

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS EN ESPAÑA (1960-1985)

POR
JAVIER PEREZ ESPARCIA

Introducción

Son muchos los estudios que ponen de relieve el papel de las infraestructuras viarias en el desarrollo socioeconómico de un país. Sin embargo para analizar cuales han sido las interrelaciones entre ambos, se precisa un examen previo de las características y la propia evolución de tales infraestructuras. Esto último es el objetivo central de este trabajo, aplicado al caso español.

Las redes de carreteras, como conexiones fundamentales en el sistema urbano, constituyen un sistema espacial caracterizado por su gran complejidad, lo cual puede ser un obstáculo a la hora de su análisis (Gauthier, H. L., 1970). En buen número de situaciones resulta de gran utilidad descartar deliberadamente parte de la información disponible; así, en este trabajo el interés principal se centra en las propiedades estructurales de las redes de carreteras.

Las técnicas de grafos, derivadas de la topología, constituyen una metodología utilizada frecuentemente en el estudio de la estructura espacial de las redes. Teniendo en cuenta que aquí interesan esencialmente las propiedades derivadas de la estructura espacial, el reducir una red

Javier Pérez Esparcia. Departamento de Geografía, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Valencia.

Estudios Geográficos
Tomo XLVIII, n.º 188, julio-septiembre 1987

JAVIER PEREZ ESPARCIA

de transporte a un grafo supone grandes ventajas en cuanto a facilidad de tratamiento, sin que ello implique pérdidas de información significativas (Haggett, P., y Chorley, R. J., 1974).

Los elementos fundamentales que conforman este sistema espacial son por un lado los núcleos urbanos, y en segundo lugar las conexiones entre ellos, es decir, nodos y ejes en la terminología de la teoría de grafos. A partir de ellos el trabajo tiene una doble vertiente. La primera consiste en la diferenciación de la propia estructura espacial de las redes de carreteras respecto de los núcleos o nodos seleccionados (medidas o índices de cohesión-conectividad); la segunda por su parte consiste en un estudio de la accesibilidad conferida por la red a cada uno de estos nodos. Definidos los objetivos, el paso siguiente ha de ser por tanto la selección de la escala de trabajo y de los nodos que componen cada unidad territorial.

Delimitación espacial

El trabajo tiene entre sus objetivos un análisis de la estructura espacial de las redes de carreteras tanto horizontal como vertical, es decir, comparando la situación entre diversas áreas en un momento dado en primer lugar, para pasar posteriormente a examinar la evolución en el tiempo de cada una de las unidades territoriales seleccionadas.

La primera cuestión que se plantea es qué criterios han de seguirse a la hora de delimitar las unidades territoriales mínimas para trabajar y la selección de los nodos de esa unidad espacial. Una posibilidad consiste en tomar el mapa de las comunidades autónomas y llevar a cabo un estudio interno, para establecer luego comparaciones entre ellas. Sin embargo, la heterogeneidad que ello implica resta validez a las relaciones que pudieran establecerse entre las diversas comunidades autónomas. Por esta razón, tras varios estudios previos, parece que lo más adecuado es trabajar a escala provincial, y con el mismo número de nodos (esto último debido a que los índices de estructura y accesibilidad dependen en gran parte del número de nodos incluidos en la red).

Dado que se trabaja a escala provincial, resulta conveniente incluir no sólo las carreteras de carácter nacional, sino también las comarcales. En cuanto al número de nodos, aunque pueden obtenerse resultados significativos utilizando alrededor de 8 nodos, se han seleccionado un

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS...

total de 15 por provincia. El criterio seguido para ello ha sido de carácter demográfico, tomando los 15 núcleos de mayor población en cada momento.

Esto último puede no obstante introducir ciertas distorsiones cuando se trata de analizar la evolución de una red de transporte en el tiempo, debido a que es probable que no coincidan totalmente los 15 núcleos en dos momentos diferentes haciendo por tanto variar los resultados, con lo que no podría diferenciarse qué parte corresponde a variaciones en las redes de carreteras, que es el objetivo principal. La solución más adecuada consiste en mantener constante tanto el número como los propios nodos en los diversos cortes temporales.¹ A tenor de todo lo anterior, el trabajo se ha estructurado de la siguiente manera.

En primer lugar se ha procedido a seleccionar los 15 municipios de mayor población de cada provincia, según el censo de 1960. Utilizando éstos como nodos de la red de carreteras nacionales y comarcales de 1960 (según la guía de carreteras del M.O.P.U.), se ha elaborado el grafo correspondiente, y a continuación una matriz de distancias topológicas (matriz de Shimbel), más adecuada que las clásicas matrices binarias (que únicamente informan sobre la existencia o no de conexión directa entre un par de nodos). Esta operación se ha llevado a cabo para cada una de las provincias españolas peninsulares. El análisis de esta información permite establecer interesantes comparaciones en la estructura espacial de las redes de carreteras de cada provincia.

También se ha elaborado un segundo grupo de matrices, manteniendo los mismos nodos que en el caso anterior, pero sobre la red de carreteras de 1985. A partir de aquí puede llevarse a cabo por un lado un análisis como el señalado anteriormente, comparando las características estructurales de las redes viarias de cada provincia. Pero por otra parte, lo cual resulta si cabe de mayor interés, estamos en disposición de examinar cuales han sido los cambios más importantes en la estructura espacial de la red de carreteras de cada provincia en estos 25 años de diferencia.

