaike</i>	-6.5756	-6.5870	-6.6101	-6.5967
<i>F – stat</i>	161.32***	164.52***	171.08***	167.25***
<i>Observaciones</i>	1296	1296	1296	1296

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

No obstante, antes de pasar a comentar los resultados, es necesario escoger entre las especificaciones según el tipo de variable municipal considerada. Teniendo en cuenta los problemas de multicolinealidad entre las variables supramunicipales y sus homónimas municipales, y entre las primeras y la distancia al CBD, la selección se realiza combinando el *criterio de información de Akaike* con el examen de los posibles problemas de correlación entre las variables explicativas. Es decir, se escoge aquella especificación que minimiza el valor de este estadístico y que presenta menores problemas.

Teniendo presente que los valores de este indicador, así como el de la bondad de ajuste, son muy similares entre los diferentes ámbitos supramunicipales, para el caso de la manufactura en su conjunto, el criterio de *Akaike* es mínimo cuando las variables supramunicipales son calculadas para un radio de 12 kilómetros (Tabla 8). En el caso de los subsectores, sólo en tres se selecciona directamente este radio, mientras que con el resto se selecciona este radio después de tener en cuenta los problemas de multicolinealidad comentados anteriormente.

a) Resultados: Efectos

a.1) Manufactura

Los resultados del modelo empírico estimado en cada una de sus especificaciones presentan una bondad de ajuste similar que se sitúa entorno el 57-59% de capacidad explicativa. Esta similitud entre especificaciones se reproduce en gran parte en los coeficientes y signos estimados, así como en su significatividad.

Efectos metropolitanos

Los resultados que ofrece la especificación de 12 kilómetros parecen confirmar la presencia de economías y deseconomías de aglomeración en la Barcelona metropolitana. Desde el *ámbito metropolitano* la obtención de un coeficiente estimado positivo y significativo para el caso de la inversa de la distancia al subcentro especializado más próximo, confirma la presencia de *economías de localización* que emergen desde estos municipios-subcentros y que benefician, con mayor o menor intensidad según su proximidad, al resto de municipios de la región.

Para el caso de la distancia al CBD, se obtiene un signo positivo y significativo, indicando que el aumento en la concentración municipal se produce en localizaciones alejadas del municipio de Barcelona. Este hecho parece indicar que la proximidad al centro de la región es negativa y, por tanto, dado el carácter complejo y diverso del municipio, indica la existencia de *deseconomías de urbanización*, probablemente ligadas a la *congestión* del municipio²⁴.

Por último, en este ámbito de 12 kilómetros, el signo negativo y significativo del acceso a la infraestructura viaria preferente confirma la presencia de *ventajas de localización* basadas en el acceso a la oferta y/o a la demanda de la región. De esta manera, el papel de la infraestructura se presenta como relevante para entender los cambios en la estructura espacial de la región.

Efectos locales – municipales

En el *ámbito municipal*, el efecto significativo y positivo de la variable de *diversidad productiva* confirma la presencia de *economías de diversidad productiva*. El signo negativo y significativo de la variable de *dimensión empresarial* señala la existencia de *economías de*

²⁴ La obtención también de un signo positivo en la especificación de 16 kilómetros, y de un signo negativo en las de 5 y 8 kilómetros nos hace pensar que, tal y como señala en la tesis doctoral con otros argumentos, cuando el ámbito supramunicipal es demasiado pequeño, todavía es necesaria y beneficiosa la localización próxima al CBD, pero cuando el ámbito supramunicipal considerado es suficientemente grande, las ventajas que antes se obtenían del centro ahora se obtienen localmente, de manera que de Barcelona sólo emergen efectos negativos.

competencia. Puesto que estos resultados se obtienen en un contexto dinámico, la combinación de los dos resultados anteriores nos permite hablar de la presencia de *externalidades dinámicas tipo Jacobs*.

No obstante, el efecto positivo de estas externalidades se ve frenado por el efecto en sentido contrario que generan las *deseconomías de aglomeración* asociadas a la *congestión municipal*, captadas mediante el coeficiente estimado negativo y significativo de la variable *densidad de empleo total*.

