

POLICENTRISMO Y REDES DE CIUDADES EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE BARCELONA

**Ponencia presentada al III Encuentro de Economía Aplicada
Valencia, del 1 al 3 de junio de 2000**

Joan Trullén / Rafa Boix

**Departament d'Economia Aplicada
Universitat Autònoma de Barcelona**

Tel. 93 581 22 44 / 93 581 15 18
e-mail : joan.trullén@uab.es / rboix@volcano.uab.es

Sumario:

1. INTRODUCCIÓN (abstract)

2. POLICENTRISMO Y REDES (I): REDES URBANAS

2.1. Del modelo de ciudad central a las redes de ciudades

2.2. El concepto de red de ciudades

2.3. Tipos de redes urbanas

2.4. Los cambios en la localización de la población y la actividad se trasladan a la estructura urbana

2.5. Estimación de redes de ciudades en la RMB

2.5.1. Redes de sinergia

2.5.1.1. Metodología

2.5.1.2. Resultados

2.5.2. Redes de complementariedad

2.5.2.1. Metodología

2.5.2.2. Resultados

3. POLICENTRISMO Y REDES (II): ANALISIS ECONÓMICO DE LA ESTRUCTURA POLICÉNTRICA (COMPLEMENTARIEDAD Y SINERGIA)

3.1. La ampliación del mercado determina la extensión del área metropolitana de Barcelona.

3.2. Barcelona: Metrópolis diversificada con policentrismo especializado.

4. CONCLUSIONES

5. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios acerca de las consecuencias espaciales de la producción con rendimientos crecientes ha tenido generalmente como ámbito territorial de referencia regiones urbanas homogéneas. Las limitaciones estadísticas han dificultado el estudio del interior de las áreas urbanas o de las regiones metropolitanas. Sin embargo aparece cada vez con mayor claridad que las grandes regiones urbanas, en las que se condensan las actividades con mayor dinamismo económico, contienen en su interior polaridades muy complejas dotadas de una gran heterogeneidad. Parece necesario profundizar en el estudio de la localización intrametropolitana de la actividad y de la población para tratar de comprender cómo operan en realidad las economías de aglomeración que se asocian con los procesos productivos con rendimientos crecientes.

El estudio de las economías de aglomeración ha distinguido tradicionalmente tres fuentes de rendimientos crecientes: las asociadas a la existencia de economías de escala internas a la empresa; las derivadas de economías externas de localización (economías externas a la empresa pero internas a un determinado sector); y las conocidas en la literatura urbana como economías de urbanización, que permiten a las empresas de cualquier sector obtener ventajas por el hecho de estar localizadas en entornos urbanos determinados. En los últimos años la literatura sobre economía espacial está tratando de identificar otro conjunto de economías de aglomeración de naturaleza distinta: la derivada de la existencia de redes de ciudades.

Nos proponemos en esta investigación identificar redes de ciudades en el interior de una gran metrópolis como es Barcelona, la sexta región metropolitana de la Unión Europea en términos de población y la quinta en términos de producción. La detección de redes de ciudades especializadas, y dotadas en parte de dinámica de distrito industrial marshalliano exigirá integrar en el análisis de las economías de aglomeración que están detrás del éxito competitivo del último decenio este tipo específico de externalidades asociadas a la interacción espacial, junto con las economías de urbanización genéricas y las economías de localización específicas tradicionales.

El objeto de esta ponencia es analizar la existencia de policentrismo y redes de ciudades en la Región Metropolitana de Barcelona, estructurándose en cinco apartados:

- primero, se analiza el cambio des del paradigma del lugar central a las redes de ciudades;

- segundo, se proponen dos tipologías de las redes de ciudades: una basada en la naturaleza de la externalidad, y la otra en la articulación de la estructura urbana;
- la tercera parte muestra los cambios en la localización de la producción y la actividad y sus efectos sobre la estructura urbana;
- en la cuarta parte, se aplican dos metodologías: la primera para buscar redes de sinergia y la segunda redes de complementariedad;
- finalmente, se analiza la estructura policéntrica resultante de las redes de sinergia estimadas.

Los datos utilizados proceden de una nueva base de indicadores de la Región Metropolitana de Barcelona construida sobre información censal y registros administrativos.

2. POLICENTRISMO Y REDES (I) : REDES URBANAS

2.1. Del modelo de ciudad central a las redes de ciudades

En la literatura tradicional, la estructura del sistema de ciudades responde a un patrón monocéntrico-Christalleriano, donde la ciudad central ejerce una jerarquía dominante sobre el resto de ciudades de su entorno.

Los trabajos de Pred en los años 70, y de Dematteis, Emanuel y Camagni en los años 80, ponen de relieve la posibilidad de que los patrones de articulación de los sistemas urbanos estén evolucionado desde estructuras verticales (jerarquías), hacia estructuras policéntricas y horizontales, a las que denominan redes de ciudades. Este cambio es debido a la reducción de los costes de transporte y a la diversificación de la demanda de cara al consumidor final, que han roto con las hipótesis teóricas de áreas de mercado separadas y organizadas según una lógica gravitacional alrededor de los centros (Camagni, 1994, página 66). El resultado es la presencia de economías de localización y de urbanización, la aparición de centros especializados y la localización de funciones superiores en centros urbanos que no son los de mayor rango, en contraste con los modelos de lugar central (*central place models*), que prevén desespecialización y concentración de las funciones de orden superior en los centros de mayor rango.

El nuevo paradigma propone la ampliación del campo de análisis y una concepción de las relaciones urbanas donde continúan teniendo cabida estructuras jerárquicas de tipo christalleriano, pero entran también otro tipo de estructuras, e incluso la posibilidad de que en un mismo espacio coexistan varios tipos de estructura, al mismo nivel o en diferentes niveles de la armadura urbana.

2.2. El concepto de red de ciudades

Cada autor trabaja con conceptos distintos, de manera que estos condicionan el tipo de red que se busca o la manera de obtenerla. Con carácter global, la Teoría General de Sistemas define una red como un conjunto de objetos sumados a un conjunto de conexiones, y esto no es más que un sistema¹. Bajo esta óptica, tanto un sistema de relaciones jerárquicas como un sistema formado por relaciones equipotenciales son una red, y lo que los diferencia es la dirección de los flujos, que son verticales y de dominancia en el primer caso, y horizontales o de igualdad en el segundo.

A partir de aquí, los conceptos de red de ciudad son tan diversos como autores trabajan sobre el tema. Podemos encontrar definiciones diferentes en Westlund (1999, página 100), Casti (1995, pp.3-24), Batten (1995, pag. 313), Camagni (1993, página 1057), Dematteis (1990, página 29 y 1991, página 421). Bajo el punto de vista de Casti, Westlund o Batten, tanto un sistema donde predominen las relaciones verticales (jerárquico) como un sistema donde predominen las relaciones horizontales son una red, y lo que los diferencia es la dirección de los flujos. El único requisito para que constituyan una red de ciudades es que mediante estas relaciones se obtenga algún tipo de ventaja conjunta (economías de red), que en el caso de Westlund es la reducción de los costes de transacción, y en el caso de Batten son economías de escala producidas en la red. Desde este punto de vista, la definición de Camagni continua siendo restrictiva, al exigir que las redes sean horizontales, o lo que es lo mismo, equipotenciales. Esta limitación es cuanto menos curiosa, en la medida de que las redes de sinergia, que son parte central en el discurso de Camagni, se encuentran a menudo asociadas a policentrismo y relaciones no estrictamente equipotenciales.

Hemos dejado para el final la definición de Dematteis, porque nos parece la más flexible y, a la vez, la más completa de todas. Dematteis (1990, página 29) propone una definición de redes donde continúan teniendo cabida estructuras jerárquicas de tipo christalleriano, pero también otro tipo de estructuras, e incluso la posibilidad de que en un mismo espacio coexistan varios tipos de estructura, al mismo nivel o en diferentes niveles de la armadura urbana. De esta manera, cuando hablamos de redes urbanas, nos referimos a modalidades y a estructuras espaciales de diversos tipos (Dematteis, 1991, página 421), y el concepto de red de ciudades se refiere a "un conjunto de centros (o de sistemas urbanos areales), unidos entre ellos por relaciones, o algunos supuestos" (Dematteis, 1990, página 29). La relación de Dematteis es más parecida a la de Westlund o Casti, al retomar la concepción de red como sistema, y la adapta a la nomenclatura del objeto de estudio. Pero, al contrario de las otras, la definición de

Dematteis viene acompañada de una tipología de las relaciones de red posible, una tipología que permite la convivencia de relaciones verticales y horizontales.

2.3. Tipos de redes urbanas

La nueva concepción a *rete* de las relaciones entre ciudades es una concepción fundamentalmente flexible, lo que nos permite hacer diversas tipologías de los sistemas de red dependiendo de los parámetros que consideremos relevantes.

De los estudios que se han llevado a cabo hasta ahora, podríamos diferenciar entre dos tipologías:

a) *Atendiendo a la naturaleza de la externalidad de red*: redes de complementariedad, redes de sinergia y redes de innovación (Camagni, 1994, página 74).

a.a. *Redes de complementariedad*: se dan entre centros especializados y complementarios, interconectados a través de interdependencias de mercado, de manera que la división de funciones entre estos nodos asegura un área de mercado suficientemente grande para cada centro y posibilita que se alcancen economías de escala y de aglomeración. En consecuencia, se pueda proveer un área que de forma individual nunca tendría la masa suficiente para realizar el nivel de funciones que se consigue en la red. Ejemplos de este tipo de red se pueden encontrar en en el Randstadt holandés o en el área metropolitana de Padua-Treviso-Venecia (Camagni, 1993, página 1059).

a.b. *Redes de sinergia* : se dan entre centros con una orientación productiva similar, que cooperan entre ellos de forma no programada. En este tipo de centros el concepto clave es que la sinergia se obtiene de la cooperación, y por tanto, las externalidades las provee la misma red.