A continuación se ha elaborado un tercer grupo de 47 matrices, igualmente con la red de carreteras correspondiente a 1985, pero variando en este caso la localización de algunos nodos, dado que ahora

¹ Ello es debido a que la mayor parte de los índices de grafos tienen como propiedad principal la de reaccionar a las variaciones en el número de nodos, además de su localización en la red.

JAVIER PEREZ ESPARCIA

se han seleccionado los 15 municipios de mayor población según el censo de 1981. El objetivo de esta tercera matriz es de orden teórico y metodológico. El mantener los mismos nodos en la matriz correspondiente al grafo de 1960 y al de 1985 había sido justificado en orden a eliminar las posibles distorsiones introducidas por la variación de 3-5 nodos en diversos grafos, que a su vez eran debidas a la dependencia que los índices de conectividad y accesibilidad muestran de la localización de los nodos en el grafo. Si bien el tema queda resuelto con la solución aquí adoptada, quedaba la duda de hasta qué punto la variación de un reducido número de nodos podría distorsionar el resultado final. La respuesta a esta cuestión puede obtenerse a partir de la comparación entre los resultados de los dos grafos referidos a la red de 1985, uno con nodos de 1960 y otro con nodos de 1985.² El planteamiento anterior sería, pues, generalizable y las conclusiones que de este análisis se realicen suponen por tanto una contribución al desarrollo metodológico de las técnicas de grafos aplicadas a las redes de transporte.

Por último, se han elaborado igualmente dos matrices a escala nacional, una con la red de carreteras de categoría nacional de 1960, y la otra con la red de 1985. En ambos casos las respectivas capitales provinciales han actuado como nodos del grafo.³

De los dos tipos de indicadores utilizados, conectividad-cohesión (o estructura) por un lado, y accesibilidad por otro, sólo este último permite realizar diferenciaciones internas, mientras que los primeros únicamente nos dan una idea del grado de estructuración espacial de la red de carreteras nacionales de la España peninsular. Las características e información que cada indicador aporta es un aspecto que pasamos a analizar brevemente a continuación.

² Un análisis más detallado puede verse en Pérez Esparcia, J. (1987): «Un test metodológico a la teoría de grafos: influencia de la localización de los nodos en el estudio de las redes viarias españolas», X Congreso de Geografía, A.G.E., Zaragoza, 1987, pp. 303-313.

³ En la mayor parte de ocasiones la capital es el núcleo urbano más importante de la provincia, actuando como centro de gravedad en cuanto a la población. Aunque esto no fuera así (caso por ejemplo de Vigo respecto de Pontevedra), las variaciones globales serían mínimas.

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS...

Indicadores de conectividad-cohesión y de accesibilidad. Su significado

El concepto de conectividad-cohesión está íntimamente ligado al grado de conexión entre los nodos de una red, que en realidad indica la mayor o menor complejidad estructural de esa red de transporte, lo cual depende directamente del número de ejes o aristas y su disposición espacial respecto de los nodos o vértices. Estas propiedades estructurales de las redes de transporte son útiles no sólo para comparar diferentes redes de transporte en un momento dado, o analizar la evolución y cambios experimentados por una red en un período concreto, sino también porque actúan a modo de indicador del grado de complejidad de la organización socioeconómica de un área determinada (Potrykowsky, M., y Taylor, Z., 1984).

Todos los indicadores topológicos se basan de una u otra forma en la combinación de ejes y nodos, si bien en algunos casos es posible introducir otro tipo de medidas, tales como las distancias en Km., superficie, etc. Entre los más importantes índices de grafos destacan los introducidos por Kansky en la literatura geográfica (Kansky, K. J., 1963, y Taaffe, E. J., y Gauthier, J. L., 1973).

La medida más sencilla es el índice Beta, que se define como la relación entre el número de ejes (e) y el de nodos (v) del grafo. Los valores más elevados indican una red con estructura muy compleja, mientras que ésta es tanto más sencilla cuanto más bajo sea el índice. Los límites están entre 0 y 3 en los grafos planos y 0 e infinito en los no planos.⁴ El supuesto que sustenta este índice es que cuando una red mejora su estructura, el número de conexiones crece más rápidamente que el de nodos.

El índice alfa es uno de los más utilizados y de los más completos. Se deriva directamente del número ciclomático, en cuya definición interviene el número de circuitos mínimo y el que realmente tiene una red (la existencia de circuitos supone en la práctica nuevas rutas alternativas). Dado que en una red mínimamente conectada el número de conexiones entre los nodos es igual al número de éstos menos el número de subgrafos (p), normalmente 1 (v-p), el número de circuitos de la

⁴ La diferencia esencial entre grafo plano y no plano es que en el primero los ejes (también llamados arcos o aristas) no tienen más punto común que los propios vértices. Las redes complejas, con un número de nodos relativamente elevado, suelen corresponder a grafos no planos.

JAVIER PEREZ ESPARCIA

red se obtiene sustrayendo este número de uniones mínimo a las uniones que realmente tenemos en el grafo. Esto se expresa de la siguiente manera:

$$e(v-p) = e-v+p$$

Por tanto, el número ciclomático no es sino una medida del número de circuitos independientes de la red, y por tanto, cuanto mayor sea el grado de cohesión y estructuración de una red, mayor tiende a ser su número ciclomático.