Efectos locales – supramunicipales

Entre las variables del *ámbito supramunicipal* que se han considerado en el modelo empírico, sin lugar a dudas la que ha resultado más exitosa es la *densidad total de empleos* que, a diferencia de su homónima municipal, presenta un signo positivo significativo y, por lo tanto, indica la existencia de *economías de urbanización generadas en el conjunto de municipios próximos*.

En cuanto a la *estructura productiva supramunicipal*, los resultados más insatisfactorios se encuentran tanto en la *especialización* como en la *diversidad productiva relativa*. Estas dos variables no resultan significativas. De esta manera, por lo tanto, parece ser que a *escala supramunicipal* no opera ningún tipo de *economía o deseconomía de especialización o de diversidad*.

Por último, si bien la *dimensión relativa media de las empresas a nivel supramunicipal*, a diferencia de su homónima municipal, presenta un coeficiente estimado positivo, éste resulta ser no significativo en este nivel de agregación sectorial.

a.2) Subsectores de manufactura

Al igual que en el conjunto de la manufactura, a nivel de subsectores manufactureros, Tabla 9, también se observa un aumento en la capacidad explicativa del modelo empírico, con valores situados entre el mínimo del 59% de la Alimentación y el máximo de casi el 77% de Vehículos de Motor.

Tabla 9 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003: Efectos municipales y de resto de potencial de área a largo plazo – Subsectores – 12 Km.

	02 Alimentación	03 Textil	04 Madera	05 Papel	06 Química	07 Metalurgia	08 Maquinarias	09 Vehículos
Constante	0.005 (1.07)	-0.006 (-1.20)	-0.005 (-1.03)	0.0004 (0.13)	-0.002 (-0.31)	-0.005 (-0.84)	-0.005 (-0.95)	-0.002 (-0.20)
d_{CBD}	-1E-06 (-0.01)	0.0001 (0.90)	3E-05 (0.44)	4E-06 (09.10)	0.0001* (1.40)	0.0001* (1.43)	0.0001 (1.14)	0.0001 (1.14)
$d_{SUB,1991}^{-1}$	0.007*** (2.21)	0.012** *	0.011*** (2.85)	0.006*** (2.83)	0.013** *	0.008** (1.68)	0.010*** (2.76)	0.063*** (4.15)
$t_{INFR,1991}$	-0.0001*** (-2.32)	-4E-05 (-0.90)	3E-06 (0.05)	-3E-05 (-1.15)	0.0001* * (-1.82)	-0.0001* (-1.49)	- 0.0001*** (-2.06)	- 0.0002** (-1.66)
$Spe_{m,1991}$	1E-06 (0.07)	0.0001 (0.42)	0.0004* ** (-2.16)	-0.0001 (-0.93)	0.0002 (0.48)	0.001 (0.67)	0.001* (1.55)	0.002*** (2.54)
$Spe_{rp,1991}$	-0.0001 (-0.53)	1E-05 (0.06)	0.0001 (0.29)	2E-05 (0.07)	0.0002 (0.28)	0.0002 (0.31)	0.001* (1.33)	0.004 (0.61)
$Div_{m,1991}$	-0.004* (-1.59)	0.005* (1.40)	0.003 (1.01)	0.003* (1.33)	1E-05 (0.00)	-0.0003 (-0.09)	0.004 (1.26)	0.017*** (2.99)
$Div_{rp,1991}$	2E-05 (0.01)	- 0.0001 (-0.03)	0.003 (0.84)	-0.001 (-0.45)	0.002 (0.48)	-0.0001 (-0.02)	0.004 (1.08)	-0.008 (-1.03)
$Dim_{m,1991}$	-0.001 (-1.25)	-1E-05 (-0.02)	0.001 (0.67)	-0.0004* (-1.39)	-0.002* (-1.36)	-0.002 (-0.64)	-0.004*** (-2.64)	- 0.050*** (-4.84)
$Dim_{rp,1991}$	-0.001 (-0.83)	0.002** (1.74)	0.001 (0.58)	0.0004 (0.80)	-0.002* (-1.54)	0.004 (1.13)	-0.002 (-0.96)	-0.017** (-1.88)
$D_{m,1991}$	-0.001*** (-3.62)	- 0.002** *	- 0.001*** (-3.92)	- 0.001*** (-4.39)	- 0.002** *	-0.001*** (-3.73)	-0.002*** (-3.75)	- 0.002*** (-5.43)
$D_{rp,1991}$	0.001*** (2.73)	0.001** *	0.001*** (2.39)	0.0005* ** (2.98)	0.001** * (3.75)	0.001*** (2.60)	0.001** (2.85)	0.002*** (3.68)
\bar{R}^2	0.5909	0.6604	0.6703	0.6857	0.7288	0.6061	0.6560	0.7687
Akaike	-7.1354	- 6.8564	-7.1362	-7.9905	-7.1086	-6.8655	-6.8978	-5.9705
F – stat	22.14***	29.47** *	30.76***	32.93***	40.34** *	23.53***	28.91***	49.63***
Obs.	162	162	162	162	162	162	162	162