Las redes de sinergia se componen de:

- a) Centros de alto rango, que funcionan como nodos de redes de información, conectando funciones directivas, finanzas y servicios de alto nivel. Un ejemplo de este tipo de ciudades son las Eurociudades del arco central europeo (Camagni, 1993, página 1059).
- b) Centros de menor orden, especializados en las mismas funciones, e interesados en obtener externalidades de la red. Un ejemplo es la cooperación entre ciudades en

¹ John L. Casti (1995) : “The Theory of Networks”, en Batten, Casti y Thord (eds.) : “Networks in Action”, página 5.

Nord-Pas-de-Calais, en Francia y Wallonia, en Bélgica (Camagni, 1993, página 1059).

a.c. *Redes de innovación*: pueden considerarse como un caso específico de las anteriores, en la medida en que son un tipo de redes de sinergia. En este caso, la cooperación es programada, con el objetivo de alcanzar la masa suficiente como para abordar un proyecto o para obtener una externalidad que lo haga más rentable. Redes de este tipo pueden encontrarse entre algunas ciudades francesas, en materia de provisión de infraestructuras o servicios tecnológicos (Camagni, 1993, pp. 1059-1060)

b) *Atendiendo al tipo de articulación de estructura urbana*: redes jerárquicas, policéntricas y equipotenciales (Dematteis, 1991, pp. 421-423; Dematteis, 1990, pp. 29-33).

b.a. *Redes jerárquicas o redes de jerarquía determinada*: son las que se teorizan en los modelos de lugar central (Christaller, Lösch, Beckman). Las relaciones entre los nodos de la red son asimétricas, y el sistema es de tipo "areal", es decir, comporta contigüidad espacial entre las partes y predeterminación de las relaciones espaciales posibles entre los nodos del sistema. Económicamente, se trata de un sistema territorial en equilibrio, donde todas las relaciones se rigen por valores de *umbral* y *amplitud*².

b.b. *Redes multipolares (policéntricas) o de especialización local estable*: Las relaciones de intercambio entre nodos pueden basarse en la complementariedad o en la sinergia, aunque no tienen por que ser simétricas (de igualdad), sino que pueden ser fuertemente asimétricas, incluso de dominancia-dependencia (Dematteis, 1991, pp. 422).

En este caso, las funciones urbanas se dividen entre varios nodos, en combinaciones locales de diversos tipos y dimensiones, aunque no vienen dadas a priori como en el caso de las redes jerárquicas. No obstante, su distribución tampoco es casual, sino que los nodos se organizan buscando conseguir unas economías de aglomeración determinadas. En este caso, el sistema no está en equilibrio, como en el caso anterior, y los conceptos de *umbral* y *amplitud* no se están aplicando. De esta manera, el sistema de ciudades puede adoptar distribuciones no regulares, porque su composición funcional y su dimensión no dependen de las interacciones con áreas contiguas, aunque las relaciones de este tipo pueden orientar la especialización local en la fase inicial del proceso (Dematteis, 1991, página 423).

² El significado preciso de estos términos en los modelos de ciudad central se detalla en Camagni (1992, pp.117-131)

Dentro de esta topología de redes multipolares o policéntricas podemos encontrar los distritos industriales marshallianos.

b.c. *Redes equipotenciales o de indiferencia localizativa*: las relaciones entre los nodos de la red son simétricas o casi simétricas, y no obedecen a un patrón predefinido. Las funciones urbanas se distribuyen de modo totalmente casual entre los nodos de la red. La actividad no sigue un patrón definido de localización, de manera que cualquier actividad puede situarse en cualquier nodo de la red, en base a relaciones de complementariedad, sin que exista un centro definido de la red. Al contrario que con las redes policéntricas, la distribución de funciones entre los centros no tiende a ser estable en el tiempo, sino que puede variar de forma casual, de manera que no da lugar a una especialización estable capaz de producir sinergias.

2.4. Los cambios en la localización de la población y la actividad se trasladan a la estructura urbana

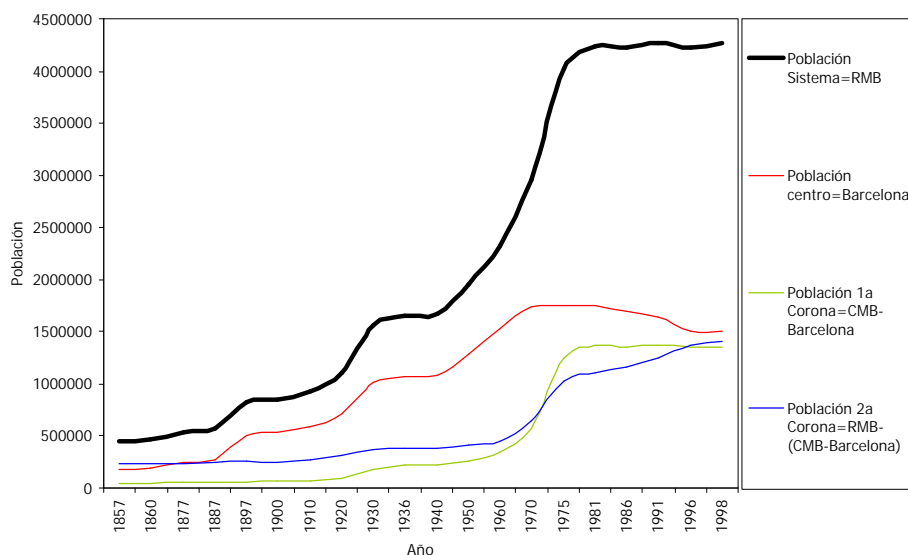
Las relaciones de tipo reticular asumen una mayor relevancia territorial en los últimos años, como consecuencia de las transformaciones urbanas, y de la descentralización asociada a la revalorización productiva y social de los ámbitos periféricos (Emanuel, 1990, página 160). Algunos síntomas de esta transformación pueden captarse en los procesos de ciclo de vida urbano (cambio desde procesos de urbanización hacia procesos de suburbanización y de desurbanización), y mediante cambios en la modalidad de desarrollo e integración de las diferentes estructuras urbanas en el espacio metropolitano: incremento de la movilidad, cambios en la localización de la actividad y cambios en la base económica de los municipios en el conjunto del área. Estos cambios tienen una consecuencia clara sobre la estructura urbana al alterar el gradiente que relaciona negativamente la externalidad con la distancia al centro.

Los *procesos de ciclo de vida* de las ciudades son muy conocidos a partir de los trabajos de Van den Berg (Van den Berg, 1982). El ciclo de vida describe una secuencia cíclica de variaciones en la demografía y la actividad de un sistema económico, en el cual el crecimiento y declive del centro, la corona, y el sistema, van alternándose según se alcancen sucesivos niveles en el proceso de desarrollo. Para explicarlo de una forma simple, podemos decir que en una primera etapa, un sistema económico-territorial gana población y actividad (transición desde un sistema agrario a uno industrial), se estanca (transición de una base industrial hacia una terciaria), y finalmente entra en un proceso de declive (crecimiento del terciario maduro), que da paso a un nuevo proceso de crecimiento, pero ya en un nuevo estadio de desarrollo.

Estos modelos de ciclo de vida siguen un patrón de concepción *areal* estática: se define un centro, una corona y un sistema, que es la suma de ambos, y se aplica todo el análisis temporal sobre estas áreas predefinidas. Es un ciclo dinámico en términos de tiempo, pero estático en

términos de territorio. Los inconvenientes que para nuestro análisis presenta esta concepción se pueden salvar definiendo más coronas de las que aplican los modelos originales, añadiendo ciclos específicos para polos, subáreas o municipios concretos, y adaptando las áreas cuando estas no sean significativas debido a la evolución temporal.

Figura 1. Ciclo de vida de la Región Metropolitana de Barcelona



Fuente: Elaboración a partir de datos de Censos y Padrones (IDESCAT)

La figura 1 muestra el ciclo de vida de la Región Metropolitana de Barcelona desde 1857 hasta 1998. Se ha distinguido entre un centro primario (ciudad de Barcelona) y dos coronas metropolitanas: la primera corona está compuesta por los municipios de la antigua *Corporació Metropolitana de Barcelona* (excepto Barcelona), y la segunda corona está formada por el resto de municipios de la Región Metropolitana de Barcelona. Se observa un proceso de urbanización (*centralización relativa*) hasta 1960, caracterizado porque el centro, las dos coronas y el sistema tienen un crecimiento positivo, que es especialmente grande en el centro. Entre 1960 y 1981 se vive un proceso de suburbanización conocido como *descentralización relativa*, caracterizado porque todos los ámbitos tienen crecimiento positivo, pero este es especialmente intenso en las coronas metropolitanas. A partir de 1981 se entra en una fase de suburbanización con características de suburbanización absoluta, caracterizado porque el centro pierde población y el crecimiento de las coronas se ralentiza. La primera corona ralentiza mucho más el crecimiento, y es la segunda corona la que experimenta mayores niveles de crecimiento. El crecimiento del sistema resulta ligeramente positivo, aunque con tendencia al estancamiento.