El índice alfa, por su parte, no es sino la relación entre el número de circuitos observado y el máximo posible en una red. Para los grafos planos esto se expresa como

$$(e-v+p)/(2v-5)$$

y para los no planos

$$(2 * (e-v+p))/(v-1) * (v-2)$$

Así pues, en la configuración del índice alfa intervienen directamente el número mínimo de circuitos, el número máximo, y el número real observado. El concepto de circuito⁵ es bastante más complejo (y completo) que el de ejes y nodos simplemente, tal y como se formula en el índice beta. Los límites del índice alfa, tanto para los grafos planos como los no planos, van de 0 a 1 (es habitual expresarlo en forma de porcentaje). Los valores más próximos a 0 corresponden a grafos poco coherentes, es decir, redes desestructuradas con un escaso número de circuitos alternativos, mientras que un valor de 1 indica la presencia del máximo posible de circuitos (independientemente de las posibles redundancias en la red).

El índice gamma es otro de los más famosos y utilizados de los índices de Kansky. Su base es similar al índice alfa, aunque algo más sencillo, ya que expresa la relación entre el número de ejes observado en una red y el máximo posible. Este último puede calcularse a partir del número de nodos del grafo. Teniendo en cuenta que en un grafo plano cada nuevo nodo multiplica por tres el número máximo de ejes, el índice gamma para los grafos planos puede expresarse como

⁵ Para un mayor detalle sobre este tema, y en general sobre aspectos técnicos de la teoría de grafos, pueden consultarse las obras de C. Flament y R. Wilson; Moryadas (*Geography of movement...*), también realiza un pormenorizado análisis del tema, refiriéndose concretamente a las redes de transporte.

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS...

$$e/3 (v-2)$$

y para los no planos como

$$2e/v (v-1)$$

Al igual que en el caso anterior, los límites van de 0 a 1; cuando los valores están próximos a 0 ello indica que estamos ante una red con un reducido número de conexiones directas, mientras que un valor de 1 implica que existe conexión directa entre cada par de nodos presentes en el grafo. En la práctica, los resultados de los índices alfa y gamma suelen ser muy próximos por cuanto una red con gran cantidad de conexiones directas tiene también numerosos circuitos alternativos.

Otros índices, también de estructura y cohesión, que incorporan información no referida exclusivamente a las características topológicas de los grafos son por ejemplo el índice eta, los índices pi, el índice teta, el índice S—I (en forma gráfica), etc.

Las medidas de accesibilidad, a diferencia de las de estructura y cohesión, permiten analizar la organización espacial de los nodos de una red y los procesos de competencia que se establecen en ese espacio en cuanto a las economías de accesibilidad, es decir, establecen una jerarquía de nodos según la facilidad de acceso desde cada uno de éstos respecto de los restantes nodos contenidos en el grafo. Hay dos formas principales de calcular la accesibilidad de los nodos: a partir de la matriz binaria, y de la matriz de Shimbel.

En las matrices binarias se registra únicamente la existencia (se anota un 1) o no de conectividad directa entre cada par de nodos (en cuyo caso se anota un 0). Aunque la suma de cada fila de la matriz (grado de un nodo) puede utilizarse como indicador de accesibilidad, son también muchas las limitaciones, debido a que el concepto de accesibilidad es más amplio que las simples conexiones directas. Para mejorar los resultados es posible manipular la matriz de conectividad directa, y por medio de la multiplicación sucesiva de matrices, calcular el número total de conexiones indirectas de cada nodo. El proceso de potenciación de la matriz termina cuando se ha establecido la ruta de distancia más corta entre los dos nodos más distantes entre sí (diámetro del grafo).⁶

⁶ Las necesidades de accesibilidad están entendidas en relación a la demanda potencial, derivada de un determinado nivel de desarrollo de las actividades económicas y de la cantidad de población. En este sentido puede hablarse de infra o

JAVIER PEREZ ESPARCIA

Este proceso permite ordenar los nodos en términos de su accesibilidad en la red. Cuanto más elevado sea el valor de cada nodo, mayor será su accesibilidad. No obstante, una de las dificultades de este método de cálculo de accesibilidad nodal es que no se eliminan totalmente las redundancias entre rutas, y en segundo lugar que todas las conexiones son consideradas con la misma importancia, aunque las distancias topológicas sean diferentes. El método de Shimbél (Shimbél, 1953) es un intento de solucionar estos problemas.

Este se basa no ya en el número total de rutas entre dos nodos, sino en la longitud de la ruta más corta entre ese par de nodos, de forma que la accesibilidad se calcula en términos de distancia topológica. La matriz de Shimbél se construye de manera similar a la matriz binaria, pero en cada casilla se anota la distancia topológica más corta entre cada par de nodos de los considerados en el grafo. Cuando este proceso se ha completado se suman todas las filas; el valor resultante es un indicador de la accesibilidad conferida por la red a cada centro desde y hacia el resto de los incluidos en el grafo. Pueden obtenerse también otras medidas interesantes a partir de esta matriz, como son la accesibilidad topológica relativa, la longitud media de la conexión, o el índice de dispersión (también de Shimbél). Este último es muy útil para comparar la accesibilidad media entre redes diferentes, pero siempre con el mismo número de nodos.