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Efectos metropolitanos

Respecto los resultados obtenidos asociados al *ámbito metropolitano*, al igual que en la manufactura la obtención de un signo positivo y significativo en la inversa de la distancia al subcentro especializado más próximo señala la existencia de *economías de localización* que, en este caso, son detectadas en la totalidad de los subsectores considerados.

Con una incidencia menor, las *ventajas de localización* asociadas a la infraestructura viaria son presentes en cinco subsectores, tal y como se deriva de la obtención de un signo negativo y significativo de la variable asociada.

Por último, la distancia al CBD, además de no ser negativa en ocho subsectores, sólo es ligeramente significativa en dos de ellos. De esta manera, al igual que para el conjunto de la industria manufacturera, en estos dos sectores la proximidad a Barcelona tiene un efecto negativo debido a la presencia de *deseconomías de aglomeración* asociadas a la *congestión* del centro de la región.

Efectos locales – municipales

En el *ámbito municipal*, la *dimensión empresarial* sólo es negativa en dos de los subsectores, Maquinaria y Vehículos de Motor, presentando un signo negativo. Respecto la *diversidad productiva*, se vuelve a detectar la presencia de *economías de diversidad*, aunque sólo en el subsector de Vehículos de Motor. La combinación de estos dos resultados nos permite verificar, para el caso de los Vehículos de Motor, la existencia de *externalidades dinámicas tipo Jacobs*.

Aunque los resultados para el total de la manufactura no detectaban la presencia de *economías de aglomeración* asociadas a la especialización productiva, los resultados por subsectores indican que en Vehículos de Motor la *especialización* es significativamente ventajosa, mientras que en el caso de la Madera sucede lo contrario. En el primer subsector, teniendo en cuenta el resultado sobre la dimensión empresarial, se constata también la presencia de *externalidades dinámicas tipo Porter*. El subsector de Vehículos de Motor, por tanto, busca atmósferas municipales con una marcada concentración espacial en este sector respecto su propia presencia en la RMB (*externalidades Porter*) y donde, a la vez, exista una representación amplia del resto de sectores productivos presentes en el territorio metropolitano (*externalidades Jacobs*).

Por último, nuevamente los signos negativos y significativos de la *densidad total de empleo municipal* son evidencia a favor de la existencia de *deseconomías de urbanización* asociadas a la congestión del municipio.

Efectos locales – supramunicipales

Los resultados supramunicipales son prácticamente idénticos a los obtenidos en el conjunto de la manufactura, es decir, sólo se encuentra evidencia empírica favorable a la presencia de *economías de urbanización* asociadas a la *densidad de empleo total supramunicipal*. Además, para el caso exclusivo de Vehículos de Motor y de Textil, la *dimensión empresarial* es significativa. En el primer caso, su signo es evidencia empírica a favor de la existencia de un *efecto positivo de la competencia empresarial* en este ámbito espacial. Por el contrario, en el sector del Textil se obtiene un efecto positivo y significativo indicando que una elevada competencia local en un sector no hace crecer el empleo con más intensidad, sino todo lo contrario.

c) *Resultados: Elasticidades*

Puesto que las unidades de medida de las variables explicativas difieren en su escala, la detección de cuáles de estas economías y deseconomías de aglomeración son más importantes requiere del cálculo de sus elasticidades.

El cómputo de las elasticidades se realiza sobre las medias muestrales de cada variable, excepto para la variable dependiente que, al tratarse de la variación de la concentración municipal del empleo con respecto a su presencia total en la región de un año a otro, presenta una media igual a cero. En este caso se utiliza la media del peso relativo municipal del año final considerado (el 2003 en estas estimaciones a largo plazo).