Este es el ciclo de vida en un análisis areal clásico. Lo que hacemos a continuación es desglosar el comportamiento por ejes-corredor, por conjunto de polaridades y ejes, para los subcentros

metropolitanos y para el agregado de municipios de la segunda corona que no son subcentros principales.

Tabla 1. Ciclo de vida. Tasa de crecimiento de población en los subcentros metropolitanos

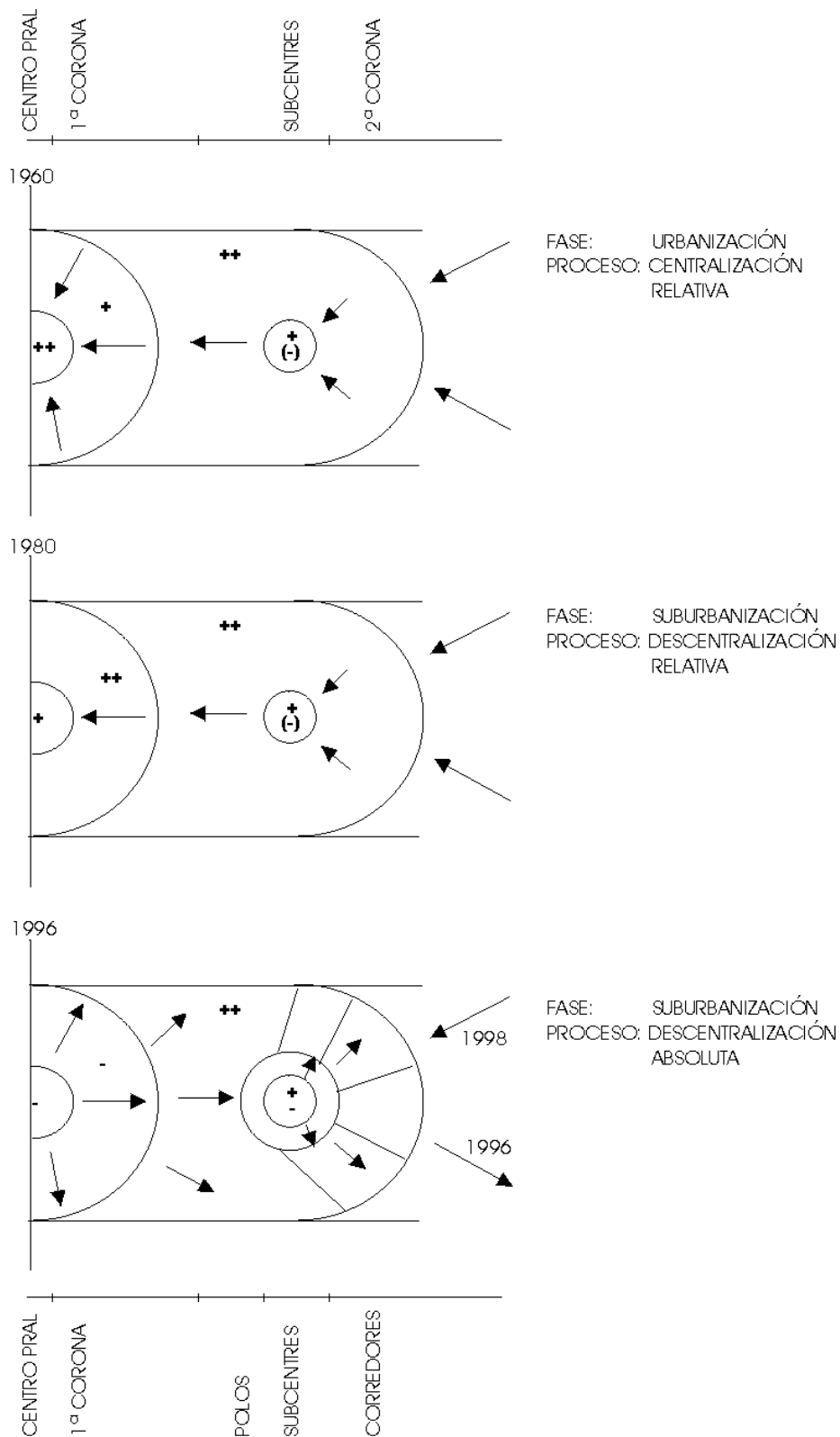
MUNICIPIO	1960	1981	1996
VILANOVA I LA GELTRÚ	31,97% (++)	5,77% (+)	4,61% (+)
VILAFRANCA DEL PENEDES	7,84% (+)	17,31% (++)	2,64% (+)
MARTORELL	34,08% (++)	8,38% (+)	7,02%(+)
TERRASSA	55,57% (++)	-3,37% (-)	3,67% (+)
SABADELL	-91,03% (--)	1,75% (+)	-1,90% (-)
GRANOLLERS	30,87% (++)	24,18% (++)	-1,78% (-)
MATARO			
RESTO DE MUNICIPIOS DE LA SEGUNDA CORONA	27,70% (++)	5,28% (+)	0,50% (+)

Fuente: Elaboración a partir de datos de Censos y Padrones (IDESCAT)

Se observa como algunos subcentros de la segunda corona estaban experimentando durante el proceso de *suburbanización relativa* (de 1960 a 1981), crecimientos mucho mayores que el resto de municipios. En cambio, al entrar en la fase de *suburbanización absoluta*, con un crecimiento global del sistema metropolitano que es prácticamente nulo, comprobamos como son los municipios de la segunda corona los que experimentan mayores tasas de crecimiento de la población. El cambio en la variación de la población es un indicador de la variación de la externalidades asociadas a estos municipios, que se van a plasmar, como veremos a continuación, en la formación de redes equipotenciales en aquellas zonas donde la gravitación hacia un subcentro no es lo suficientemente fuerte

Los fenómenos de difusión y concentración de las funciones urbanas se manifiestan en una dilatación de la externalidad, como resultado de la reducción de las exigencias para la localización de funciones urbanas de nivel intermedio, y del incremento de la externalidad en los centros menores. Lo primero se asocia a la descentralización de actividades productivas y de servicios, y lo segundo a la mejora en las infraestructuras de los centros urbanos, que se asocian, a su vez, a dos efectos claros: la mejora en las condiciones internas del municipio, y la mejora de la accesibilidad a los diferentes puntos de la red urbana, siendo este último efecto especialmente importante en las áreas metropolitanas.

Figura 2. Procesos de ciclo de vida y tendencias de la población y la actividad.

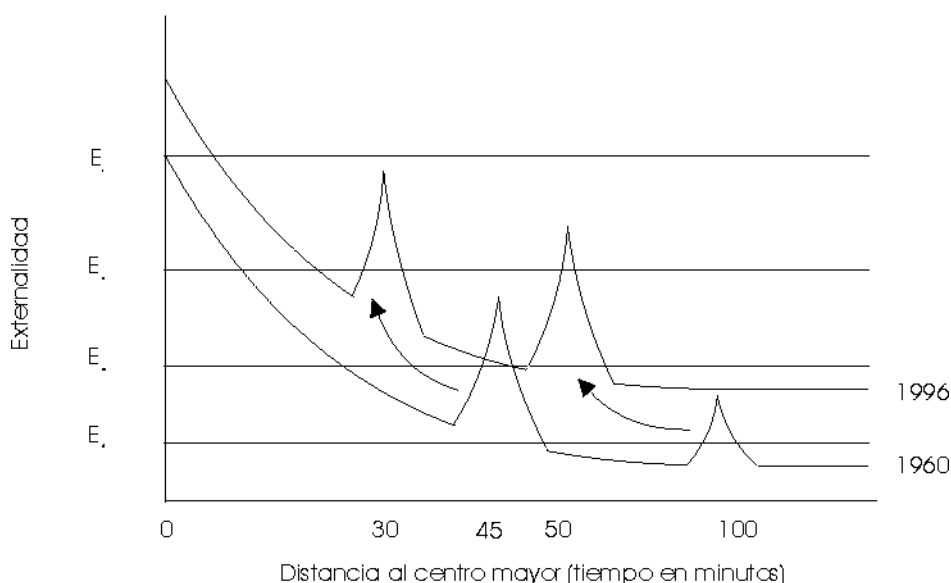


Donde: "+" y "-" indican la tendencia en la dinámica demográfica y ocupacional, y las flechas la tendencia a la polarización (centrípeta) o a la desconcentración (centrífuga).

La figura 3 recoge el desplazamiento de las curvas de la externalidad en dos momentos diferentes del ciclo de vida urbano: el final del proceso de urbanización, y en un punto del proceso de suburbanización absoluta.

Se observa como la curva de la externalidad se ha desplazado hacia arriba como consecuencia de los factores citados. Esta figura está basada en una similar de Dematteis (1991, página 439), aunque con la diferencia de que no sólo recogemos el desplazamiento de la curva hacia arriba (incremento de la externalidad debido a la descentralización de actividades y a los cambios en la informática y las telecomunicaciones), sino que también se recoge el incremento en la dotación de infraestructuras de transporte y comunicaciones del área metropolitana como causante de una reducción de los tiempos de desplazamiento al centro generador de la mayor externalidad, que recoge otro incremento de la externalidad y provoca un desplazamiento a lo largo de la curva³.