A diferencia del método anterior, la accesibilidad en la matriz de Shimbél es tanto mayor cuanto menor es el valor correspondiente a cada nodo (suma de la fila). Es un método menos sensible al agrupamiento espacial de los nodos, además de que se consiguen eliminar las redundancias y que se mantiene una relación con el descenso de la distancia. Dadas estas ventajas y la mayor exactitud y fiabilidad de los resultados utilizando la matriz de Shimbél, ha sido el método de cálculo de la accesibilidad que se ha utilizado en nuestro estudio, a pesar del gran incremento de costes que ello implica.

sobreexplotación de la accesibilidad disponible por cada capital provincial (teniendo en cuenta que hay un potencial de accesibilidad no derivado directamente de las redes de carreteras: comunicaciones marítimas, ferroviarias, o conexiones viarias con el exterior del país).

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS...

Análisis descriptivo de la red de carreteras españolas (1960-1985)

Estructura de redes provinciales.—Tradicionalmente las infraestructuras viarias han sido un factor de desequilibrio espacial en el contexto peninsular español. La situación de 1960 (fig. 1) se caracteriza en primer lugar por el mantenimiento de estos desequilibrios territoriales globales; en segundo lugar destaca el hecho de que la mayor parte de los índices medios provinciales se mantienen en niveles bastante bajos, lo cual indica que estamos ante redes viarias poco estructuradas y con escaso grado de cohesión.

En 1985 los resultados ponen de relieve mejoras globales, aunque no puede decirse que se trata de redes bien estructuradas, dadas las importantes deficiencias previas. Estos avances positivos no muestran sin embargo una distribución homogénea, concentrándose en cuatro grandes zonas. La primera de ellas incluye toda la parte meridional de la península, con Andalucía (exceptuando Córdoba), Extremadura y Castilla La Mancha. La segunda zona por su parte queda constituida por

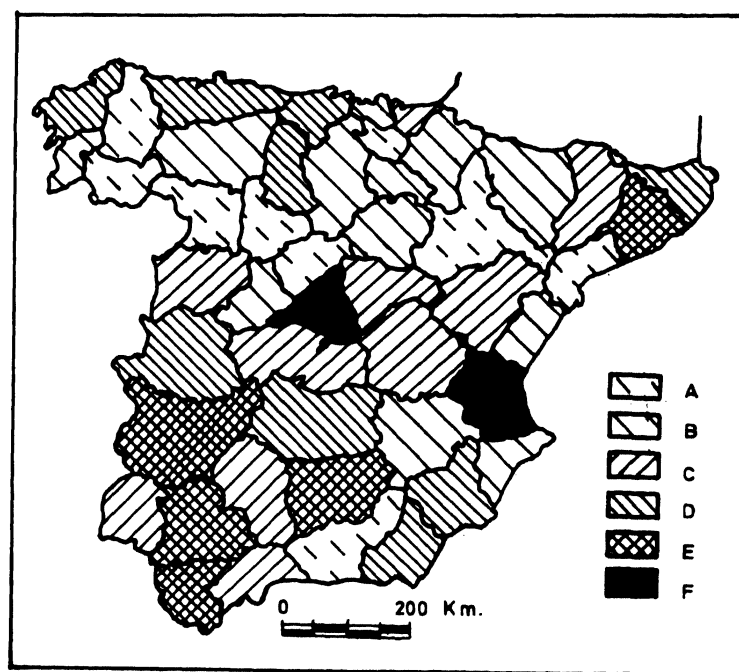


FIGURA 1.—Estructura de redes provinciales: Índice Alfa (1960)
A) 0-0'08. B) 0'09-0'15. C) 0'16-0'19; D) 0'2-0'29. E) 0'3-0'49. F) 0'5-1

JAVIER PEREZ ESPARCIA

Navarra y las dos provincias vascas litorales, mientras que Alava experimenta algunos cambios apenas significativos.

En tercer lugar destaca el eje del Mediterráneo, desde Gerona hasta Murcia, conectando así con Almería y toda la Andalucía litoral (recuérdese la importancia que este eje próximo a la costa ha tenido en el desarrollo económico del país, en buena parte debido a su papel como vía turística fundamental). En esta amplia zona las mejoras en la estructura de la red más espectaculares se han dado en Gerona y Tarragona, derivadas del incremento de la conectividad que ha supuesto la autopista, con lo que de manera paralela ha aumentado la accesibilidad de los núcleos urbanos más importantes, con una localización litoral o próxima a éste. Las conexiones transversales mientras tanto continúan siendo escasas en varios casos de los que Castellón es un buen ejemplo.

En cuarto lugar destacan también las mejoras en la estructura viaria de las provincias por las que discurre el corredor del Ebro (Zaragoza, La Rioja), conectando por autopista el eje mediterráneo con Navarra y el País Vasco. Otra zona de menor entidad está constituida por la pro-