En la Tabla 10 se muestran los principales resultados²⁵, en los que se indica qué elasticidades se corresponden con un nivel mínimo de significatividad estadística. Para el caso del conjunto de la industria, en general son las *economías y deseconomías de aglomeración asociadas a la densidad total de empleos* las que ejercen un mayor efecto sobre el cambio en la estructura espacial del empleo municipal. En este sentido, las *economías de urbanización del ámbito supramunicipal*, cuyo valor es de 0.58, no llegan a compensar los efectos negativos de la *congestión municipal*, siendo su valor de -0.86. A nivel de subsectores, en general, este esquema es muy similar. La excepción se encuentra en Vehículos de Motor, con elasticidades para esta variable de 1.51 y -1.22 en el ámbito municipal y supramunicipal, respectivamente.

**Tabla 10 Efectos municipales y de resto de potencial de área:
Elasticidades de largo plazo Manufactura y subsectores – 12 Km.**

	Manufactura	02 Alimentación	03 Textil	04 Madera	05 Papel
<i>Spe</i> _ <i>m</i> _{s,1991}	-0.0170	0.0002	0.0232	-0.1487*	-0.0137
<i>Spe</i> _ <i>rp</i> _{s,1991}	0.0074	-0.0275	0.0040	0.0167	0.0035
<i>Div</i> _ <i>m</i> _{s,1991}	0.1725*	-0.2804	0.3629	0.1771	0.1985
<i>Div</i> _ <i>rp</i> _{s,1991}	0.0538	0.0022	-0.0138	0.4499	-0.1622
<i>Dim</i> _ <i>m</i> _{s,1991}	-0.1141*	-0.1120	-0.0011	0.0759	-0.0536
<i>Dim</i> _ <i>rp</i> _{s,1991}	0.0573	-0.1839	0.4277*	0.1794	0.0712
<i>D</i> _ <i>m</i> ₁₉₉₁	-0.8650*	-0.6351*	-0.8757*	-0.7776*	-0.5307*
<i>D</i> _ <i>rp</i> ₁₉₉₁	0.5848*	0.4698*	0.6373*	0.4606*	0.3371*

²⁵ Las elasticidades asociadas a la distancia al CBD y la inversa de la distancia al subcentro especializado más próximo no se calculan por ser dos variables difícilmente influenciadas desde el ámbito político municipal: el alcalde de un municipio no puede cambiar su localización respecto al CBD y/o el subcentro especializado más próximo.

	06 Química	07 Metalurgia	08 Maquinaria	09 Vehículos Motor
<i>Spe</i> $_m_{s,1991}$	0.0456	0.1292	0.1714	0.1741*
<i>Spe</i> $_rp_{s,1991}$	0.0452	0.0456	0.2015	0.2386
<i>Div</i> $_m_{s,1991}$	0.0007	-0.0186	0.2902	1.2105*
<i>Div</i> $_rp_{s,1991}$	0.2518	-0.0089	0.5937	-1.0731
<i>Dim</i> $_m_{s,1991}$	-0.1626	-0.1992	-0.3838	-0.7749*
<i>Dim</i> $_rp_{s,1991}$	-0.2931	0.5104	-0.2097	-0.9423*
<i>D</i> $_m_{1991}$	-0.8805*	-0.7488*	-0.8370*	-1.2253*
<i>D</i> $_rp_{1991}$	0.6864*	0.5097*	0.5966*	1.5149*

* Variable significativa como mínimo al 10%.

El siguiente efecto en importancia lo producen las *economías de diversidad productiva municipal*, cuyos valores significativos son de 0.17, para el caso de la manufactura en su conjunto, y de 1.21, en el caso de Vehículos de Motor.

Con una menor incidencia, la *dimensión media de la empresa a escala municipal* presenta efectos negativos y significativos con valores de -0.11 y de -0.77 en el caso, nuevamente, de la manufactura y del subsector de Vehículos de Motor.

Para finalizar, sólo queda señalar que el sector en el que los efectos de las economías y deseconomías de aglomeración de ámbito local (municipal y supramunicipal) son más importantes es el de Vehículos de Motor.