Figura 3. Desplazamiento de la externalidad



2.5. Estimación de redes de ciudades en la RMB

Se han utilizado dos tipos de metodologías para determinar la existencia de redes de ciudades: los *modelos de gravedad*, que utilizan datos de flujos, y estimaciones basadas en la *búsqueda de complementariedades* a partir de datos de *stock*. No conocemos ningún trabajo donde se hayan aplicado simultáneamente ambas metodologías, y aunque ambos procedimientos pueden presentarse como alternativos (Camagni, 1993, pp. 1059-1061), en realidad cada uno lo

³ Las unidades del gráfico original miden la distancia en kilómetros, de manera que no resulta tan obvio este segundo desplazamiento como cuando medimos la distancia en unidades de tiempo.

podemos utilizar para contrastar un tipo diferente de estructura. El procedimiento de Camagni (1993 y 1994) resulta ideal para la captura de redes de sinergia, mientras que el procedimiento de Emanuel y Dematteis se dirige fundamentalmente a la captura de redes de complementariedad.

2.5.1. Redes de sinergia

Las redes de sinergia se dan entre centros con una orientación productiva similar, que cooperan entre ellos, siendo casos típicos los distritos industriales.

2.5.1.1. Metodología

El objetivo de la estimación es calibrar un modelo de gravedad doblemente restringido a partir de datos de movilidad laboral y distancias medidas como tiempos de desplazamiento entre cada nodo.

La lógica que rige es la siguiente: el modelo de gravedad, en tanto que relaciona las masas con las distancias⁴, estima fundamentalmente relaciones de jerarquía, de manera que, cuando los flujos reales entre dos municipios sean significativamente mayores de los previstos por el modelo en ambos sentidos, la relación entre estos dos nodos es más intensa de la que cabría esperarse, es decir, su conectividad es mayor que la que sería si su relación fuese la predicha por una lógica Christalleriana, y por tanto podemos pensar que no se trata de una red vertical, sino que probablemente estamos ante un sistema urbano de tipo policentrico o equipotencial. El modelo, en un principio, es neutro respecto a la sinergia o la complementariedad, por lo que la estimación se repite, además de con la movilidad total, con la movilidad por sectores, donde sí que se condiciona explícitamente que la relación sea de sinergia. Lo que comprobamos es que, con datos de movilidad, los resultados obtenidos con la movilidad total prácticamente idénticos a los obtenidos si superponemos los mapas de movilidad sectorial, de manera que el modelo de gravedad, con datos de movilidad total o sectorial, aproxima la sinergia.

El funcionamiento del modelo es el siguiente: disponemos de una matriz de movilidad intermunicipal entre los 163 municipios de la RMB, de la cual extraemos los marginales (sumas por filas y sumas por columna), obteniendo dos matrices de 163×1 , una de las cuales son las entradas a los municipios, y la otra las salidas. A partir de estas dos matrices marginales, y de una matriz de distancias 163×163 , el modelo vuelve a ajustar la movilidad entre cada municipio, con la restricción de que las sumas por filas y columnas deben coincidir con los marginales anteriormente extraídos. La nueva matriz que el modelo ha ajustado contiene los

flujos que teóricamente deberían conmutar entre cada par de nodos según su masa (número de trabajadores) y la distancia que los separa. Una vez obtenida, la matriz de flujos predichos se compara con la de flujos reales y se obtienen los residuos de la regresión.

Operativamente, el método se basa en identificar aquellos pares de nodos para los cuales los residuos por entradas y por salidas sean significativamente mayores de los predichos.

El modelo de gravedad con dos restricciones toma la siguiente forma, donde los flujos de interacciones vienen dados por la ecuación:

$$\text{Max } \hat{T}_{ij} = k \cdot v_i \cdot w_j^a \cdot d_{ij}$$

sujeta a dos restricciones:

1.- la suma de flujos de i a j debe ser igual a la demanda de j

$$\sum_i \hat{T}_{ij} = D_j \quad \forall j$$

2.- la suma de flujos de i a j debe ser igual a los flujos ofertados en i

$$\sum_j \hat{T}_{ij} = O_i \quad \forall i$$

A estas dos restricciones se les añade una, referida a la distancia total:

$$\sum_i \sum_j \hat{T}_{ij} \cdot d_{ij} = \text{Distancia total}$$

Estas restricciones se incorporan a la ecuación de flujos, y el modelo toma la siguiente forma:

$$\hat{T}_{ij} = A_i \cdot O_i \cdot B_j \cdot D_j \cdot d_{ij}^b$$

donde

$$A_i = \left(\sum_j B_j \cdot D_j \cdot d_{ij}^b \right)^{-1} \quad B_j = \left(\sum_i A_i \cdot O_i \cdot d_{ij}^b \right)^{-1}$$

Bajo esta formulación, \hat{T}_{ij} son los flujos predichos, O_i es la oferta de trabajadores del municipio, D_j es la demanda de trabajadores del municipio, y A_i y B_j son dos parámetros que miden las propensiones a la expulsión y atracción de cada municipio.

La parte final del modelo es una función, que tradicionalmente toma la forma de una función potencial (d_{ij}^b) o exponencial ($e^{b \cdot d_{ij}}$), donde β es un parámetro que mide el efecto de la distancia. y d_{ij} es la distancia entre cada par de nodos. El determinar la forma final de la distribución de los *commuters* será muy importante a la hora de obtener los resultados correctos.

⁴ A mayor masa (número de lugares de trabajo localizados en el municipio), mayor atracción, a menor distancia, mayor atracción.

El modelo puede estimarse por dos procedimientos: Mínimos Cuadrados Ponderados (previa linealización del modelo) o calibrado por máxima verosimilitud. Los detalles de ambos métodos pueden encontrarse en Fotheringham y O'Kelly (1989, páginas 47-60). Los resultados obtenidos por estos y otros autores en la comparación del output del cálculo por regresión y por calibrado, y los errores y sesgos en los que se incurre en el cálculo por regresión, nos han hecho preferir el método de calibrado. Los parámetros de expulsión y atracción se han calculado mediante iteraciones sucesivas, y el parámetro de distancia (β) se ha aproximado mediante el método de la bisectriz, con un nivel de precisión de 6 decimales.

Aunque la intención inicial fue la de utilizar datos de flujos telefónicos, al igual que hace Camagni, tuvo que desestimarse ante la imposibilidad de conseguir los datos de las operadoras de telefonía. Las otras opciones que quedan para una estimación de este tipo son obtener datos de transporte de mercancías o de movilidad obligada. Como tampoco se dispone de datos municipales sobre transporte de mercancías, sólo queda la opción de utilizar datos de movilidad obligada. Dentro de la movilidad obligada podemos distinguir entre motivo trabajo y estudios. Se escoge la movilidad laboral porque representa un entramado de relaciones más rico que el motivo estudios, donde no podemos recoger con tanta comodidad relaciones con la actividad.

Los datos de movilidad laboral se recogen a través de los censos y padrones, y se disponen de series intermunicipales para todo el ámbito de la RMB para los años 1986, 1991 y 1996⁵. Las series de movilidad incluyen desgloses por sexo, sector de actividad, profesión y modo de transporte. Para la estimación que aquí se presenta se utilizaron datos agregados en totales, y una desagregación en 31 sectores de actividad, para cada uno de los cuales se repitió la estimación por separado.

Para la distancia caben dos posibilidades: utilizar distancias en kilómetros o distancias en tiempo de viaje entre cada nodo. Como tuvimos ocasión de comprobar, las distancias en kilómetros no ofrecen una aproximación tan buena como los tiempos, debido a que las diferentes dotaciones de infraestructuras dentro de la RMB hacen que los tiempos de viaje entre diferentes zonas muestren diferencias a igual número de kilómetros. Se considera pues más relevante el tiempo de desplazamiento como aproximación de la distancia de *commuting*.

La matriz de distancia-tiempo entre los 163 municipios de la RMB se ha obtenido del PTMB (Pla Territorial Metropolità de Barcelona), que la calculó a partir de un grafo sobre la red de carreteras de 1993. Se compararon los tiempos con los que se extraían de un planificador de rutas de AND y con un ajuste por zonas a partir de los tiempos obtenidos por la Autoritat

⁵ La fuente de los datos es el *Institut d'Estadística de Catalunya* (IDESCAT).

Metropolitana del Transport (ATM). La comparación concluyó que los tiempos del grafo del PTMB y los de AND coincidían mayoritariamente, y que ambos eran suficientemente creíbles, mientras que la ATM mostraba tiempos excesivamente bajos.

Se hace el supuesto de que el tiempo agregado empleado por otros medios de transporte son muy similares a los obtenidos por carretera. En las matrices originales de tiempos y distancias se sustituyeron los ceros por unos para asegurar que existían los logaritmos, el efecto de este procedimiento es inocuo para el resultado final, y la justificación puede encontrarse en en Fotheringham y O'Kelly (1989, página 49)

Se probó tanto con una función potencial como con una función exponencial, y los resultados fueron tan diferentes que tuvimos que asegurarnos que los *commuters* seguían una distribución potencial (d_{ij}^b) en el tiempo. La diferencia entre adoptar una u otra función es suponer que el *commuting* decae rápidamente con la distancia (tiempo) o bien que lo hace más paulatinamente. En el primer caso, lo correcto es utilizar una función potencial, y en el segundo caso, una exponencial. La figura 4 muestra el gráfico de los *commuters* contra el tiempo, agregados en intervalos de 10. El gráfico permite comprobar como el número de *commuters* decae rápidamente al aumentar el tiempo de desplazamiento, adoptando la forma de una distribución potencial. También se realiza un análisis gráfico de los residuos, donde podemos comprobar como estos ajustan mejor a la forma potencial que a la exponencial.