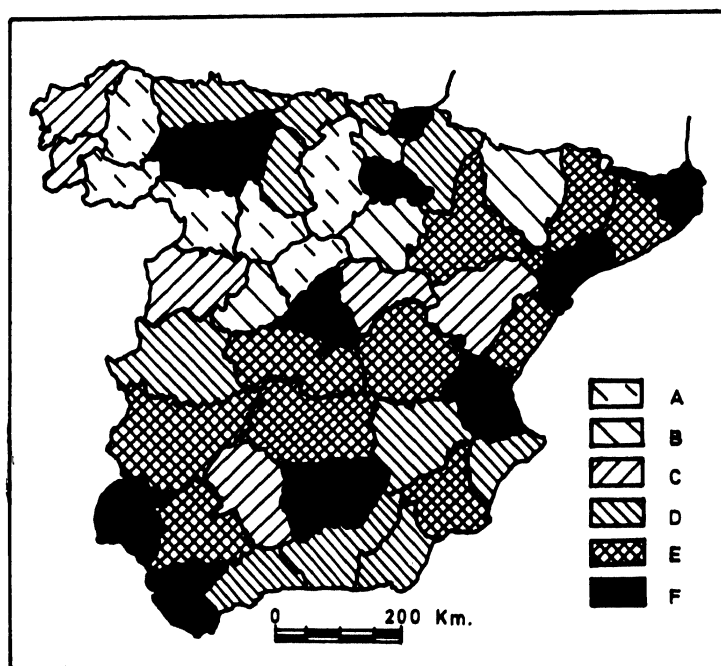


FIGURA 2.—Estructura de redes provinciales: Índice Alfa (1985)
A) 0-0'08. B) 0'09-0'15. C) 0'16-0'19. D) 0'2-0'29. E) 0'3-0'49. F) 0'5-1

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS...

vincia de León, cuya mayor cohesión en su red es debida principalmente a las obras del Plan Redia (recuérdense los Planes Regionales Selectivos y la mejora que ello suponía de todas aquellas conexiones y vías de enlace entre Madrid con Galicia y Asturias).

Frente a estas cuatro amplias zonas en las que se concentran las mejoras más importantes en la estructura y la cohesión de las redes a escala provincial, en el lado opuesto son de destacar provincias como Burgos, Lugo, Orense, Segovia, Valladolid y Zamora, todas ellas con índices muy bajos en 1985, es decir, sus redes viarias continúan caracterizándose por estructuras tremendamente simples y muy centralizadas (típicas del sistema viario medieval). Los índices más bajos se caracterizan por aparecer localizados en la Meseta Norte y Galicia, a las que hay que añadir Huesca, Córdoba, Guadalajara y Teruel.

Junto a las apreciaciones anteriores, el análisis de las correlaciones entre los índices de estructura en 1960 y en 1985 pone en evidencia la presencia de ciertos cambios (cuadro I).

CUADRO I.—*Nivel de correlación entre algunos indicadores de estructura de red provincial, 1960 y 1985*

	Alfa	Beta	Gamma	Grado desarrollo
r =	0'58	0'6	0'6	0'6
r ² =	34 %	36 %	36 %	36 %

De los datos anteriores se deriva que si bien existe un grado de asociación significativo entre los indicadores de ambas fechas, hay un porcentaje de explicación de la varianza muy importante que queda por explicar, y que corresponde a los cambios habidos en la estructura de las redes provinciales en el período considerado. Sin embargo interesa no sólo saber que han habido variaciones, sino localizarlas y cuantificarlas con mayor exactitud. Los análisis de regresión constituyen una gran ayuda en este sentido.

Tomando el índice alfa, uno de los más expresivos de la estructura de la red de carreteras de cada provincia, pueden diferenciarse al menos seis grupos de provincias, según que el ajuste de regresión (mínimos cuadrados) entre el valor estimado para 1985 y el observado sea mayor o menor, partiendo de la situación previa de 1960 (fig. 3).

JAVIER PEREZ ESPARCIA

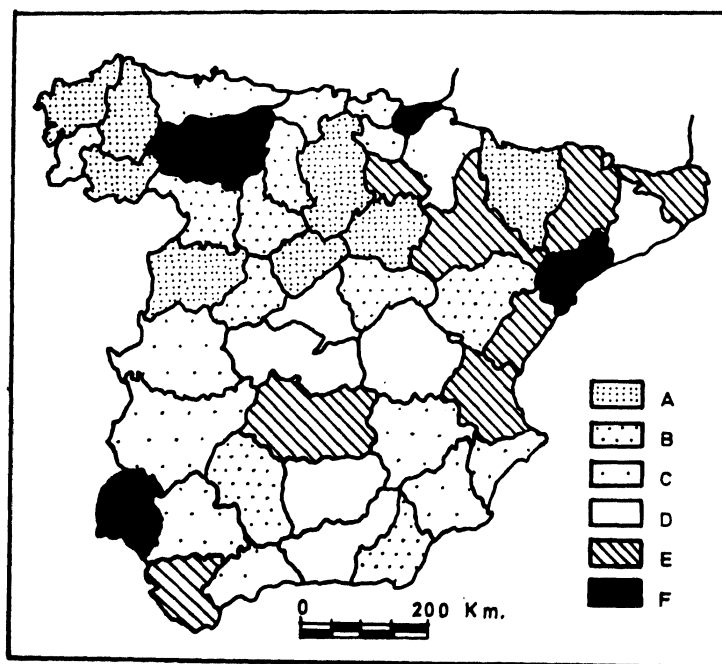


FIGURA 3.—Residuales estandarizados. Estructura de redes provinciales (Indice Alfa) en 1960 (X) y 1985 (Y)
A) -1, -0'6. B) -0'59, -0'5. C) -0'49, -0'1. D) -0'09, 0'09. E) 0'1, 1'49. F) 1'5, 3

Una de las primeras conclusiones derivadas de la figura 3 es la gran concentración de los avances más importantes en un reducido número de provincias. En los grupos E y F los resultados del análisis de regresión indican que su situación ha mejorado por encima de lo que era esperado en el caso de que los aumentos en la conectividad de las redes españolas se hubieran distribuido de una manera más equilibrada espacialmente, y dependiendo únicamente de su dotación previa. Por el contrario, en el lado opuesto un 60 % de las provincias han experimentado mejoras inferiores a las esperadas. Por tanto, en lo que a la estructura de redes de carreteras a escala provincial se refiere, el período comprendido entre 1960 y 1985 se caracteriza por el incremento de los desequilibrios. Estos mismos resultados se obtienen de la comparación de la estructura de la red provincial a partir del índice S-I.