6. CONCLUSIONES

La investigación realizada en este trabajo se ha centrado en el estudio de los determinantes que, en términos de *economías de aglomeración intrametropolitanas*, inciden sobre la *estructura espacial del empleo industrial* de la Región Metropolitana de Barcelona. Para llevar a cabo este análisis, previamente se ha caracterizado su estructura espacial y se ha examinado su evolución más reciente. El *vínculo formal* entre ambos conceptos se ha desarrollado en seis secciones, en las que se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Entre 1991 y 2003, la base económica de la Región Metropolitana de Barcelona continúa sujeta a un proceso de terciarización que se inició en los años setenta. Además, se corrobora la existencia de una importante concentración de empleo industrial en pocos municipios y en poca superficie de suelo, aunque existe un proceso de distribución territorial del empleo manufacturero que está provocando una reducción en sus niveles de concentración municipal y espacial. Todos estos procesos vienen acompañados, a su vez, por un aumento en la separación espacial del empleo industrial.
- Apoyados en la flexibilidad que proporciona el método de estimación Locally Weighted Regression, se ha estimado la estructura espacial del empleo industrial para el conjunto de la RMB. Los resultados gráficos muestran en general la existencia de máximos locales más allá del CBD y, por lo tanto, son evidencia empírica indirecta de

la existencia de una estructura espacial del empleo industrial de tipo policéntrico. La evolución temporal de la estructura espacial muestra la existencia de un proceso de descentralización del empleo, caracterizado por la caída de la densidad central y el aumento de las densidades periféricas. En la mayoría de los casos, además, el crecimiento periférico de densidades se concentra también en los candidatos a subcentro.

- Las metodologías para la identificación de subcentros de empleo se pueden catalogar en diversas categorías que requieren de diferentes niveles de conocimiento previo sobre el área objeto de estudio y, por tanto, implican diferentes grados de subjetividad. Aplicando una metodología específica basada en Giuliano y Small (1991), se identifican los subcentros especializados de empleo industrial de la RMB. Éstos muestran una tendencia clara a localizarse relativamente cerca del centro de la región, especialmente alrededor de las principales infraestructuras viarias, reduciéndose la distancia ponderada entre ellos, así como con respecto al CBD. El policentrismo de la RMB se acentúa con el tiempo, tal y como refleja el aumento en el número de subcentros y su acumulación cada vez mayor del empleo de la región.
- Los resultados de la estimación del modelo empírico que relaciona la estructura espacial con las economías de aglomeración intrametropolitanas confirman que los cambios detectados en la estructura espacial vienen impulsados por los efectos de largo plazo asociados a la presencia de economías y deseconomías de aglomeración de ámbito metropolitano y local (municipal y supramunicipal): el *trade off* entre la congestión del ámbito municipal y las economías de urbanización de ámbito supramunicipal, cuyo radio de acción más significativo es de 12 kilómetros, están condicionando los cambios en la distribución espacial del empleo. Con una importancia menor, el acceso a las economías de localización procedentes del subcentro especializado más próximo y a las economías de diversidad productiva municipal, que en algunos casos se corresponden con externalidades dinámicas tipo Jacobs, están también incidiendo sobre la reestructuración espacial del empleo.
- La elevada capacidad explicativa que presenta el modelo empírico propuesto todavía es susceptible de mejora si se incorpora a otros agentes que rivalizan con la actividad industrial por el uso del suelo. Concretamente, la inclusión de la dinámica de la población permitirá detectar la influencia que se ejercen mutuamente ambas actividades.