Figura 4. Distribución de los commuters contra el tiempo

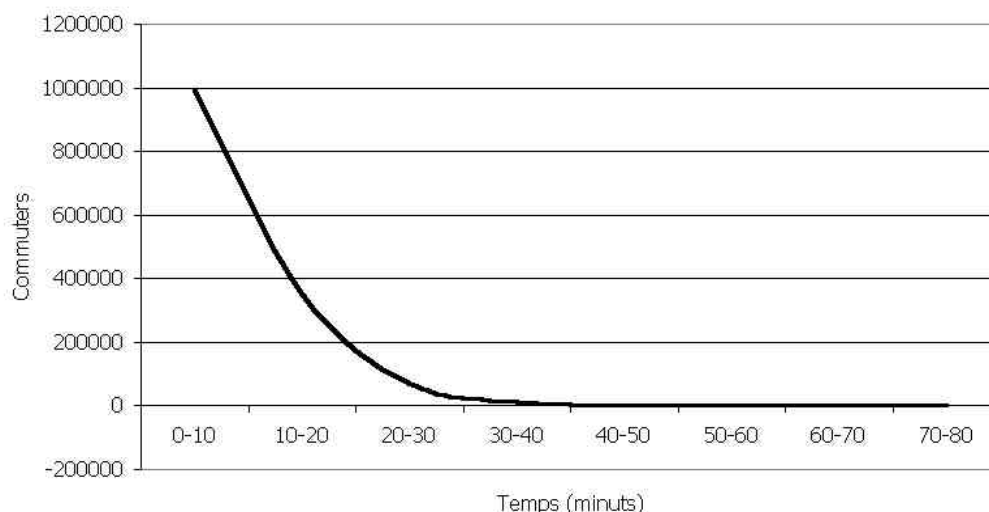
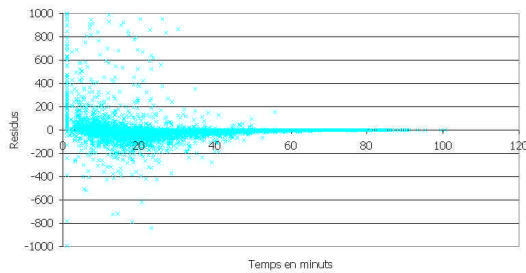
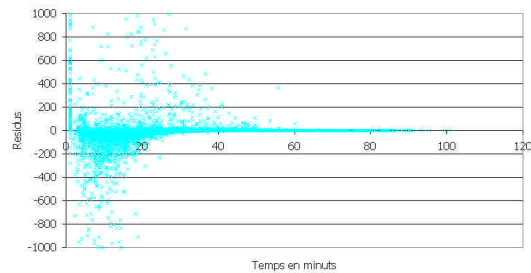


Figura 5. Gráfico de residuos contra el tiempo

a) Función potencial (*power function*)



b) Función exponencial



Para comprobar el ajuste global, se ha calculado el R^2 y el SRMSE (Standardised Root Mean Square Error). Para ambos modelos, potencial y exponencial, los ajustes conseguidos han sido muy satisfactorios, mostrando los dos modelos un R^2 de 0,95 y un SRMSE de entre 0,22 y 0,23, valores muy cercanos a cero (ajuste perfecto).

Los valores de los parámetros de distancia han sido de -1,39 en el caso del modelo potencial, y de -0,22 en el caso del modelo exponencial. Estos valores se asemejan a los hallados por Camagni para la Lombardia (Camagni, 1994, página 133), que están entre 1,33 y 1,61 utilizando una función exponencial. La diferencia puede deberse al tipo de datos utilizados (movilidad laboral frente a flujos telefónicos).

La significatividad del parámetro de distancia se ha contrastado mediante una variación del test del ratio de verosimilitud, donde el valor del test

$$t = 2T[L^*(\mathbf{b}') - L^*(\mathbf{b}'; \mathbf{b}_h = 0)]$$

ha resultado ser significativamente diferente de cero, con lo que rechazamos la hipótesis de no significatividad de parámetro (rechazamos $\beta=0$).

Finalmente, un nuevo problema se plantea a la hora de fijar un umbral para la significatividad de los residuos. Tenemos las opciones de fijar un umbral en términos relativos o en términos absolutos. El hacerlo en términos relativos tiene el inconveniente de que, en municipios muy pequeños, podemos encontrarnos con que unos pocos *commuters* pueden ser un porcentaje muy elevado, y el problema contrario se plantea con un umbral en términos relativos. La opción que hemos adoptado es exigir un doble criterio: una diferencia relativa de, al menos, un 25% entre los flujos previstos y los reales, y un número mínimo de exceso de entradas y de salidas mayor de 50 *commuters* (diferencial total de 100 *commuters*). Los resultados se han mapificado también con umbrales absolutos de 5, 100, 200 y 400 *commuters*.

2.5.1.2. Resultados

Los resultados obtenidos con la función potencial fueron los siguientes:

- El mapa de la RMB muestra el dibujo de una región metropolitana policéntrica, con centros alrededor de Vilanova y la Geltrú, Vilafranca del Penedès, Martorell, Terrassa, Sabadell, Granollers, y Mataró. Alrededor de cada uno de estos subcentros metropolitanos se extienden estructuras en forma de estrella (Vilafranca, Terrassa, Sabadell, Granollers y Mataró), en forma de triángulo (Martorell) o en forma de corredor (Vilanova y la Geltrú, Calella y Sant Celoni), formando redes de sinergia.

Al graficar también Barcelona (mapa 2), se obtiene otra estrella, que conecta con las de Vilanova y la Geltrú por Vilanova, con la del Penedès por Vilafranca del Penedès, con Martorell, con varios municipios del Baix Llobregat, con Badalona y con la estrella de Mataró por el mismo municipio de Mataró. Resultan muy interesantes sus relaciones con los subcentros de Terrassa, Sabadell y Granollers, ya que no conecta con los núcleos principales de la red, sino que lo hace a través de Rubí y Sant Cugat, Cerdanyola y Sant Quirze con el Vallès Occidental, y mediante La Llagosta i L'Ametlla del Vallès con la estrella de Granollers. A su vez, las redes de Sabadell y Terrassa están tan interconectadas entre ellas que bien podrían tratarse como una sola, y se conectan también con la de Granollers mediante Mollet y Montcada y Reixac, que actúan a la manera de ejes entre Barcelona y los subcentros, y entre Granollers y el Vallès Occidental.

Las diferencias en los valores totales de *commuting* y la diferencia de rango entre la ciudad central de cada subcentro y el resto de ciudades que forman su red de sinergia, inducen a pensar que las relaciones entre los centros y el resto de su red son asimétricas. Los resultados de la estimación de complementariedades apuntan también en esta dirección.

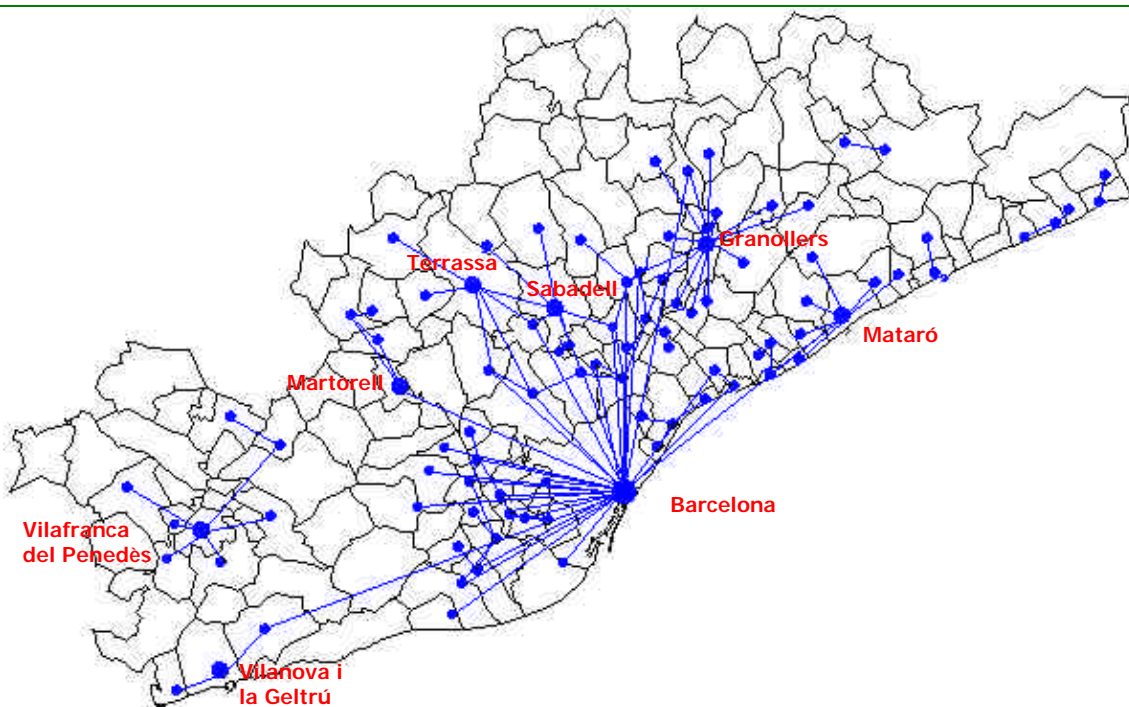
Existe, además, una importante polaridad central en torno a Barcelona, cuya distribución recuerda más a una estructura de tipo jerárquico que a otro tipo de red. Esta polaridad incluye la mayoría de municipios limítrofes de Barcelona y algunos algo más alejados

Cuando incrementamos los umbrales a un exceso de flujos reales de 200 por entrada y 200 por salida (diferencial total de 400), los resultados apenas si varían: se pierden algunas puntas de las estrellas, y lo más significativo es la desaparición de la estrella de Vilafranca del Penedès, probablemente porque se trata de municipios pequeños, que no cubren el umbral absoluto al incrementarlo.