Teniendo en cuenta que la mejora en el grado de estructuración de las redes viarias implica fuertes inversiones (Thomson, J. M., 1974), es sintomático que ello coincida con los desequilibrios mostrados en la

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS...

distribución provincial de los recursos destinados por los organismos oficiales para obras de infraestructura (véanse por ejemplo las monografías sobre transporte y desarrollo regional en los Planes de Desarrollo, Subsecretaría de Planificación, 1964, 1968, 1972). En principio no puede decirse que la actuación oficial sea la causa de tales desequilibrios sino que tanto la evolución de las infraestructuras viarias como de las inversiones públicas han estado inmersas en la dinámica del propio proceso de crecimiento económico. Ello sin embargo no es óbice para considerar que desde los organismos oficiales se ha apoyado un proceso global, desequilibrador desde el punto de vista de la dotación y eficacia espacial de las infraestructuras viarias.

El análisis de las infraestructuras viarias no acaba en la estructura de las redes a escala provincial. El estudio de la accesibilidad de cada una de las capitales de provincia como nodos esenciales en el conjunto de la red viaria nacional a la vez que piezas clave en el sistema urbano, permite completar adecuadamente las apreciaciones hechas para las redes a escala provincial.

La accesibilidad viaria en el sistema urbano nacional.—Un aspecto de gran trascendencia son los desequilibrios espaciales en la accesibilidad de las capitales de provincia, derivados de la combinación por un lado de un modelo histórico de red viaria de tipo radial, y por otro de la propia estructura territorial del país. La organización espacial resultante de todo ello es una periferia litoral caracterizada por una cierta infradotación relativa respecto del centro. Teniendo esto presente, lo que aquí se trata de averiguar ahora es cuál ha sido la incidencia del proceso de crecimiento económico sobre la accesibilidad conferida por la red a las diferentes capitales, variable que sin duda también ha supuesto un condicionamiento importante.

La situación de 1960 se caracteriza por la existencia de diversos desequilibrios. En primer lugar están los derivados de la propia actividad económica, con una tendencia a la concentración en un reducido número de zonas. En segundo lugar tenemos desequilibrios en la dotación de accesibilidad de los principales centros urbanos. La combinación de ambos factores da como resultado un doble desajuste entre las necesidades de accesibilidad⁷ y la verdaderamente disponible. Por una parte

⁷ El posible déficit en cuanto a la dotación de accesibilidad de estas áreas urbano industriales queda compensado por las importantes conexiones que presentan cara al exterior, especialmente Barcelona (el papel clave que estas vías

JAVIER PÉREZ ESPARCIA

están aquellas zonas con un potencial de accesibilidad infrautilizado, dado que el volumen de población y de actividades económicas es reducido (principalmente zonas localizadas en el interior peninsular); en el lado opuesto están aquellas otras áreas caracterizadas por la sobreexplotación de este potencial, como son el caso del País Vasco, la zona industrial de Barcelona, varias zonas turísticas del litoral, etc.

A partir del Plan de Estabilización y los consiguientes procesos de concentración del crecimiento económico (principalmente en las grandes zonas industriales), de alteración del mercado de trabajo (éxodo rural y otros flujos migratorios), etc., las redes viarias experimentan una mejora general y fruto de ello es un incremento de la accesibilidad conferida a las capitales provinciales. Esta mayor dotación de accesibilidad viaria no muestra sin embargo una distribución acorde con los planteamientos oficiales sobre disminución de los desequilibrios interregionales, sino una clara tendencia a corregir aquellos desajustes entre oferta de accesibilidad y la demanda o necesidades de la misma, provenientes de las actividades económicas y del crecimiento urbano de aquellas zonas en las que esta sobreexplotación se constituía en un claro estrangulamiento para su desarrollo (véanse los importantes aumentos de accesibilidad de grades zonas industriales y portuarias, caso de Barcelona, País Vasco, parte de la cornisa Cantábrica, área industrial de Tarragona, eje turístico mediterráneo, etc.).

Los dos indicadores de red que se han utilizado en el análisis, estructura y accesibilidad, coinciden por tanto en que el período que va entre 1960 y 1985 se caracteriza por la tendencia a corregir los desajustes previos entre actividad económica y red viaria, y por tanto, por un incremento de los desequilibrios territoriales globales debido a las propias desigualdades en lo que a la eficacia de la red de carreteras se refiere. A continuación se analiza una de las consecuencias prácticas más importantes de todo ello, como es la escasa estructuración del sistema de medianos y pequeños centros urbanos a escala nacional.

Redes provinciales y red nacional: una débil estructuración urbana.—Anteriormente se ha visto que tanto el indicador de red a escala provincial como nacional se caracterizan por una distribución heterogénea. Sin embargo no sabemos en qué medida se relacionan ambos indicado-

de comunicación internacionales juegan en el desarrollo del corredor litoral mediterráneo español, ha sido analizado en la I Conferència Econòmica de la Mediterrània Nord-Occidental, Barcelona, 1985).