REFERENCIAS

- ANAS, A. ARNOTT, R. y K.A. SMALL** (1998) Urban spatial structure, *Journal of Economic Literature*, 36, pp. 1426-1464.
- ASENSIO, J.** (2000) Cambios en la forma urbana i demanda de transporte, Tesis Doctoral, Departament d'Economia Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona.
- AUTORITAT DEL TRANSPORT METROPOLITÀ** (1998) Diagnosi del sistema i directrius del Pla Director d'Infraestructures, Barcelona.
- BERTAUD, A.** (2002) The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence?, *World Development Report 2003, Dynamic Development in a Sustainable World, Background paper*.
- BERTAUD, A. y S. MALPEZZI** (2003) The spatial distribution of population in 48 world cities: Implications for economies in transition, mimeo.
- BOIX, R.** (2004) Redes de Ciudades i Externalidades, *Investigaciones Regionales*, 4, pp. 5-28.
- BURNS, M.C., M. BOIX y J. ROCA** (2001) Contrasting indications of polycentrism within Spain's metropolitan urban regions, Paper for the Eighth European Estate Society Conference, Alicante, Junio 26-29.
- CAMAGNI, R. y C. SALONE** (1993) Network urban structures in northern Italy: Elements for a theoretical framework, *Urban Studies*, 30, pp. 1053-1064.
- CAMAGNI, R., GIBELL, M.C. i P. RIGAMONTI** (2002) Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different pattern of urban expansion, *Ecological Economics*, 40, pp. 199-216.
- CENTRE DE POLÍTQUES DE SÒL I VALORACIONS** (2001) La caracterización territorial y funcional de las áreas metropolitanas españolas, mimeo.
- CICCONE, A. y R.E. HALL** (1996) Productivity and the density of economic activity, *The American Economic Review*, 86, pp. 54-70.
- CLEVELAND, W.S.** (1979) Robust locally-weighted regression and smoothing scatterplots, *Journal of the American Statistical Association*, 74, pp. 829-836.
- CLEVELAND, W.S. y S.J. DEVLIN** (1988) Locally weighted regression: An approach to regression analysis by local fitting, *Journal of the American Statistical Association*, 83, pp. 596-610.
- CLEVELAND, W.S., DEVLIN, S.J. y E. GROSSE** (1988) Regression by local fitting. Methods, properties, and computational algorithms, *Journal of Econometrics*, 37, pp. 87-114.
- COMBES, P-P.** (2000) Economic structure and local growth : France, 1984-1993, *Journal of Urban Economics*, 47, pp. 329-355.
- EUROPEAN COMMUNITIES** (1999) *European Spatial Development Perspective*, May, Postdam.
- EVANS, A.** (1976) Economic influences on social mix, *Urban Studies*, 13, pp. 247-260.
- GARCÍA, M.A.** (2006) Estructura espacial del empleo y economías de aglomeración: El caso de la industria en la Región Metropolitana de Barcelona, Tesis doctoral, Departament d'Economia Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona.
- GIULIANO, G. y K.A. SMALL** (1991) Subcenters in the Los Angeles region, *Regional Science and Urban Economics* 21, 163-182.
- GLAESER, E.L., KALLAL, H.D., SCHEINKMAN, J.A. y A. SHLEIFER** (1992) Growth in cities, *Journal of Political Economy*, 100, pp. 1126-1152.