Al rebajar el umbral absoluto a un exceso de flujos reales de 5 commuters por entrada y 5 por salida, incrementa el tamaño de estas redes y la interconectividad entre ellas.

- El análisis gráfico de la distribución de los *commuters*, y el de los residuos contra el tiempo, nos ha llevado a descartar la forma exponencial para esta estimación en concreto. Los resultados obtenidos con esta forma son muy poco reveladores, debido a que, con un umbral de 50, apenas se obtienen algunos corredores desde Badalona hasta Martorell, y lo que sí que se observa es una enorme estrella con centro en Barcelona, cuyas ramificaciones alcanzan prácticamente toda la RMB.
- Podemos concluir que el modelo de gravedad doblemente restringido, con datos de movilidad laboral intermunicipal, y con una función potencial para aproximar la distancia, permite hallar redes de ciudades del tipo B, es decir, policéntricas, y asociadas a relaciones de sinergia. Estas redes se asocian a los subcentros funcionales principales, que no coinciden exactamente con las ciudades más grandes del sistema, ya que Badalona y L'Hospitalet forman parte de una polaridad aparte, que es la de la ciudad de Barcelona. Los subcentros metropolitanos, excepto Martorell, coinciden con ciudades de antigua tradición industrial, asociadas a dinámicas de distrito industrial (estos resultados se confirman con la estimación desagregada sectorialmente), y que no se convierten en polaridades como consecuencia del crecimiento de la ciudad de Barcelona, sino que ya lo han sido históricamente. En este caso, el crecimiento de la ciudad de Barcelona y de estas otras ciudades, juntamente con el crecimiento de la movilidad intermunicipal, ha dado lugar a la formación del área metropolitana.

Figura 6. Redes de sinergia (1996)



2.5.2. Redes de complementariedad

Las redes de complementariedad se dan entre centros especializados y complementarios, interconectados a través de interdependencias de mercado.

2.5.2.1. Metodología

En este caso, buscamos un procedimiento que nos permita deducir que los servicios que ofrece un municipio se complementan con los servicios que ofrece otro municipio próximo. Es decir, si el municipio A ofrece 5 servicios diferentes (a,b,c,d,e), y el municipio B ofrece 5 servicios diferentes entre sí (f,g,h,i,j), y diferentes de los que ofrece A, podemos deducir que existe una complementariedad perfecta en la provisión de servicios entre ambos municipios ($A \subset B$).

El procedimiento que se ha seguido para deducir relaciones de complementariedad es el siguiente:

1. Se obtienen todas las parejas de municipios que tienen contigüidad espacial.

		Sector 501	Sector 502	Sector 503
08001	Abreira	1	4	0	
08058	Martorell	0	1	3	

2. De cada par de municipios se obtiene una matriz 2 x 90 con los lugares de trabajo localizados para el sector servicios⁶. En total se opera sobre un máximo de 90 servicios en la RMB, a partir de la clasificación de actividades CNAE 93.

		Sector 501	Sector 502	Sector 503
08001	Abreira	1	1	0	
08058	Martorell	0	1	1	

3. Se transforman las matrices anteriores en matrices binarias (0,1), donde el cero indica que no existe ese servicio en el municipio, y el uno que sí que existe. A partir de estas matrices, se obtienen la matriz de suma de complementariedad 1 x 90. Esta matriz es también una matriz binaria (0,1), donde el cero indica que el servicio se provee en los dos municipios, o bien no se provee, y el uno que se provee sólo en uno de los dos municipios (servicio potencialmente complementario).

⁶ Fuente primaria de datos: IDESCAT.

		Sector 501	Sector 502	Sector 503	Suma compl..
08001	Abdera	1	4	0	-
08058	Martorell	0	1	3	-
compl.		1	0	1		2

4. Se obtiene el número máximo de relaciones de complementariedad entre cada par de municipios (sectores que tiene uno u otro municipio).
5. Se divide cada matriz de suma de complementariedad por el número máximo de relaciones de complementariedad entre cada par de municipios, con lo que se obtiene una ratio de complementariedad. Esta ratio se sitúa entre cero y uno, donde cero indica que no existe complementariedad, y uno que la complementariedad es máxima.

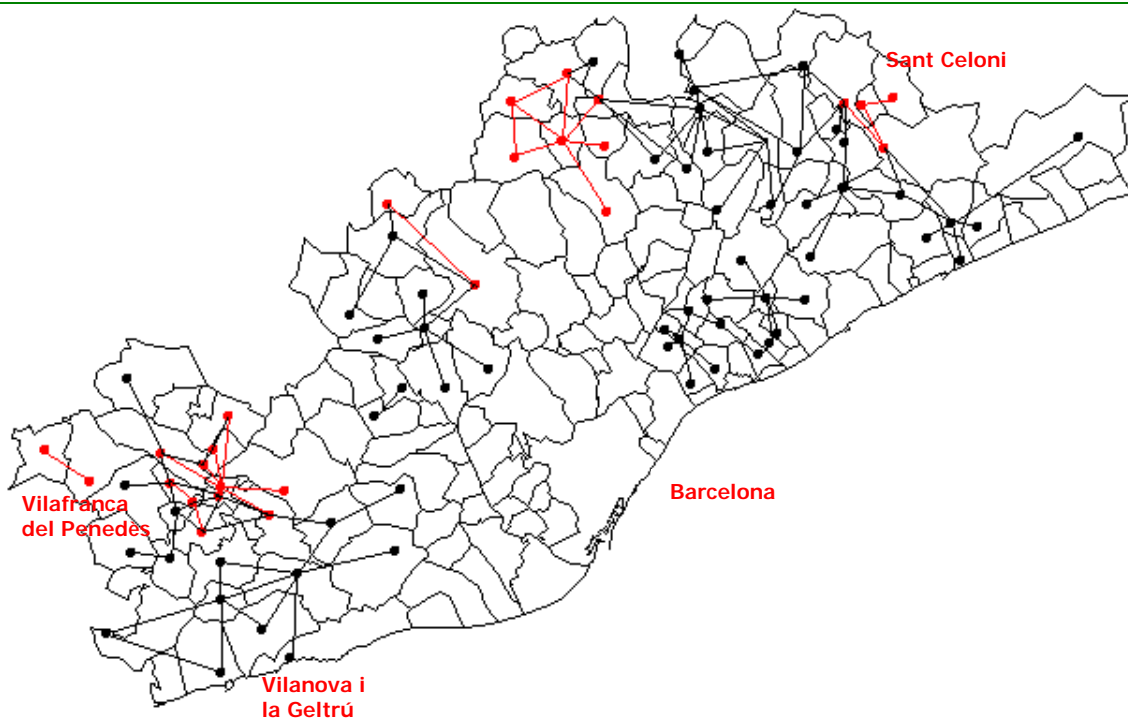
$$\text{Ratio de complementariedad} = \frac{\text{Suma de complementariedades}}{\text{N}^\circ \text{ máximo de complementariedades posibles}}$$

donde $0 \leq \text{Ratio de complementariedad} \leq 1$

2.5.2.2. Resultados

Se ha considerado que existe una relación de complementariedad significativa cuando la ratio de complementariedad excede de 0.5. Las complementariedades en rojo son aquellas que exceden del 75% (ratio mayor de 0.75). La figura 6 muestra el mapa con los resultados de las complementariedades más significativas.

Figura 7. Redes de complementariedad



Las complementariedades se están dando, en su mayoría, entre municipios medianos y pequeños, que no tienen la masa suficiente para proveer un determinado nivel de servicios. Estos municipios buscan ampliar su oferta especializándose en un determinado tipo de servicios y complementándose con los que ofrecen los municipios cercanos, también especializados. El recurso a la especialización asegura el poder cubrir un umbral mínimo de demanda, que en este caso ya no es la del propio municipio, sino que recoge la de los municipios contiguos. En general, estas redes son simétricas.

En la mayoría de casos, las redes de complementariedad se localizan en aquellos espacios que no forman parte de redes de sinergia, aunque esto no siempre se cumple. El caso más significativo donde observamos simultáneamente complementariedad y sinergia es alrededor de Vilafranca del Penedès, que actúa con dinámicas de sinergia alrededor de mercados de producción agro-alimentaria, mientras que el reducido tamaño de los municipios les obliga a complementarse en la provisión de servicios. Otro caso similar, pero no tan acusado, es el de Terrassa con Vacarisses y Ullastrell, aunque en este caso, las relaciones no son totalmente simétricas.

Observamos otra gran red de complementariedades que se desplaza desde Sant Llorenç Savall, Granera y Caldes, y sigue por toda la parte superior del Vallès Oriental hasta el Maresme. Las otras dos formaciones reticulares significativas están alrededor de Vilanova i la Geltrú y entre los municipios limítrofes entre el Barcelonés, Maresme y Vallès Oriental.