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS...

res, lo cual es tanto más importante por cuanto que una buena estructuración urbana implicaría no sólo eficaces conexiones entre las capitales provinciales (especialmente los principales centros urbanos y económicos), sino también desde los núcleos secundarios, cabeceras comarcales, etcétera, y a la inversa. Se trata, por tanto, de establecer una continuidad viaria entre los diferentes niveles de la jerarquía urbana.

Al correlacionar el indicador estructura de red (escala provincial) y accesibilidad de las capitales (escala nacional), los resultados ponen de relieve una prácticamente total independencia en las variaciones de ambos indicadores ($r = 0.08$ en 1960 y -0.09 en 1985). Dividiendo la serie de provincias en dos grupos, según su nivel de desarrollo,⁸ los resultados no llegan a ser significativos. Ello pone de relieve que hay una parte de provincias con relativamente buena estructura y cohesión en su red local, mientras la capital tiene una escasa dotación de accesibilidad relativa; en segundo lugar hay provincias con buena accesibilidad en su capital, pero con una débil estructura viaria a escala provincial.

Esta disociación entre el indicador estructura y el indicador accesibilidad puede interpretarse en el sentido que la red de carreteras no ha cumplido, al menos desde 1960 hasta hoy, una función de integración territorial, dado que no existe esa necesaria continuidad entre los diferentes niveles de la jerarquía urbana, especialmente entre los centros comarcales y las principales zonas económicas del país. Si bien las redes viarias pueden tener efectos perversos (Munro, J. M., 1969, y Straszheim, M. R., 1972), al menos desde el punto de vista de las teorías sobre la difusión del desarrollo, la ausencia de una adecuada integración territorial, derivada a su vez de escasas e ineficaces conexiones viarias, pueden constituirse en un obstáculo para un posible proceso de difusión (Racionero, L., 1978) (ver figura 4).

Así por ejemplo, provincias como Cáceres, Badajoz, Huelva, Almería, Palencia y Salamanca se caracterizan por un débil desarrollo económico, una relativamente bien cohesionada red interna, pero escasa accesibilidad respecto del sistema urbano nacional. Con un nivel de desarrollo similar, pero en el lado opuesto en cuanto a los indicadores de red, están Albacete, Lérida, Segovia y Soria. Todas ellas se caracterizan por accesibilidad elevada, debido a una localización próxima a ejes de comunicación importantes. Se trata de provincias que han sufrido con gran intensidad el proceso de emigración.

JAVIER PEREZ ESPARCIA

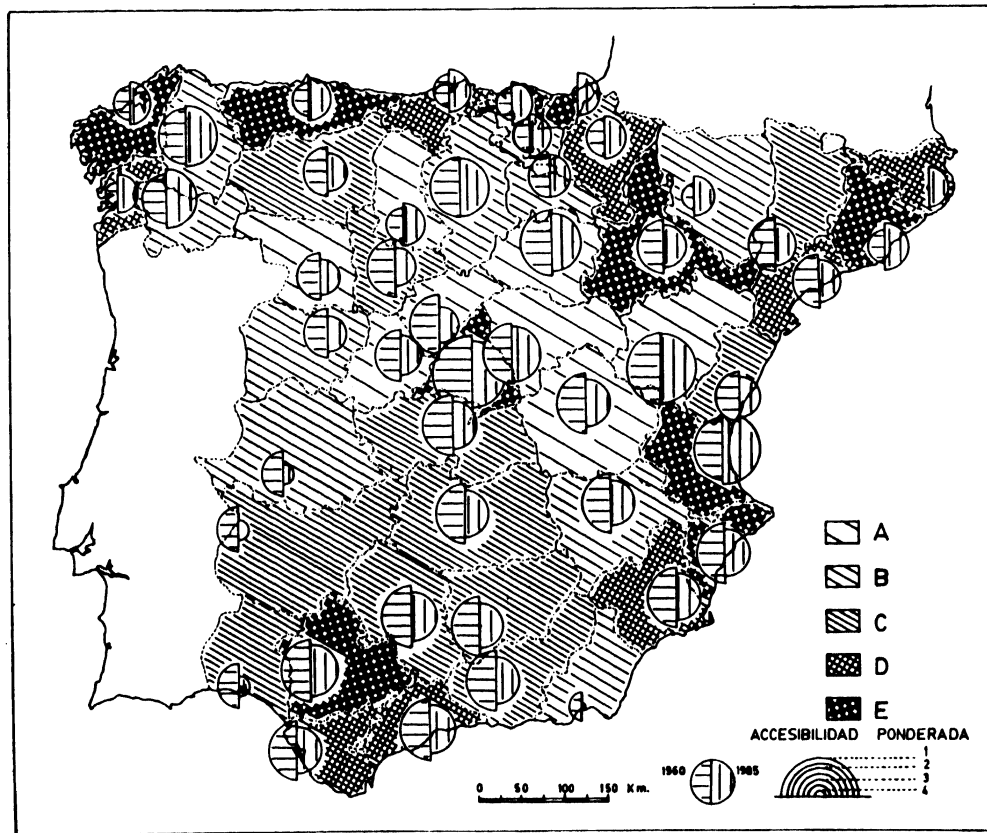


FIGURA 4.—Relación entre la accesibilidad (topológica) de las capitales provinciales ponderada por la población, en 1960 y 1985, y el crecimiento del Producto Interior Neto provincial (1960-1975). P.I.N. (en millones de pesetas): A) 0-25.000. B) 25.001-45.000. C) 45.001-60.000. D) 60.001-100.000. E) >100.000. Accesibilidad ponderada: Valores de mayor a menor semicírculo. 1) 121. 2) 269. 3) 225. 4) 289. (Téngase en cuenta que la accesibilidad real es mayor a menor índice, es decir, proporcional al semicírculo.)