- HALL, P., T. REY, H. GRACEY y R. DREWETT.** (1973) The containment of urban England. London: Allen & Unwin.
- HARRIS, T.F. y I.M. IOANNIDES** (2000) Productivity and metropolitan density, mimeo.
- HENDERSON, J.V., KUNCORO, A. y M. TURNER** (1995) Industrial development in cities, **Journal of Political Economy**, **103**, pp. **1067-1090**.
- KHAN, M.E.** (2000) The environmental impact of suburbanization, *Journal of Policy Analysis and Management*, **19**, pp. 569-586.
- LUCAS, R.E. Jr.** (1988) On the mechanics of economic development, *Journal of Monetary Economics*, **22**, pp. 3-42.
- MARTORI, J.C. y J. SURIÑACH** (2002) Urban population density functions: The Case of the Barcelona region, *Documents de Recerca, Universitat de Vic*, **6**, pp. 1-18.
- McDONALD, J.F.** (1987) The Identification of Urban Employment Subcenters, *Journal of Urban Economics*, **21**, pp. 242-258.
- McDONALD, J.F.** (1997) *Fundamentals of urban economics*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- McDONALD, J.F. y D.P. McMILLEN** (2000) Employment subcenters and subsequent real estate development in suburban Chicago, *Journal of Urban Economics*, **48**, pp. 135-147.
- McDONALD, J.F. y P.J. PRATHER** (1994) Suburban employment centres: The case of Chicago, *Urban Studies*, **31**, pp. 201-218.
- McMILLEN, D.P.** (1996) One hundred fifty years of land values in Chicago: A nonparametric approach, *Journal of Urban Economics*, **40**, pp. 100-124.
- McMILLEN, D.P.** (2001) Non-parametric employment subcenter identification, *Journal of Urban Economics*, **50**, pp. 448-473.
- McMILLEN, D.P.** (2003) 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.
- McMILLEN, D.P.** (2004) Employment densities, spatial autocorrelation, and subcenters in large metropolitan areas, *Journal of Regional Science*, **44**, pp. 225-243.
- McMILLEN, D.P. y T.W. LESTER** (2003) Evolving subcenters: Employment and population densities in Chicago, 1970-2020, *Journal of Housing Economics*, **12**, pp. 60-81.
- McMILLEN, D.P. y J.F. McDONALD** (1998) Suburban subcenters and employment density in metropolitan Chicago, *Journal of Urban Economics*, **43**, pp. 157-180.
- MINISTERIAL MEETING ON REGIONAL POLICY AND SPATIAL PLANNING** (1996) *European Spatial Planning*, Venice, 3rd and 4th May.
- MIRALLES, C.** (1997) *Transport i ciutat. Reflexió sobre la Barcelona contemporània*. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra: Servei de Publicacions.
- MMAMB** (1995) *Dinàmiques metropolitanes a l'àrea i la regió de Barcelona*, Serveis d'estudis territorials de la MMAMB.
- MMAMB** (2003) *El territori metropolità de Barcelona. Dades bàsiques, evolució recent i perspectives*, Serveis d'estudis territorials de la MMAMB.
- MUÑIZ, I. y A. GALINDO** (2001) Ecological sustainability and urban form, *Document de Treball*, 01.20, Departament d'Economia Aplicada.
- MUÑIZ, I. y A. GALINDO** (2005) Urban form and the ecological footprint of commuting. The case of Barcelona, *Ecological Economics*, **55**, pp. 499-514.
- MUÑIZ, I., GALINDO, A. y M.A. GARCIA** (2003) Cubic spline population density functions and satellite city delimitation: The case of Barcelona, *Urban Studies*, **40**, pp. 1303-1321.

- NIJKAMP, P. y A. FINCO** (2001) Sustainable cities and spatial footprints, XXVII Reunión de Estudios Regionales, Madrid, 28-30 Noviembre 2001.
- O'HUALLACHAIN, B. y M. SATTERTHWAITTE** (1992) Sectoral growth patterns at the metropolitan level : an evaluation of economic development incentives, *Journal of Urban Economics*, 31, pp. 25-58.
- PIM** (2001) Indicadors econòmics i territorials de la Regió Metropolitana de Barcelona, Pacte Industrial de la Regió Metropolitana de Barcelona, Departament d'Economia Aplicada, UAB.
- RICHARDSON, H.W.** (1995) Economies and Diseconomies of Agglomeration, en H. GIERSCH (Ed.), *Urban Agglomeration and Economic Growth*, Berlin: Springer.
- ROGERS, R.** (2000) Ciudades para un pequeño planeta, Barcelona: Ed. Gustavo Gili.
- ROMER, P.M.** (1986) Increasing returns and long-run growth, *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.
- SULLIVAN, A.M.** (1986) A general equilibrium model with agglomerative economies and decentralized employment, *Journal of Urban Economics*, 20, pp. 55-75.
- TRULLÉN, J.** (1991) El planejament territorial de la Regió I des d'una perspectiva econòmica: cap a un nou model de desenvolupament econòmic i social de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, *Papers*, 3, pp. 33-44.
- TRULLÉN, J.** (1998) Factors territorials de competitivitat de la Regió Metropolitana de Barcelona, *Revista Econòmica de Catalunya*, 34, pp. 34-56.
- TRULLÉN, J.** (2003) *Economia de l'arc tecnològic de la Regió Metropolitana de Barcelona*, mimeo.
- TRULLÉN, J., LLADÓS, J. y R. BOIX** (2002) Economía del conocimiento, ciudad i competitividad, *Investigaciones Regionales*, 1, pp. 139-164.
- WHITE, H.** (1980) A heteroskedasticity consistent covariance matrix estimator and a direct test of heteroskedasticity, *Econometrica*, 48, pp. 817-838.