3. POLICENTRISMO Y REDES (II): ANALISIS ECONÓMICO DE LA ESTRUCTURA POLICÉNTRICA (COMPLEMENTARIEDAD Y SINERGIA).

Hasta aquí hemos identificado el carácter policéntrico de la región metropolitana de Barcelona. Además de la polaridad central de Barcelona aparecen con nitidez siete subcentros metropolitanos que describen un arco integrado por Vilanova y la Geltrú, Vilafranca del Penedés, Martorell, Terrassa, Sabadell, Granollers y Mataró. Dichas ciudades se encuentran a unos veinticinco kilómetros de Barcelona, y están conectadas con la ciudad central por medio de corredores de transporte viario y ferroviario bien diferenciados. Conforman una estructura policéntrica que se caracteriza por la existencia de redes de sinergia. Trataremos en este epígrafe de caracterizar algunos rasgos económicos básicos de las ciudades que conforman dichas redes, para concluir que la región metropolitana de Barcelona presenta una estructura urbana policéntrica en la que sus principales nodos disponen de elevados grados de especialización productiva. La ciudad central se especializa en la provisión de terciario avanzado al tiempo que los distintos subcentros metropolitanos preservan importantes grados de especialización productiva con dinámica de distrito industrial en algunas de las ciudades de antigua industrialización como Sabadell, Terrassa o Mataró.

3.1. La ampliación del mercado determina la extensión del área metropolitana de Barcelona.

En primer lugar es preciso situar el conjunto de ciudades que conforman las redes en su contexto económico y territorial. La integración en el espacio metropolitano de Barcelona de las siete redes de sinergia y la red de complementariedades es reciente, y coincide con el proceso de integración de la economía española en el ámbito europeo.

En efecto, la economía de Barcelona ha sido tradicionalmente una economía orientada hacia el mercado interior español. El cambio experimentado en los flujos de comercio exterior desde principios de los años ochenta, y especialmente a lo largo de los años noventa ha sido espectacular, pasando a ser determinantes el mercado exterior en general y el mercado europeo en particular. Así, entre 1992 y 1996 el incremento de las importaciones fue del 135% y el de las exportaciones de un 175%⁷. La tasa de cobertura pasó en los mismos años de un 50% a un 73%. En consecuencia, para el año en el que disponemos de la última explotación padronal, la economía de Barcelona está ya plenamente integrada en los flujos del comercio internacional, habiendo experimentado un cambio radical, pasando de ser una ciudad orientada hacia el mercado interior a ser la principal metrópolis exportadora de España.

La ampliación del mercado ha ido acompañada de una ampliación del ámbito territorial metropolitano. Definida con los criterios norteamericanos de Área Estándar Metropolitana (MSA)⁸ la metrópolis de Barcelona abarcaba en 1986 90 municipios y 3,5 millones de habitantes. En 1996 el Área se había extendido incorporando adicionalmente otros 162 municipios y alcanzando los 4,4 millones de habitantes. Entre 1981 y 1996 se incorporan progresivamente al área metropolitana de Barcelona los siete subcentros metropolitanos.

En consecuencia la ampliación del ámbito metropolitano coincide con la ampliación del mercado al que dirige la producción la metrópolis de Barcelona. Las fuerza centrípetas que se desprenden de la intensificación de los procesos de producción con rendimientos crecientes, van acompañados de fuerzas centrífugas que extienden el ámbito de influencia metropolitano de Barcelona, hasta incluir no sólo a los municipios subcentros antes mencionados, sino también a la red de ciudades que se traza a su alrededor.

El policentrismo que se detecta en 1996 obedece pues no a un proceso de construcción de nuevas polaridades dentro de una dinámica endógena de la estructura espacial urbana⁹ o de

⁷ Véase Joan Trullén (1998, pág. 36).

⁸ Véase Joan Trullén y Rafa Boix, "La ampliación del Área Metropolitana de Barcelona y su creciente interacción con las áreas metropolitanas de Tarragona, Lleida y Girona. Avance de Resultados, Ayuntamiento de Barcelona (en proceso de edición) .

⁹ Véase por ejemplo John F. McDonald, *Fundamentals of Urban Economics*, pág. 44.

aparición de *edge cities*¹⁰ sino a la absorción en el sistema de ciudades metropolitano de Barcelona de ciudades consolidadas, que en el caso de Sabadell, Terrassa o Mataró presentan antiquísimas trayectorias industriales e incluso protoindustriales¹¹.

A diferencia de la dinámica de la estructura espacial metropolitana americana, en el caso europeo el policentrismo de metrópolis como Milán o Barcelona tendría carácter sobrevenido.

En consecuencia, la ampliación del mercado, que permite incrementar la especialización productiva, comporta la extensión del ámbito metropolitano de Barcelona, integrando la corona de ciudades incluidas en el arco descrito entre Mataró y Vilanova y la Geltrú.

3.2. Barcelona: Metrópolis diversificada con policentrismo especializado.

En su conjunto, la metrópolis de Barcelona presenta un elevado nivel de diversificación productiva y con un sistema productivo caracterizado por la escasa dimensión media de los establecimientos. Sin embargo la localización de la actividad económica en el interior de la metrópolis presenta pautas de especialización territorial elevadas. Precisamente la existencia de externalidades dinámicas de naturaleza urbana o economías de aglomeración permite explicar la paradoja de que el proceso de globalización de su economía vaya acompañado de un paralelo descenso del tamaño medio de los establecimientos productivos.

El tamaño medio de los establecimientos industriales de la Región Metropolitana fue en 1996 de 9,54 empleados, cifra cercana a la existente en ciudades japonesas como Kyoto (10,11), Osaka (11,96) o Tokio (12,56), y muy alejada de ciudades americanas como Chicago (54,6), Nueva York (25,71) o Filadelfia (48,22)¹².

El tamaño medio del conjunto de los establecimientos de los distintos ámbitos metropolitanos de Barcelona se puede examinar en la tabla 3, en el que se aproxima por medio de la información censal relativa a los puestos de trabajo localizados en cada municipio y el número de actividades económicas obtenidas del registro del IAE.

Se detectan las siguientes pautas. Primero, una muy baja dimensión de los establecimientos, condicionada por la escasísima dimensión del conjunto de actividades terciarias. También se

¹⁰ Véase J. Garreau (1991). *Edge City: Lige on the New Frontier*. Ed. Doubleday, Nueva York, 1991.

¹¹ Sobre las raíces históricas de este fenómeno véase Albert García Espuche (1998). Un siglo decisivo. Barcelona y Cataluña 1550-1640, Alianza Editorial, Madrid, 1998, pág. 23. "En los siglos XVI Y XVII... se produjo: un descenso de la actividad industrial en Barcelona y un crecimiento en las ciudades cercanas; mayor aprovechamiento del mercado interior y cambio de orientación comercial hacia el Atlántico y el interior peninsular...; creación de un eficaz sistema de ciudades centrado en Barcelona, y en el que la capital se convirtió en centro de acabados, centro comercial y, sobre todo, centro director del territorio...".

¹² Véase Joan Trullén (1998): Noves estratègies econòmiques i territorials per a Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona, 1998.

detecta una inferior dimensión de los establecimientos en los polos metropolitanos de antigua industrialización respecto a los corredores respectivos, y en todo caso, un nivel medio muy bajo. En el caso del polo de Martorell la existencia de la SEAT-Volkswagen hace subir la media a más del triple. En cambio Mataró presenta un muy bajo nivel medio del conjunto de establecimientos productivos.

Tabla 3. Dimensión media de los establecimientos

Zona	Ocupación 1996	Nº actividades	Dimensión media
Barcelona	657.383	166.818	3,94
A1	230.642	56.316	4,10
A2	170.643	39.008	4,37
Polo Vilanova i la Geltrú	18.846	4.727	3,99
Corredor Vilanova i la Geltrú	16.401	5.553	2,95
Polo Vilafranca del Penedès	14.684	3.264	4,50
Corredor Vilafranca del Penedès	19.165	4.998	3,83
Polo Martorell	18.730	1.532	12,23
Corredor Martorell	29.485	5.148	5,73
Polo Terrassa	58.816	13.578	4,33
Corredor Terrassa	20.631	4.210	4,90
Polo Sabadell	71.823	17.918	4,01
Corredor Sabadell	9.770	1.221	8,00
Corredor Caldes de Montbui	14.221	3.219	4,42
Polo Granollers	35.208	7.642	4,61
Corredor Granollers	48.661	9.806	4,96
Polo Mataró	36.567	9.475	3,86
Corredor Mataró	47.272	13.942	3,39

Fuente: Base de indicadores Pacte Industrial Metropolitana-Universitat Autònoma de Barcelona

Se detecta también una disminución del empleo en grandes empresas, y un correlativo aumento en los segmentos más pequeños de empresas. Así en 1996 el número de trabajadores afiliados al régimen general de la Seguridad Social en empresas entre 1 y 10 trabajadores era, para el conjunto de la región de 344.319, frente a los 347.411 trabajadores en el segmento de más de 250 ocupados¹³.

La cuestión que se plantea es la de cómo conjuga la metrópolis de Barcelona un creciente éxito competitivo con una progresiva disminución de la dimensión media de sus establecimientos. La tarea explicativa se dirige hacia las externalidades territoriales¹⁴. Tratamos aquí de detectar la presencia de un tipo de externalidad de red. Así, los subcentros metropolitanos que conforman las redes con relaciones de sinergia presentan en su conjunto elevados niveles de especialización productiva.