Un tercer grupo de provincias presenta valores tanto de estructuración y cohesión como de accesibilidad deficientes, y en la mayor parte de los casos estos aparecen asociados a un débil desarrollo económico: Alava, Avila, Castellón, Huesca, León, La Rioja, Lugo, Orense y Zamora. Únicamente Pontevedra, Navarra y Vizcaya, con unas condiciones similares en su red, difieren en el nivel de desarrollo.

Para concluir, en líneas generales las variaciones habidas en las redes de carreteras desde 1960 hasta hoy no han estado en la dirección de una mayor estructuración del sistema urbano, al menos en un contexto

LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS...

de desarrollo regional y de disminución de los desequilibrios interregionales. Por el contrario, han estado en la línea de estructurar y mejorar las conexiones de un sistema urbano basado en un reducido número de centros, razón por la que las principales mejoras tienden a concentrarse en las áreas más dinámicas.

BIBLIOGRAFIA

- CHORLEY, R. J., y HAGGET, R. (eds.) (1970): *Integrated Models in Geography*, Mthuen, London.
- FLAMENT, C. (1972): *Teoría de grafos y estructuras de grupo*, Tecnos, Madrid.
- GAUTHIER, H. L. (1970): «Geography, transportation and regional development», *Economic Geography*, n. 46, pp. 612-619.
- HAGGETT, P., y CHORLEY, R. J. (1974): *Network Analysis in Geography*, Edward Arnold, London.
- KANSKY, K. J. (1963): «Structure of transport networks: relationships between network geometry and regional characteristics», *Research Papers*, n. 84, Department of Geography, University of Chicago.
- MUNRO, J. M. (1969): «Planning the Appalachian Development Highway Systems: some critical questions», *Land Economics*, pp. 149-161.
- POTRYKOWSKY, M., y TAYLOR, Z. (1984): *Geografía del transporte*, Ariel Geografía, Barcelona.
- RACIONERO, L. (1978): *Sistemas de ciudades y ordenación del territorio*, Alianza Editorial, Madrid.
- STRASZHEIM, M. R. (1972): «Researching the role of transportation in regional development», *Land Economics*, n. 18, pp. 212-219.
- SUBSECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN, Presidencia del Gobierno (1964, 1968 y 1972): I, II y III Plan de Desarrollo.
- THOMSON, J. M. (1974): *Teoría económica del transporte*, Alianza Universidad, Madrid.
- TAAFFE, E. J., y GAUTHIER, H. L. (1973): *Geography of Transportation*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- WILSON, R. J. (1983): *Introducción a la teoría de grafos*, Alianza Universidad, Madrid.

RESUMEN.—*La estructura espacial de las infraestructuras viarias en España (1960-1985)*. Las redes viarias constituyen un complejo subsistema espacial tanto más importante en la medida en que actúan como conexiones fundamentales del sistema urbano. En este trabajo se lleva a cabo un estudio de las propiedades estructurales de las redes viarias españolas y de la accesibilidad conferida por éstas, principalmente a dos escalas, provincial y nacional. A partir de aquí se analiza la evolución y los cambios experimentados en los últimos 25 años. Los resultados indican que estas transformaciones, lejos de contribuir a una mayor estructuración del sistema urbano, han estado más asociadas a la polarización espacial de la economía española.

JAVIER PEREZ ESPARCIA

PALABRAS CLAVE.—Redes viarias. Técnicas de grafos. Estructura espacial. Accesibilidad. Desequilibrios territoriales. Sistema urbano. España.

SUMMARY.—*The spatial structure of the road networks in Spain (1960-1985).* The road networks are a complex spatial subsystem all the more important because they are fundamental connections of the urban system. In this paper, it is carried out a research of the structural characteristics of the spanish road network and their conferred accessibility. Two scales are studied, regional and national scale.

From here, it is analysed the evolution and the last 25 years changes. The outcomes show us that these transformations have been more associated to the spatial polarization of the spanish economy, and have not made easy a better structuration of the urban system.

KEY WORDS.—Road networks. Graphs techniques. Spatial structure. Accessibility. Territorial unbalance. Urban system. Spain.

RÉSUMÉ.—*La structure spatiale des infrastructures routières en Espagne (1960-1985).* Les réseaux routiers constituent un complexe sousystème spatial d'autant plus important dans la mesure qu'ils agissent comme des connexions fondamentales du système urbain. Dans ce travail, on étudie les propriétés structurelles des réseaux routiers espagnols et de l'accessibilité conférée par ceux là, principalement à deux échelles, provinciale et nationale.

A partir de maintenant on analyse l'évolution et les changements expérimentés dans les dernier 25 ans. Les résultats indiquent que ces transformations, loin de contribuer à une plus grande structuration du système urbain, ont été plus associées à la polarisation spatiale de l'économie espagnole.

MOTS CLÉ.—Réseaux routiers. Techniques de graphes. Structure spatiale. Accessibilité. Déséquilibres territoriales. Système urbain. Espagne.