¹³ Véase Joan Trullén (1998), pág. 89.

¹⁴ Véase Joan Trullén y Josep Lladós (2000).

En la tabla 4 se incluye los coeficientes de localización zonal de los municipios de la región metropolitana de Barcelona con más de 10.000 empleos y para los sectores con más de 3000 empleos en cada municipio, incluyendo aquellos que en 1996 disponían de un coeficiente superior a 1,3.

Tabla 4. Coeficientes de localización zonal 1996 (municipios con más de 10.000 empleos , sectores con más de 3.000 empleos y coeficientes de loc. zonal superiores a 1.3)

Municipio	Sector	Ocupación sector 1991	Ocupación sector 1996	Ocupación municipio 1991	Ocupación municipio 1996	Coef.loc.zonal 1991	Coef.loc.zonal 1996
MARTORELL	Fabric.materiales de transporte	1.391	6.891	10.284	18.830	3.73	10.46
MATARÓ	Ind.textiles y de la confección	10.963	7.341	36.300	32.816	4.84	4.72
TERRASSA	Ind.textiles y de la confección	9.136	6.773	53.298	54.915	2.73	2.62
SABADELL	Ind.textiles y de la confección	9.999	7.593	62.634	59.937	2.48	2.55
CERDANYOLA RUBÍ	Educación	2.595	3.365	16.547	17.090	2.31	2.5
	Metalurgia y fabricación de...	1.952	2.783	19.101	20.631	1.75	2.04
PRAT DE LLOBREGAT	Transporte, almacenamiento	3.505	3.932	22.882	24.356	1.99	1.94
BARCELONA	Mediación financiera	39.390	33.252	761.009	657.383	1.47	1.46
SABADELL	Ind.de la construcción ...	3.586	1.498	62.634	59.937	1.6	1.45
BADALONA	Ind.de la construcción ...	3.086	1.497	49.460	47.445	1.31	1.42
BARCELONA	Act.inmobiliarias y de alquiler...	85.346	91.357	761.009	657.383	1.37	1.35
SABADELL	Mediación financiera	2.894	3.242	62.634	59.937	1.2	1.34
SABADELL	Metalurgia y fabricación de...	3.104	3.526	62.634	59.937	1.1	1.32

Fuente: Base de indicadores Pacte Industrial Metropolitana-Universitat Autònoma de Barcelona

Por una parte se identifican elevados coeficientes de localización zonal en Martorell (automóvil), Cerdanyola (educación) y el Prat del Llobregat (transporte), municipios en los que existen grandes implantaciones industriales (SEAT-Volkswagen) o terciarias (UAB, aeropuerto). Alternativamente presentan también elevados coeficientes de localización municipios como Mataró (textil), Terrassa (textil) o Sabadell (textil, mediación financiera y metalurgia), que presentan un tamaño de establecimientos productivos muy reducido. La ciudad de Barcelona presenta también elevados niveles en el coeficiente de especialización zonal en actividades terciarias como la mediación financiera o en actividades inmobiliarias.

La dinámica de los coeficientes de localización entre 1991 y 1996 es en general ligeramente descendente, lo que no impide que se mantengan las importantes densificaciones tanto en actividades industriales como terciarias.

Por tanto aparecen características típicas de los distritos industriales marshallianos - como un elevado nivel de especialización productiva, una baja dimensión de los establecimientos productivos e importantes densificaciones de actividad - en tres de las siete ciudades que conforman las redes de sinergia: Mataró, Sabadell y Terrassa. Vilafranca del Penedés y Granollers presentan así mismo una elevada concentración de actividades agroalimentarias, aunque no alcancen el umbral sectorial de empleo considerado en el Cuadro XXXX¹⁵.

También aparecen elevados niveles de especialización en las otras dos ciudades, Martorell y Vilanova y la Geltrú. En este caso la dinámica no es de distrito industrial, dado que el peso del empleo en grandes establecimientos industriales es muy superior.

En consecuencia, las redes de sinergia que se detectan coinciden con la presencia de importantes niveles de especialización productiva en cada una de las ciudades que las conforman. Existirían por tanto redes de sinergia asociadas a especialización productiva que darían lugar a externalidades territoriales, y que se superponen a la existencia de dinámicas de distrito industrial o a la existencia de grandes implantaciones industriales dotadas de economías de escala. En consecuencia las redes de sinergia pueden estar asociadas tanto a distritos industriales como a ciudades manufactureras con predominio de grandes establecimientos productivos.

En consecuencia, la Región Metropolitana de Barcelona presentara el siguiente elenco de economías de aglomeración: importantes y crecientes economías de urbanización asociadas al crecimiento metropolitano; economías de localización tipo distrito industrial en un número relevante de ciudades de la corona metropolitana y economías de red (sinergias y complementariedades).

4. CONCLUSIONES

1. La región metropolitana de Barcelona presenta una estructura urbana policéntrica.
2. El policentrismo se articula alrededor Barcelona y de siete ciudades metropolitanas que se disponen formando un arco.
3. La red de ciudades se compone de la red de Barcelona, de siete redes de sinergia y de redes de complementariedad que se dan entre municipios medianos y pequeños.

¹⁵ Véase Joan Trullén (1998,pág. 47)

4. El policentrismo es consecuencia no de una dinámica endógena de estructura espacial urbana sino de un proceso de extensión de la metrópolis hacia un entorno ya urbanizado.
5. Se identifican procesos propios de distritos industriales marshallianos en algunas de las ciudades que lideran las redes.

En consecuencia,

6. Se debe distinguir entre cuatro tipos de economías de aglomeración de distinta naturaleza en metrópolis como Barcelona: economías de escala internas a la empresa, economías de localización, economías de urbanización y economías de red.
7. Debe seguir desarrollándose la investigación para avanzar en la medición de las externalidades asociadas al territorio metropolitano.

5. BIBLIOGRAFIA

Berg, L. van den, et al. (1982) : Urban Europe. A Study of Growth and Decline. Pergamon Press, Oxford.

Batten, D. (1995): "Network Cities: Creative Urban Agglomerations for the 21st Century", Regional Studies, vol.32, nº 2, pp. 313-327.

Camagni, R. (1992) : Economia urbana. Principi e modelli teorici. La Nuova Italia Scientifica, Roma.

Camagni, R. (1993): "Network Urban Structures in Northern Italy: Elements for a Theoretical Framework", Urban Studies, Vol. 30, No. 6, pp. 1053-1064.

Camagni, R. (1994) : "From city hierarchy to city network: reflections about an emerging paradigm", en Juan R. Cuadrado-Roura, Peter Nijkamp, Pere Salva (eds.) Moving frontiers economic restructuring, regional development and emerging networks, Avebury.

Casti, J.L. (1995): "The Theory of Networks", en D.F.Batten, J.L.Casti y R.Thord, Networks in Action. Springer Verlag, Berlin.

Cordey Hayes, M., Wilson, A.G. (1969) : "Spatial Interaction - Future Developments and Extended use of the Gravity Concept", en Department of Town Planning, Lanchester Polytechnic, Coventry : Gravity Models in Town Planning

Dematteis, G. (1991): "Sistemi locali nucleari e sistemi a rete. Un contributo geografico all'interpretazione delle dinamiche urbane", en C.S.Bertuglia y A. La Bella (a cura di) I Sistemi Urbani, Franco Angeli, Milano.

Dematteis, G. (1990): "Modelli urbani a rete. Considerazioni preliminari", en Fausto Curti y Lidia Diappi (a cura di) "Gerarchie e reti di città: tendenze e politiche", Franco Angeli, Milano.

Emanuel, C. (1990): "L'organizzazione reticolare intermetropolitana: alcuni elementi per l'analisi e il progetto", en Fausto Curti y Lidia Diappi (a cura di) "Gerarchie e reti di città: tendenze e politiche", Franco Angeli, Milano.

Emanuel, C. y Dematteis, G. (1990): "Reti urbane minori e deconcentrazione metropolitane nella Padania centro-occidentale", en D.Martellato y F.Sforzi (eds) "Studi sui sistemi urbani" pp.233-261, Milano, Franco Angeli.

Fotheringham, A.S., O'Kelly, M.E. (1989) : Spatial Interaction Models: Formulations and Applications". Kluwer Academic Publishers.

García Espuche, Albert (1998): Un siglo decisivo. Barcelona y Catalunya 1550-1640, Alianza Editorial, Madrid.

Garreau, J. (1991): Edge City: Life on the New Frontier, Ed. Doubleday, Nueva York.

Hayes, K.E., Fotheringham, A.S. (1984) : Gravity and Spatial Interaction Models. Sage, Beverly Hills.

Lladós, Josep y Joan Trullén (2000). "Metrópolis polinuclear y posición competitiva" mimeografiado.

Trullén, Joan (1998): Noves estratègies econòmiques i territorials per a Barcelona, Ajuntament de Barcelona GTP.

Trullén, Joan y Rafa Boix (2000): "La ampliación del Área Metropolitana de Barcelona y su creciente interacción con las áreas metropolitanas de Tarragona, Lleida y Girona. Avance de resultados, Ayuntamiento de Barcelona (en proceso de edición).

Westlund, H. (1999): "An interaction-cost perspective on networks and territory", The Annals of Regional Science, vol.33, pp. 93-121 .Springer-Verlag, 1999.